

EVALUACIÓN DEL TIPO DE ESTACA BAJO CONDICIONES DE VIVERO
PARA LA PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO FORRAJERO COLLA NEGRA
(*Smallanthus pyramidalis*).

RONALD DARIO CISNEROS ORDOÑEZ
MIGUEL ANDRES CHAVES VELASQUEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2009

EVALUACIÓN DEL TIPO DE ESTACA BAJO CONDICIONES DE VIVERO
PARA LA PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO FORRAJERO COLLA NEGRA
(*Smallanthus pyramidalis*).

RONALD DARIO CISNEROS ORDOÑEZ
MIGUEL ANDRES CHAVES VELASQUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista

Presidente
HERNAN OJEDA JURADO
Zoot., Esp.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2009

NOTA DE ACEPTACIÓN

HERNÁN OJEDA JURADO
Presidente

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERON
Jurado delegado

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA
Jurado

San Juan de Pasto, Junio de 2009

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso por su infinito amor y por todas sus bendiciones.

A mis padres José Elías y Consuelo del Carmen por su inmenso cariño, ejemplo y sacrificio.

A mi futura esposa Johana del Rosario que ha estado conmigo en todo momento, apoyándome y brindándome su amor incondicional.

A mi hija Violeta Catalina por darme la alegría más grande al nacer y por brindarme la luz de una nueva senda.

A mi hermana Ingrid Stefany y mi sobrina María Valentina por su compañía y aprecio.

A toda mi familia por su afecto entrañable.

RONALD DARIO CISNEROS ORDOÑEZ

DEDICATORIA

A mis padres, a quienes les debo la vida.

A mis hermanos Carlos y Ángela, quienes son un ejemplo a seguir.

A mi familia por brindarme todo su apoyo.

A mis amigos porque sin ellos la vida no tendría tantas alegrías.

Al Plan de Investigación Fomento e Industrialización del Laurel de Cera – PIFIL, por brindarme su amistad y apoyo en esta prolongada lucha.

A todos y a todas que me han apoyado.

MIGUEL ANDRES CHAVES VELASQUEZ

AGRADECIMIENTOS

HERNÁN OJEDA JURADO.	Zootecnista Esp.
ARTURO GÁLVEZ CERON.	Zootecnista M.Sc.
JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA	I. Agrónomo Ph.D
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zootecnista Esp.
JORGE VELEZ LOZANO	I. Agroforestal M. Sc.
CARLOS BENTACOURTH GARCÍA	I. Agronomo M. Sc.
OSCAR MONCAYO OTERO	Zootecnista Esp.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización y culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	25
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	26
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
3. OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo general	28
3.2 Objetivos específicos	28
4. MARCO TEÓRICO	29
4.1 GENERALIDADES	29
4.2 GENERALIDADES DE LA FAMILIA ASTERACEAE	29
4.3 GENERALIDADES DEL GÉNERO SMALLANTHUS	30
4.4 COLLA NEGRA (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	30
4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA COLLA NEGRA	31
4.5.1 Distribución geográfica	34
4.5.2 Propagación	34
4.5.3 Usos y particularidades	34
4.5.4 Composición bromatológica	34
4.5.5 Producción forrajera	37
4.6 UTILIZACIÓN DE ÁRBOLES FORRAJEROS	37
4.8 UTILIZACIÓN DE LA COLLA NEGRA (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	

EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	38
4.8 PROPAGACIÓN DE PLANTAS	39
4.8.1 Propagación asexual o vegetativa	39
4.8.2 Limitaciones de la propagación asexual o vegetativa	40
4.8.3 Estacas	41
4.8.4 Tipo de estaca	41
4.8.5 Estacas de tallo	41
4.8.6 Propagación por estacas	42
4.8.7 Importancia y ventajas de la propagación por estacas	42
4.8.8 Bases fisiológicas de la iniciación de la raíz en las estacas	42
4.8.9 Efectos de los carbohidratos en el enraizamiento	43
4.9 FACTORES DE ENRAIZAMIENTO	44
4.9.1 Edad de la planta madre	44
4.9.2 Condición fisiológica de la planta madre	45
4.9.3 Tipo de estaca	45
4.9.4 Época de colecta	46
4.9.5 Condiciones sanitarias	46
4.9.6 Condiciones ambientales	46
4.9.7 Medios de enraizamiento	47
5. DISEÑO METODOLÓGICO	52
5.1 LOCALIZACIÓN	51
5.2 MATERIALES Y MÉTODOS	52

5.2.1	Material vegetativo (estacas)	52
5.2.2	Recolección de estacas	49
5.2.3	Preparación de sustratos	50
5.2.4	Bolsas de polietileno	51
5.2.5	Preparación de las estacas	51
5.2.6	Preparación del caldo bordelés	51
5.2.7	Siembra	52
5.2.8	Riego	52
5.2.9	Procedimiento del experimento	52
5.3	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
5.3.1	Formulación de hipótesis	53
5.4	VARIABLES EVALUADAS	54
5.4.1	Porcentaje de prendimiento	54
5.4.2	Número promedio de brotes	55
5.4.3	Porcentaje de mortalidad	55
5.4.4	Porcentaje de enraizamiento	56
5.4.5	Profundidad radicular	57
5.4.6	Número de hojas	58
5.4.7	Costos de establecimiento	59
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE REAULTADOS	60
6.1	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	61
6.2	NÚMERO PROMEDIO DE BROTES	65

6.3 PORCENTAJE DE MORTALIDAD	69
6.4. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO	73
6.5 PROFUNDIDAD RADICULAR	78
6.6 NÚMERO DE HOJAS	86
6.7 COSTO DE ESTABLECIMIENTO	89
6.8 RESUMEN DE LOS RESULTADOS	86
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
7.1 CONCLUSIONES	87
7.2 RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición bromatológica del forraje Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	35
Tabla 2. Análisis químico proximal de árboles y arbustos forrajeros de clima frío	36
Tabla 3. Producción forrajera de la Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	37
Tabla 4. Prueba de aceptabilidad en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>)	38
Tabla 5. Análisis químico proximal cuyinaza	50

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resultados de las estacas obtenidas de las secciones alta, media y baja de la planta con relación a las variables evaluadas.	89
Cuadro 2. Resultados de las estacas de las diferentes secciones con relación al tipo de sustrato y al tratamiento químico utilizado.	90
Cuadro 3. Costos de establecimiento.	90

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aspecto de una planta de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	31
Figura 2. Altura de una planta de Colla negra 3,90mts (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	32
Figura 3. Colla negra en la Sabana de Bogotá	33
Figura 4. Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	33
Figura 5. Invernadero Universidad de Nariño	48
Figura 6. Material vegetativo	49
Figura 7. Recolección de estacas	50
Figura 8. Componentes para la preparación del caldo bordelés	51
Figura 9. Aplicación de riego manual	52
Figura 10. Esquema del experimento	53
Figura 11. Prendimiento de la Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	54
Figura 12. Brotación de yemas de una estaca de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	55
Figura 13. Estaca muerta de Colla negra (<i>Samallanthus pyramidalis</i>)	56
Figura 14. Formación de raíces en una estaca de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	57
Figura 15. Profundidad de raíz en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	58
Figura 16. Hojas desarrolladas en una estaca de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	58

Figura 17. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de la planta	62
Figura 18. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo aplicación del tratamiento químico (caldo bordelés)	63
Figura 19. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	64
Figura 20. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de la planta	66
Figura 21. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo aplicación de tratamiento químico	67
Figura 22. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	68
Figura 23. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de la planta	69
Figura 24. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo aplicación del tratamiento químico	71
Figura 25. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	72
Figura 26. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de la planta	74
Figura 27. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo aplicación de tratamiento químico	76
Figura 28. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	77
Figura 29. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de	

la planta	78
Figura 30. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo la aplicación del tratamiento químico	79
Figura 31. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	80
Figura 32. Número de hojas en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) de las secciones alta, media y baja de la planta	82
Figura 33. Número de hojas en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo aplicación de tratamiento químico (caldo bordelés)	83
Figura 34. Número de hojas en estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) bajo dos tipos de sustrato	84

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento	93
Anexo B. Análisis de varianza para porcentajes de mortalidad	96
Anexo C. Análisis de varianza para número promedio de brotes	98
Anexo D. Análisis de varianza para porcentaje de enraizamiento	100
Anexo E. Análisis de varianza para profundidad radicular	102
Anexo F. Análisis de varianza para número de hojas	104
Anexo G. Estacas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) con brotes en desarrollo	106
Anexo H. Plántulas con raíces desarrolladas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	107
Anexo I. Plántulas desarrolladas de Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	108
Anexo J. Plántulas desarrolladas de colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	109
Anexo K. Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) en campo	110
Anexo L. Ubicación Pasto Colombia	111
Anexo M. Ubicación Invernadero Universidad de Nariño	112
Anexo N. Ubicación Vereda Botana, corregimiento de Catambuco, Municipio de Pasto	113

GLOSARIO

ESTACA: fragmento de una planta que se siembra para que enraíce y forme una nueva planta. Su diferencia con el esqueje estriba en su consistencia.

ENRAIZAMIENTO: capacidad de la planta de producir nuevas raíces.

FISIOLOGÍA VEGETAL: es el estudio del funcionamiento de los órganos y tejidos vegetales de las plantas.

HOJA: el principal órgano de nutrición de las plantas, se desarrolla de una yema que nace en el tallo.

MORTALIDAD: tasa de decremento de una población.

PLÁNTULA: pequeña planta apenas formada.

PRENDIMIENTO: tiempo que tarda una planta en formar hojas y raíces.

PROFUNDIDAD: distancia de un elemento con respecto un plano horizontal de referencia.

PROPAGACIÓN: reproducción vegetativa que tiene lugar cuando una parte de un órgano vegetativo de una planta se separa de la planta madre para formar un nuevo individuo.

RAÍZ: órgano de las plantas, generalmente subterráneo, que carece de hojas y cumple funciones de absorción, fijación y reserva.

RAICES ADVENTICIAS: es aquella que crece a partir de otro órgano que no es la raíz primaria, pueden salir de tallos u hojas.

SUSTRATO: mezcla de diferentes materiales, preparado como medio de crecimiento de plantas.

YEMAS: punto de crecimiento de la planta, puede estar al final o a lo largo de la rama, da origen a las hojas.

RESUMEN

El trabajo se realizó en el invernadero de la Universidad de Nariño, ubicado en la Ciudad Universitaria Torobajo Pasto, con una temperatura promedio de 12C°, a una altura de 2488 m.s.n.m, precipitación anual promedio de 837 mm.

El estudio evaluó el tipo de estaca para la propagación del arbusto Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo condiciones de vivero. Se determinó dividir el arbusto en tres zonas: alta, media y baja con el fin de obtener tres diferentes tipos de estaca que fueron el motivo de evaluación de esta investigación, se emplearon dos tipos de sustrato: sustrato 1 (sólo suelo) , sustrato 2 (suelo + cuyinaza en proporción 1:1) y se incluyó un tratamiento químico con base en sulfato de cobre (caldo bordelés) con el fin de observar la incidencia de la pudrición del material propagado (estacas), lo anteriormente mencionado se aplicó a la mitad del número de estacas sembradas en cada tipo de sustrato. Se encontró que en porcentaje de prendimiento, las mejores estacas correspondieron a las que se obtuvieron de la sección baja de la planta con un 41.62% ($p<0.05$), para la aplicación de caldo bordelés, el mejor resultado se dio cuando no se aplicó, con un promedio de 35.53% ($p<0.01$), y en la evaluación de los diferentes sustratos, se obtuvo mejores resultados utilizando como sustrato 100% suelo, con un promedio de 38.85% ($p<0.01$) de prendimiento. Para el número promedio de brotes, las mejores estacas fueron las que se obtuvieron de la sección baja de la planta con 3.35 brotes ($p<0.01$); el estudio mostró que cuando no se aplicó caldo bordelés se obtuvo un promedio de 3.92 brotes ($p<0.01$); respecto a la utilización de sustrato, no hubo diferencias significativas; sin embargo, el mejor resultado correspondió al sustrato 100% suelo, con 2.58 brotes. Para porcentaje mortalidad, no existieron diferencias significativas entre las estacas obtenidas de las diferentes secciones: alta, media y baja; las estacas que se obtuvieron de la sección alta de la planta mostró el mayor porcentaje de mortalidad, con 54.95%; la aplicación del tratamiento químico se manifestó con la mayor mortalidad, con un promedio de 68.83% ($p<0.01$); en la utilización de dos tipos de sustrato, se obtuvo una mayor mortalidad utilizando como sustrato 50% suelo + 50% cuyinaza, con un promedio de 51.06% ($p<0.05$). Para porcentaje de enraizamiento, las mejores estacas fueron las que se obtuvieron de la sección baja de la planta, con 39.97% ($p<0.05$); la aplicación del tratamiento químico, mostró mejores resultados cuando no se utilizó el caldo, con un promedio de 31.08% ($p<0.01$); para los sustratos utilizados, se observó que no existieron diferencias significativas, sin embargo se obtuvo mejores resultados utilizando como sustrato 100% suelo, con un promedio de 32.2% de enraizamiento. Para la determinación de profundidad radicular, las mejores estacas fueron las que se obtuvieron de la sección baja de planta, con 10.72cm ($p<0.05$), la aplicación

del tratamiento químico no presentó diferencias significativas, no obstante el mejor resultado se manifestó cuando no se utilizó caldo bordelés, con un promedio de 10.3cm de profundidad; para los sustratos utilizados, se observaron mejores resultados aplicando como sustrato 50% suelo + 50% cuyinaza, con un promedio de 12.34cm de profundidad ($p < 0.01$). En la variable número de hojas, las mejores estacas fueron las que se obtuvieron de la sección baja de la planta, con un promedio de 28.22 hojas ($p < 0.01$); en la aplicación del tratamiento químico, mostró que los mejores resultados se obtuvieron cuando no se aplicó caldo bordelés, con un promedio de 30.63 hojas ($p < 0.01$); para los sustratos utilizados, mostró que no existieron diferencias significativas, sin embargo se observaron mejores resultados utilizando como sustrato 100% suelo, con un promedio de 23.8 hojas.

Se puede afirmar que las estacas obtenidas de la sección baja de la planta presentaron los mejores resultados en las diferentes variables evaluadas.

ABSTRACT

The work was carried out in the greenhouse of the Universidad de Nariño, located in the university complex of Torobajo, Pasto, with an average temperature of 12 C°, to a height of 2488 m.a.s.l. annual average precipitation of 837 mm.

The study evaluated the type of cutting for the propagation of the Colla Negra (*smallanthus pyramidalis*) under nursery conditions. It was cut into three zones: high, medium and low in order to obtain three different kinds of cutting, that were the reason for the evaluation, of this research were used two types of substrates: substrate 1 (only soil), substrate 2 (soil + cuyinaza in proportion 1:1) and a chemical treatment with base on copper sulphate was included (bordeaux broth) with the purpose of observing the incidence of the rotting of the propagated material (cuttings), the above applies to half the number of cuttings planted in each type of substrate. It was found that percentage of ignition, the best sets corresponded to those obtained from the lower section of the plant with a 41.62% ($p < 0.05$) for the application of the best bordeaux broth was when applied with an average of 35.53% ($p < 0.01$), and the evaluation of the different substrates, obtained better results as substrate using 100% soil, with an average of 38.85% of ignition ($p < 0.01$). For average number of shoots, the best sets were those obtained from the lower section of the plant shoots with 3.35 ($p < 0.01$), the study showed that when applied bordeaux broth was obtained by averaging 3.92 outbreaks ($p < 0.01$); regard the use of substrate, there was no significant difference, but the best result corresponded to the substrate 100 with 2.58% soil outbreaks. Mortality rate to no significant differences between the stakes from the different sections: high, medium and low, the stakes were high for the section of the plant showed the highest percentage with 54.95% mortality, the treatment chemical expressed with increased mortality, with an average of 68.83% ($p < 0.01$); in the use of two types of substrate, showed a higher mortality as substrate using 50% soil + 50% cuyinaza with a average of 51.06% ($p < 0.05$). For rooting percentage, the best sets were those obtained from the lower section of the plant with 39.97% ($p < 0.05$); the application of chemical treatment, showed better results when the stock was not used with an average of 31.08% ($p < 0.01$); for the substrates used, we observed no significant differences, however best results were obtained using as substrate 100% soil, with an average of 32.2% of rooting. For the determination of root depth, the best sets were those obtained from the lower section of 10.72cm plant, application of chemical treatment no significant differences, however the best result was expressed when Bordeaux broth used with an average depth of 10.3cm ($p < 0.05$), the substrates used, better results were observed as a substrate by applying 50% soil + 50% cuyinaza, with an average depth of 12.34cm ($p < 0.01$). In the variable number of leaves, the best sets were those

obtained from the lower section of the plant with an average of 28.22 sheets ($p < 0.01$), application of chemical treatment, which showed the best results were obtained when bordelés applied broth with an average of 30.63 sheets ($p < 0.01$); to the substrates used, showed no significant differences, however best results were observed using 100% soil as a substrate with an average of 23.8 leaves.

It can say that the stakes from the lower section of the screen showed the best results in different variables.

INTRODUCCION

La utilización de especies arbóreas, arbustivas leguminosas y no leguminosas constituye una fuente valiosa para la alimentación animal, este es el caso de la colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) de la cual no se conoce un estudio acerca de su comportamiento agronómico y su sistema de propagación, es por esto que se considera de gran importancia estudiar la mejor manera de propagarla, iniciando por evaluar y descubrir el tipo de estaca óptimo para su reproducción, y de esta forma poder continuar con otras investigaciones relacionadas con su manejo agronómico a nivel de campo, de esta manera se tendrá una mejor justificación para su utilización en reforestación, conservación y alimentación animal.

Estudios realizados en el Programa de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño demuestran que la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) es una especie promisoría en la alimentación animal, ya que contiene altos valores proteicos y energéticos en comparación con los pastos tradicionales, obteniéndose excelentes resultados en la alimentación de cuyes en las fases de levante y engorde¹. Es por esto que se plantea evaluar el tipo de estaca más adecuado para su propagación, y así encaminarlo como una alternativa viable para productores pecuarios y conservacionistas del trópico alto.

La disponibilidad de forraje en épocas críticas es uno de los limitantes que afecta la producción de leche o carne. La utilización de especies arbóreas y arbustivas, leguminosas y no leguminosas como complemento de los pastos se perfila como una opción de gran potencial para la alimentación de animales. Teniendo en cuenta que, dentro de los costos de producción, la alimentación constituye un alto porcentaje, es importante adoptar nuevas alternativas para la suplementación que reduzcan este rubro. Más aún, si se tiene en cuenta que los valores nutricionales de los pastos utilizados tradicionalmente en alimentación de ganado de leche, cuyes, y otras especies, son superados algunas veces por el follaje de árboles y arbustos.

¹ NARVÁEZ, Oscar y BELALCAZAR, Luis Alonso. Valoración nutritiva del forraje Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia Porcellus*) fases de levante y engorde. Pasto, 2008, 70p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La desaparición de especies vegetales debido a la sobreexplotación de la madera, leña, la destrucción de los bosques y la implementación de los monocultivos para el establecimiento de praderas, la falta de disponibilidad de forrajes en épocas críticas de verano y el déficit de investigación en el manejo que se le debe hacer a las alternativas forrajeras, provoca un desaprovechamiento de las especies nativas propias del trópico alto, disminuyendo las posibilidades de investigación de nuevas alternativas destinadas a la alimentación animal; además, en la actualidad, los sistemas tradicionales de alimentación, sobre todo en ganadería de leche, ha provocado problemas de tipo reproductivos, metabólicos e inducido alteraciones en la calidad de la leche, también ha provocado sobrecostos de producción e inestabilidad para este sector.

Esta problemática lleva a que todas las entidades y personas que buscan el bienestar ambiental y económico emprendan una búsqueda de nuevas alternativas forrajeras que relacionen los sistemas de producción con un entorno natural amable que nos permita contar con recursos nativos, como opciones de alimentación y conservación de fuentes hídricas, para poder mejorar los niveles de producción pecuaria que actualmente son requeridos para poder competir en una economía que cada día atenta más contra los medianos y pequeños productores.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

La falta de disponibilidad de recursos forrajeros en clima frío hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación que complementen la deficiencia nutricional de los pastos usados tradicionalmente, investigando en un comienzo, la forma más adecuada de propagarlas, para posteriormente, con la ayuda de otras investigaciones, utilizarlas en la alimentación animal.

En clima frío la disponibilidad de forrajes arbóreos y arbustivos es más escasa, posiblemente por la falta de investigación acerca de estos recursos, por este motivo se presentan dificultades al tratar de propagarlas, ya que no hay información fehaciente acerca de su reproducción; por esta razón, son muy escasas las alternativas para la utilización en alimentación animal, pero se sabe que los recursos arbustivos con potencial en alimentación animal están latentes y por descubrir, que se deben investigar para encontrar el modo más acertado de reproducirlas. Es por esto que planteamos el siguiente interrogante:

¿Cuál es el tipo de estaca más apropiado para la propagación asexual del arbusto Colla negra (*Smallantus pyramidalis*) bajo condiciones de vivero?

3. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el tipo de estaca bajo condiciones de vivero para la propagación del arbusto forrajero Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer el porcentaje de prendimiento y mortalidad en las estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)
- Estimar el número promedio de brotes en estacas de las tres secciones de la planta.
- Estimar el porcentaje de enraizamiento y profundidad radicular en las estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) .
- Determinar costos de establecimiento de la propagación por estaca en vivero del arbusto forrajero Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

Murgueitio manifiesta que:

Los árboles forrajeros son un ejemplo importante de ese inmenso potencial natural, que se magnifica en las regiones tropicales del mundo y que paradójicamente ha sido pobremente investigado, pese a la urgente necesidad de proteína para los animales domésticos que utiliza el hombre, se reconoce cerca de 18.000 especies de árboles leguminosos en el mundo; la mayoría de los cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales².

4.2 GENERALIDADES DE LA FAMILIA ASTERACEAE

Mendoza y Ramírez mencionan que:

Esta familia es una de las más numerosas que existe a todo nivel y, dado su gran variabilidad, son pocas las características vegetativas que la identifican. Pueden ser hierbas, lianas, arbustos o árboles, y principalmente se encuentran en zonas despejadas o bordes de caminos, bosques en regeneración y pocas veces en bosque maduro. El tallo generalmente presenta una médula blanda, esponjosa o hueca y algunas especies presentan látex. Las hojas son alternas u opuestas, simples o compuestas, de borde dentado, serrado o liso, generalmente con líneas interpeciolar y algunas expiden olor a mango biche al frotarlas; estípulas presentes o ausentes. La nerviación es reticular, pinada, pero principalmente trinervia o con más de tres venas basales o suprabasales. La principal característica de la familia es su inflorescencia en cabezuela o capítulo. Esta es una inflorescencia compacta con un receptáculo alrededor del cual se agrupan varias flores, rodeadas por una serie de brácteas llamadas involucro. El capítulo puede presentar flores perfectas, unisexuales o estériles; de acuerdo a su posición dentro del capítulo, las flores se las cataloga como flores de disco, aquellas que se encuentran en el centro y generalmente su corola es infundiliforme, y flores liguladas, que son aquellas que se encuentran en la periferia del capítulo y presenta una corola con un lóbulo muy desarrollado y vistoso. Los capítulos pueden ser

² MURGUEITIO, Enrique. Los árboles como fuente de proteína. Producción animal y tropical y desarrollo rural. CIPAV, Serie de trabajos y conferencias. N° 2, Cali, 1991, p 37.

solitarios o estar dispuestos en inflorescencias mayores. El fruto es una cápsula indehisciente pequeña y semejante a un filamento (aquenio), menor de 0.5cm long y coronada generalmente por un penacho de tricomas largos llamados vilano o pappus; raras veces el fruto es carnoso y con una semilla globosa³.

4.3 GENERALIDADES DEL GÉNERO SMALLANTHUS

Según Mendoza y Ramírez:

Son hierbas erectas de 1-2 m de talla, que crecen en zonas abiertas o cañaduzales. Tallo hueco o con médula blanca esponjosa, pubescente; hojas opuestas y simples; lámina deltoide, de 10-30 cm de longitud, levemente escabra, con lóbulos agudos borde dentado, trinervia; pecíolo alado; línea interpeciola notoria, inflorescencia terminal o axilar, grande, cimosa, con abundantes flores amarillas; capítulo con flores de disco y liguladas: involucre conformado por una serie de brácteas foliáceas grandes; aquenio ovoide, de 2-3 mm longitud⁴ (Figura 1).

4.4 COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*)

La clasificación taxonómica de esta especie es:

Nombre común:	Colla negra
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Genero:	Smallanthus
Especie:	Pyramidalis ⁵

³ MENDOZA, Humberto y RAMÍREZ, Bernardo. Plantas con flores de La Planada. Bogotá, Colombia : Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p.32 – 33.

⁴ Ibid., p. 44.

⁵ HERBARIO, Universidad de Nariño. 2007.

Figura 1. Aspecto de una planta de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)
(ver Anexo K)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

Gálvez menciona que:

Es un arbusto espontáneo que crece en terrenos sueltos, rellenos, orillas de caminos y quebradas, entre los 2000 y 3200msnm, produce gran cantidad de forraje con un 20.5% de proteína cruda y posee gran capacidad de rebrote⁶.

4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*).

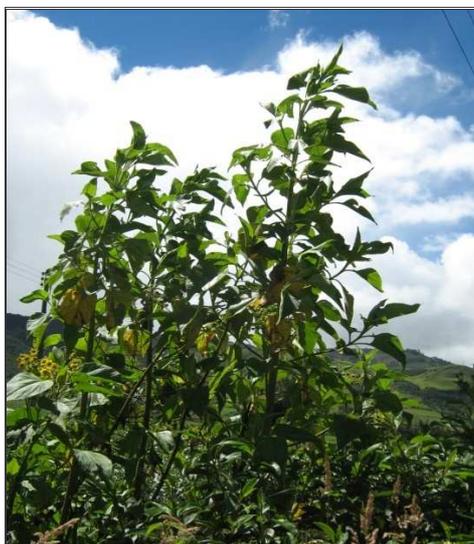
Gálvez afirma:

Arbusto de 2.02 m de altura a los ocho meses, 3.0 m de altura a los 15 meses aproximadamente. Es una planta colonizadora, frecuentemente se observa en rastrojos y bosques secundarios. Ramas quebradizas desde el suelo; hojas acorazonadas, opuestas,

⁶ GÁLVEZ, Arturo. Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas altoandinos. En : Curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquia, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE. 2005. p. 3

suculentas, con borde aserrado de 20 a 30 cm de longitud, haz verde oscuro y envés verde claro⁷ (Figura 2).

Figura 2. Altura de una planta de Colla negra 3.90mts (*Smallanthus pyramidalis*)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

Según La Organización para la Educación y Protección Ambiental, la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), es una especie de crecimiento muy veloz, que se desarrolla a orillas del bosque, en sitios con vegetación perturbada, y a lo largo de quebradas, ríos y otros cuerpos de agua, éste se destaca por sus grandes hojas, su copa de forma piramidal y su tronco con nudos. Además, tiene flores amarillas muy atractivas (parecen diminutos girasoles), las cuales son libadas por abejas domésticas (*Apis mellifera*)⁸.

En los climas fríos de Colombia, incluyendo la ciudad de Bogotá, son cada vez más comunes unos pequeños pericos, llamados “cascabelitos” (*Forpus conspicillatus*). Esto resulta una sorpresa para muchas personas, que no esperan encontrarse con un miembro de la familia de los loros volando libre en una zona urbana. La Colla negra se ha convertido en una de las fuentes de alimento más importantes para los cascabelitos, que visitan asiduamente estos árboles y comen sus semillas. De hecho, la mejor manera para recibir visitas de estos periquitos en una zona verde es plantar Collas en ella⁹ (Figura 3).

⁷ Ibid., p.3

⁸ Organización para la Educación y Protección Ambiental [online] Bogotá Colombia:, 2009 – [consultado el 17 de febrero de 2009]. En Internet: // www.opepa.org.index.

⁹ Ibid.

Figura 3. Colla negra en la Sabana de Bogotá



Fuente: www.opepa.org.index

Para la Guía de árboles de Santafé de Bogotá, tiene el tronco recto y similar a un bambú, es decir con nudos y hueco, pero a la vez tiene hojas grandes. Además, produce racimos de florecillas en el extremo de la copa. Es un árbol muy original, de ahí su nombre. La Colla también es llamada Bambú de hoja grande¹⁰ (Figura 4).

Figura 4. Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)



Fuente: www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/arboles/acor1.htm.

¹⁰ Guía de Arboles de Santafé de Bogotá [online]., 2009 – [consultado el 17 de febrero de 2009]. En Internet: // www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/arboles/acor1.htm.

Ventajas: ornamental en antejardines y parques. El cocimiento de las hojas alivia dolores reumáticos y neurálgicos.

Origen: Norte de los Andes

Longevidad: 20 años.

Crecimiento: 1-2 m por año¹¹.

4.5.1 Distribución geográfica. Según Gálvez. “la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) se encuentra entre los 1500 y 3000 m.s.n.m”¹².

4.5.2 Propagación. Gálvez menciona que: “Se realiza por esqueje y semilla”¹³.

4.5.3 Usos y particularidades. Gálvez manifiesta que: “la colla negra puede ser usada para: forraje, reforestación de cuencas y control de erosión”¹⁴.

Según González:

Se usa como cataplasma para el dolor o frío interno. Se maceran calientes las 7 hierbas aromáticas y se recubren con hojas de esta planta, finalmente se coloca el cataplasma sobre el sitio de dolor¹⁵.

Según esta investigación, se ha observado que la Colla negra se podría utilizar muy bien como barrera rompevientos y alrededor de apiarios, ya que presenta una buena frondosidad, gran cantidad de flores con semillas que son aprovechadas por aves e insectos. También puede servir como delimitadora de lotes y linderos ya que presenta una buena longevidad.

4.5.4 Composición bromatológica. En la Tabla 1 se observan datos de composición de la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), según muestras analizadas en el Laboratorio de la Universidad de Nariño.

¹¹ Ibid.

¹² GÁLVEZ, Arturo. Catálogo de Especies Forrajeras de clima frío. CORPORACIÓN SELVAANDINA. Pasto, Colombia : 2004. p 9.

¹³ Ibid., p.9

¹⁴ Ibid., p.9

¹⁵ GONZÁLEZ, Martha. Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por una comunidad rural de la vereda Zaque, municipio de Gachetá (Cundinamarca). UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Bogotá, Colombia : 2000, p. 60

Tabla 1. Composición bromatológica del forraje Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)

Nutriente	Cantidad
Humedad	63.04
Materia seca	36.96
Ceniza	13.38
Fibra cruda	43.88
Proteína	22.76
E.N.N	10.97
Energía Kcal/100g	318
Extracto etéreo	9.00
Fuente: Narváez y Belalcázar 2008.	

En la Tabla 1 se observa que, dentro de la composición bromatológica de la Colla negra, se manifiesta un alto contenido proteico y energético, que la perfila como una buena fuente de estos nutrientes.

En la Tabla 2 se indica los análisis de diferentes alternativas forrajeras de clima frío.

Tabla 2. Análisis Químico Proximal de Árboles y arbustos forrajeros de clima frío.

Forraje	CEN %	E.E %	F.C %	P.C %	ELN %	Ca %	P %
Abutilón	14,22	5.23	17.56	27.71	35.28	2.22	0.61
Achira	14.61	1.98	22.31	18.36	42.71	0.42	0.29
Aliso	5.71	6.59	27.22	23.32	47.16	0.77	0.23
Campanillo	7.62	14.14	14.48	23.66	40.10	0.50	0.67
<u>Colla negra</u>	<u>13.38</u>	<u>9.00</u>	<u>43.88</u>	<u>22.76</u>	<u>10.97</u>	-	-
Arboloco	10.22	7.86	16.76	19.54	45.62	1.02	0.26
Dalia Silvestre	13.44	5.18	16.17	21.57	43.64	1.27	0.25
Moquillo	8.99	2.38	20.23	14.04	54.36	1.85	0.21
Quillotoco	7.64	3.43	20.49	18.17	50.27	0.75	0.41
Caucho Forrajero	10.95	9.28	22.03	23.18	34.56	1.17	0.29
Pichuelo	5.90	2.88	32.40	14.79	44.03	0.79	0.21
Retamo	3.93	3.93	16.27	17.71	57.90	0.23	0.21
Resucitado	13.85	6.46	15.57	22.61	41.51	2.3	0.29
Sauco	14.55	2.72	31.41	18.89	34.43	1.78	0.45
Fuente: Laboratorios Udenar. (1997 - 2007)							

En la Tabla 2 se puede observar que la Colla negra, en comparación con otros recursos forrajeros, presenta buenos niveles proteicos del 22.76%, probando que es una gran alternativa en la alimentación animal.

4.5.5 Producción forrajera: En la Tabla 3 se relacionan los datos de producción forrajera de la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

Tabla 3. Producción forrajera de la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

Ítem	8 meses(kg)	%	15 Meses (kg)	%
Hojas (con pecíolo)	2.28	43.1	6.39	36.1
Tallos tiernos	1.05	19.8	1.59	9.0
Tallos leñosos	1.96	37.1	9.70	54.9
TOTAL	5.29	100 %	17.68	100 %
Fuente: Gálvez (2005)				

En la Tabla 3 se puede observar que la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) presenta una producción de biomasa en hojas con pecíolo y tallos tiernos aproximada a 8Kg a los 15 meses.

4.6 UTILIZACIÓN DE ÁRBOLES FORRAJEROS

Gálvez afirma que:

A pesar de su frecuente disponibilidad en el trópico, los estudios existentes se refieren a la composición química del forraje, y pocas especies arbóreas se han evaluado a nivel agronómico con relación directa a la producción animal¹⁶.

Carrero menciona que:

En rumiantes, muchos productores utilizan el follaje de numerosas especies de árboles y arbustos en la alimentación animal, los forrajes poseen cualidades nutritivas similares o superiores a los pastos utilizados tradicionalmente¹⁷.

Para Benavides:

Numerosas especies botánicas reúnen características de calidad nutricional, de disponibilidad de producción de biomasa y versatilidad agronómica que representa un excelente potencial para: mejorar la

¹⁶ GÁLVEZ, Arturo. Cuyes, Lombrices Forraje y Manejo de Microcuencas en Matituy. En : IV Seminario Internacional de Sistemas Pecuarios Sostenibles para las montañas Tropicales. Memorias editadas por CIPAV. Cali., 1995 p. 367-377.

¹⁷ CARRERO, H. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal Vol. VI. Edición N°, 15. 1998. Carta Clem. SENA regional Valle p. 9-12.

calidad alimenticia de la dieta de los animales y producir forraje durante la época de sequía y con ello disminuir las deficiencias nutricionales al decaer la producción de forrajes y poder adaptarse a diversas condiciones ecológicas, diferentes formas de manejo y limitaciones de área para propiciar una mayor sostenibilidad de producción de forrajes¹⁸.

4.7 UTILIZACIÓN DE LA COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*) EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Para Gálvez, citado por Narváez y Belalcázar:

En una prueba comparativa en cuyes, muestra que el forraje de Colla negra ofrecido a cuyes no acostumbrados a su consumo, posee una alta aceptabilidad de dicho forraje, solamente superado por el plátano gigante (*Ensete ventricosa*), lo que indica un alto potencial de este forraje para su utilización en la alimentación de cuyes¹⁹, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Prueba de aceptabilidad en cuyes (*Cavia porcellus*)

Especie	Consumo g/Kg PV x 4 horas
Plátano gigante (<i>Ensete ventricosa</i>)	83.76
Colla negra (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	41.53
Majua (<i>Palicourea angustifolia</i>)	37.86
Grillo (<i>Clibadium sp.</i>)	30.36
Moquillo (<i>Saurauia pruinosa</i>)	30.33
Campanillo (<i>Delostoma integrifolium</i>)	22.87
Sauco (<i>Sambucus negra</i>)	14.99
Quillotocto (<i>Tecoma stans</i>)	10.66
Fuente: Gálvez (2005).	

Narváez y Belalcázar mencionan que:

El forraje arbustivo Colla negra, en mezcla con el pasto kikuyo, constituye una alternativa alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales exigidos por el cuy en las etapas de levante y engorde²⁰.

Los mismos autores mencionan que una dieta conformada por 60% de pasto kikuyo, 40% de forraje arbustivo Colla negra y 25g de concentrado, presentó

¹⁸ BENAVIDES, J. Árboles y arbustos forrajeros para las montañas Americanas. En : memorias del IV Seminario Internacional sistemas sostenibles de producción agropecuaria . Cali, Colombia. CIPAV. Septiembre de 1995. p. 103-126.

¹⁹ NARVÁEZ, Oscar y BELALCÁZAR, Luis Alonso. Op.cit., p.34.

²⁰ NARVÁEZ, Oscar y BELALCÁZAR, Luis Alonso. Op.cit., p.59.

los mejores incrementos de peso, tanto en levante como en engorde de cuyes, de 11.98g y 11.99g respectivamente²¹.

4.8 PROPAGACIÓN DE PLANTAS

Raven manifiesta que los métodos utilizados en la propagación de plantas son:

1. Reproducción sexual
2. Reproducción asexual o vegetativa

Estructuras que son utilizadas para la propagación vegetativa o asexual:

- Raíces
- Tallos
- Hojas²²

4.8.1 Propagación asexual o vegetativa. Hartmann y Kester:

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, y es posible porque en muchas de éstas los órganos vegetativos tienen capacidad de formar nuevas raíces y las partes de la raíz pueden regenerar un nuevo tallo. Las hojas pueden regenerar nuevos tallos y raíces. Un tallo y una raíz (o dos tallos), cuando se les combina de modo adecuado por medio de injerto, forman una conexión vascular continua²³.

Para Trujillo:

Propagación vegetativa se entiende la reproducción asexual de plantas a partir de partes de raíz, tallo, hojas o ramas originando plantas genéticamente iguales a la planta original. Hay tres definiciones que es necesario tenerlas en cuenta para adelantar trabajos con propagación vegetativa:

Ortet

La planta original de la cual se extrae las plantas para ser propagadas vegetativamente, se denomina ortet.

Ramets

²¹ NARVÁEZ, Oscar y BELALCÁZAR, Luis Alonso. Op.cit., p.59.

²² RAVEN, Peter. Biología de las plantas. Barcelona, España : Editorial Reverte, 1992. p. 770.

²³ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Propagación de Plantas principios y prácticas. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 813p.

Las nuevas plantas propagadas vegetativamente a partir de un ortet, se denomina ramets.

Clon

La planta original ortet y las plantas propagadas a partir de ella, los ramets, forman un conjunto denominado clon²⁴.

Para el mismo autor, la propagación vegetativa tiene variados usos y se pueden definir así:

- Establecimiento de colecciones de clones con el fin de conservar los recursos genéticos de muchas especies que están en peligro de extinción y/o propagar algunas especies que no son fáciles de reproducir por métodos sexuales convencionales o son de muy escasa o espaciada reproducción.
- Establecimiento de huertos semilleros para el adelanto de programas de mejoramiento genético de diferentes especies.
- Reproducción de material vegetal para abastecer programas de reforestación²⁵.

4.8.2 Limitaciones de la propagación vegetativa o asexual.

Para Cuculiza:

La propagación por estacas presenta algunos inconvenientes: las plantas obtenidas por esta vía son menos vigorosas, debido a su sistema radicular superficial y relativamente pobre; además estas plantas son relativamente menos resistentes a enfermedades, que en muchos casos son producto de lo anterior. No todas las especies toleran este tipo de propagación, por lo que es imprescindible el uso de fitohormonas y reguladores de crecimiento²⁶.

4.8.3 Estacas. Salazar manifiesta:

²⁴ TRUJILLO, Enrique. Fundamentos para el manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia : Editora Guadalupe, 1989. p. 131 - 132.

²⁵ Ibid., p.134 -135

²⁶ CUCULIZA, P. Propagación de plantas. Lima, Perú: Talleres Gráficos Villanueva, 1956. 280p.

Las estacas son parte de tallos o raíces que tienen la posibilidad de formar una planta rápidamente. Para cortar una estaca se recomienda que la rama sea joven y que por lo menos tenga entre 3 a 5 nudos. El corte de la estaca se debe realizar en la parte de abajo, recto y justamente debajo del nudo y el corte de arriba se debe realizar en diagonal por arriba del nudo. La siembra se realiza enterrando la estaca por su parte plana, al menos unos 4 centímetros²⁷.

Para Trujillo:

La estaca es una porción de la planta usada para reproducir asexualmente una determinada especie. Se considera reproducida una estaca cuando, posterior a su siembra, presenta brotación de hojas y emisión de raíces, característica conocida como "enraizamiento", que se interpreta como la formación de una nueva planta a partir de una estaca²⁸.

4.8.4 Tipo de estaca. Para Cenicafé:

Las estacas casi siempre se hacen de las partes vegetativas de la planta, tales como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, y bulbos), hojas y raíces, generalmente no se usa las partes reproductoras de la planta, aunque se ha reportado que partes tales como el ovario, pedúnculo, los pétalos y los cotiledones han formado raíces²⁹.

Para Hartmann y Kester:

Las estacas pueden provenir de un tallo, una raíz o una hoja y se denomina estaca de tallo, raíz u hoja³⁰.

4.8.5 Estacas de tallo. Para Hartmann y Kester:

Este es el tipo de estaca más importante y puede ser dividido en 4 grupos de acuerdo con la naturaleza de la madera usada para hacerla: de madera dura, de madera semidura, de madera suave y herbácea³¹.

²⁷ SALAZAR, A. Evaluación agronómico del "Botón de Oro" (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray - familia compuesta) y el "Apinocho" (*Malvaviscus penduliflorus* - familia malvaceae). Cali Valle: Convenio CETEC - IMCA – CIPAV, 1992. p. 75-79.

²⁸ TRUJILLO, Enrique. Fundamentos para el manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia : Guadalupe, 1989. p.133.

²⁹ CENICAFE, Manual de laboratorio de análisis foliares. Manizales, Colombia. Junio de 1994. 52p.

³⁰ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p. 348.

³¹ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p. 348.

Para Weaver:

Las estacas obtenidas de especies de hoja caduca, se denominan “estacas de madera dura” y “estacas de madera suave” o “de madera semidura” las que se recolectan durante la temporada de crecimiento; mientras las plantas presentan tallos no lignificados o cuya madera ha madurado sólo parcialmente³².

4.8.6 Propagación por estacas. Para Hedde y Lecourt:

Una alternativa común de propagación es la vegetativa, por medio de estacas. Este método consiste en separar un fragmento vegetal, mantenerlo vivo y conseguir que se regenere³³.

4.8.7 Importancia y ventajas de la propagación por estacas

Según Hartmann y Kester:

Una de las ventajas de esta forma de propagación es que a partir de plantas madres es posible reproducir una gran cantidad de plantas en un espacio limitado. Además, se obtiene una mayor uniformidad en las plantas establecidas, debido a la ausencia de variaciones genéticas que, en general, aparecen en las plantas provenientes de semilla³⁴.

4.8.8 Bases fisiológicas de la iniciación de la raíz en las estacas. Para Hartmann y Kester, citados por Gutiérrez:

El desarrollo vegetal está influenciado, entre otros factores, por diversas sustancias de síntesis natural, conocidas como hormonas, y otras sintéticas denominadas reguladores de crecimiento. Para distinguir entre hormonas vegetales y reguladoras del crecimiento, se puede decir que, todas las hormonas regulan el crecimiento, pero que no todos los reguladores del crecimiento son hormonas. De las fitohormonas (etileno, giberelinas, citoquininas, auxinas e inhibidores del crecimiento, como el ácido abscísico), las auxinas son las que tienen el mayor efecto sobre la formación de raíces³⁵.

³² WEAVER, R. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México DF, México: Trillas, 1976. 662p.

³³ HEDDE, A y LECOURT, M. El estaquillado, guía práctica de multiplicación de las plantas. Madrid, España: Mundi - prensa, 1981. 197p.

³⁴ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.237

³⁵ GUTIÉRREZ, B. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Santiago de Chile, Chile: Ciencia e Investigación forestal, 1995. p. 261 - 267.

Para Hartmann y Kester:

Es sabido que la presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte acción estimulante sobre la iniciación de raíces. Es probable que el fuerte efecto promotor de inducción de raíces que ejercen las hojas y yemas, se deba a otros factores más directos, dado que las yemas y hojas son poderosos productores de auxinas y los efectos se observan directamente debajo de ellas, ya que existe un transporte polar, del ápice a la base³⁶.

Para los mismos autores:

Estas auxinas se sintetizan en las hojas y meristemos apicales, a partir del aminoácido triptofano. La auxina ácido indol-3-acético (IAA) es una hormona natural que promueve la formación de raíces adventicias³⁷.

Según Salisbury:

Las auxinas cumplen un rol primordial en la elongación celular y éste puede ser descrito en dos procesos: aumentan la plasticidad de la pared celular y participan en reacciones que permiten el depósito de celulosa dentro de las paredes³⁸.

4.8.9 Efecto de los carbohidratos en el enraizamiento. Según Puri y Khara, citados por Gutiérrez:

La iniciación de raíces en las estacas requiere de energía. Considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes en los tallos, la degradación de carbohidratos se constituye probablemente en la única fuente de energía en las estacas para activar el proceso rizógeno, señalándose al almidón, cuando está presente, como la principal y posiblemente única fuente de energía para la iniciación y desarrollo del primordio radical³⁹.

4.9 FACTORES DE ENRAIZAMIENTO

Trujillo menciona que:

³⁶ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p. 288 - 290

³⁷ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

³⁸ SALISBURY, F. Fisiología vegetal. Mexico DF, México: Editorial Iberoamericana, 1991. 579p.

³⁹ GUTIÉRREZ, B. Op.cit., 597p

Cuando la planta se reproduce vegetativamente, influyen factores como su edad, estado de lignificación (es el endurecimiento de las células; la lignina es el componente principal de la madera), el tiempo de recolección de la estaca, el sustrato empleado, las condiciones climáticas y la posible ayuda que se obtiene con la adición de sustancias reguladoras del crecimiento⁴⁰.

Para Hartmann y Kester:

Existen especies cuyas estacas son difíciles que formen raíces, debido a la presencia de inhibidores naturales asociados a compuestos fenólicos, como son la lignina, flavonoles, antocianidinas, etc. Lavando las estacas con agua aumenta la calidad y cantidad de las raíces que se producen, ya que durante el lavado se liberan dichas sustancias⁴¹.

Según Hartmann y Kester, los principales factores que afectan la formación de raíces adventicias son:

4.9.1 Edad de la planta madre. Tanto las estacas de tallo como en las de raíz tomadas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil), enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en fase de crecimiento adulto), debido a que con la edad se produce un incremento en la producción de inhibidores para la formación de raíces, lo que está asociado a un aumento del contenido de compuestos fenólicos⁴².

Para Trujillo:

Por regla general, es más fácil reproducir por estaca los árboles más jóvenes, ya que su crecimiento permanece activo por mucho tiempo. En el trópico, no es fácil determinar la edad de los árboles y por tanto no se pueden establecer los rangos de las mejores edades. La relación con la edad es muy subjetiva, por las dificultades de su determinación y por la falta de investigación relativa a este tema⁴³.

4.9.2 Condición fisiológica de la planta madre. El material más adecuado para enraizar estacas es aquel en donde hay mayor riqueza de carbohidratos, lo que a su vez puede asociarse a la firmeza del tallo. Aquellos que tienen una concentración baja de carbohidratos son suaves y flexibles, mientras que los más ricos son firmes y rígidos. Un método para

⁴⁰ TRUJILLO, Enrique. Op. cit., p. 133.

⁴¹ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.294 - 295

⁴² HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., 813p.

⁴³ TRUJILLO, Enrique. Op. cit., p. 133.

determinar el contenido de carbohidratos de reserva, presente en estacas, es la prueba del lugol⁴⁴.

La misma fuente menciona que, en las plantas madres, el contenido bajo de nitrógeno y elevado de carbohidratos parece favorecer el enraizamiento, por lo que es más conveniente usar plantas madres que se hallen a pleno sol (garantiza la acumulación de carbohidratos) y escoger porciones basales de las ramas que tienen una relación nitrógeno /carbohidratos que favorece un buen enraizamiento⁴⁵.

Para Hartmann y Kester:

Hay cierta evidencia que el fotoperiodo bajo el cual se desarrolla la planta progenitora ejerce influencia sobre el enraizado de las estacas que se toman de ella, esto puede estar relacionado con la acumulación de carbohidratos, obteniéndose mejor enraizamiento con fotoperiodos que promuevan el incremento de carbohidratos. El fotoperiodo bajo el cual se enraíza la estaca tiene, en algunas especies, un efecto sobre la iniciación de los primordios radicales, siendo los días largos o la iluminación continua más efectiva que los días cortos⁴⁶.

4.9.3 Tipo de estaca. En especies leñosas, el tipo de estaca a escoger varía, desde ramas terminales de crecimiento en curso (suculentas), hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. Lo que puede ser ideal para una especie no necesariamente lo es para otra⁴⁷.

Cuando las estacas se toman en cualquier época, durante el estado vegetativo, enraízan bien, pero tan pronto como la planta madre empieza a florecer, las estacas difícilmente formarán raíces. Se sabe que entre la base y la zona apical de la rama existen marcadas diferencias en la composición química. A menudo se han observado variaciones en la producción de raíces entre las estacas tomadas de diferentes porciones de la rama, encontrándose, en muchos casos, que el mayor enraizamiento se obtiene de la porción basal de la misma⁴⁸.

En tallos leñosos de un año o más de edad, en donde se han acumulado carbohidratos en la base de ramas y tal vez en donde

⁴⁴ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁴⁵ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁴⁶ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., 813p.

⁴⁷ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁴⁸ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras del enraizamiento procedentes de yemas y hojas, se han formado en las partes basales algunas iniciales de raíces, el mejor material para estacas es la porción basal⁴⁹.

4.9.4 Época de colecta. Con frecuencia, los efectos de la temporada del año son reflejo de la respuesta de las estacas a las condiciones ambientales de las distintas épocas del año⁵⁰.

Sin embargo, en algunos casos, la época del año puede tener enorme influencia en los resultados obtenidos y es clave para conseguir un enraizamiento exitoso⁵¹.

Según Narváez y Belalcázar:

El arbusto forrajero colla negra mantiene su biomasa en cualquier condición climática, razón por la cual se constituye en una alternativa de alimentación en épocas de escasez de forraje; se puede concluir que es posible recolectar las estacas en esta especie en cualquier época del año⁵².

4.9.5 Condiciones sanitarias. La presencia de agentes patógenos no sólo reduce el porcentaje de enraizamiento, sino también el número de raíces que forman las estacas⁵³.

4.9.6 Condiciones ambientales. Son importantes ya que, en las estacas con hojas, es esencial que éstas mantengan su turgencia y que tengan un potencial de agua elevado⁵⁴.

Aunque la presencia de hojas en las estacas es un fuerte estímulo para la formación de raíces, por la producción de carbohidratos y auxinas, la pérdida de agua que ocasionan pueden reducir el contenido de agua de las estacas a un nivel tan bajo, que provoque la muerte antes que se formen las raíces⁵⁵.

Delvin, citado por Noguera y Mafla, afirma que:

⁴⁹ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁵⁰ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁵¹ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁵² NARVÁEZ, Oscar y BELALCÁZAR, Luis Alonso. Op.cit., p. 59.

⁵³ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁵⁴ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

⁵⁵ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.288 - 290

Las yemas de algunas plantas, principalmente especies leñosas, requieran de condiciones especiales de luz y temperatura para poder brotar. El crecimiento de las mismas puede quedar suspendido por algún factor adverso del medio o por la concentración de inhibidores de crecimiento⁵⁶.

4.9.7 Medios de enraizamiento. Para Hartmann y Kester:

Los medios de enraizamiento pueden ser muy variados. Estos, deben proporcionar una buena aireación, una alta capacidad de retención de agua y buen drenaje, además de mantener a la estaca, durante el período de enraizamiento, libre de bacterias y hongos perjudiciales. En aquellas especies que enraízan con dificultad, puede ayudar el uso de enraizantes, no sólo por el porcentaje de estacas enraizadas, sino también por la calidad del sistema radical formado. El tratar estacas con sustancias reguladoras de crecimiento, de tipo auxina (hormonas), aumenta el porcentaje de estacas que forman raíces, acelera la iniciación de ellas, aumenta el número y calidad de las raíces producidas por estaca y aumenta la uniformidad del enraizamiento⁵⁷.

Gutiérrez señala que:

La formación de raíces depende de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan, en forma compleja, generando cambios en el metabolismo y el crecimiento⁵⁸.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

⁵⁶ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Propagación vegetativa del Sauco (*Sambucus peruviana*) en el Municipio de Pasto Departamento de Nariño. Pasto, 1999, p. 54. Tesis de grado (I. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de I. Agroforestal.

⁵⁷ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p. 311

⁵⁸ GUTIÉRREZ, B. Op.cit., 597p.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Invernadero de La Universidad de Nariño (Figura 5), localizado en Torobajo, municipio de Pasto (ver Anexo L), departamento de Nariño, esta localidad cuenta con una temperatura promedio de 12C°, a una altura de 2488 m.s.n.m, precipitación anual promedio de 837 mm, y una clasificación de bosque seco montano bajo (bs-MB) según la clasificación de Holdridge⁵⁹.

Figura 5. Invernadero Universidad de Nariño (ver Anexo M)



Fotografía Ronald Darío Cisneros

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1 Material vegetativo (estacas). Se dividió la planta original en tres zonas para la toma de estacas: alta, media y baja. Se utilizó 180 estacas de los tres tercios de la planta colla negra con la finalidad de establecer el tercio o la zona más adecuada para realizar la propagación vegetativa en esta especie. Se seleccionaron plantas teniendo en cuenta su estado vegetativo, procurando seleccionar plantas en estado de prefoliación, ya que con plantas florecidas difícilmente pueden formar raíces porque las reservas de nutrientes se han destinado a la fructificación.

En el proceso de investigación se tomaron algunos datos en campo que corrobora lo afirmado por Gálvez:

Altura promedio de 3.90 m, sin determinar edad, tamaño de hojas en promedio de 25 cm de longitud y 13 cm de ancho, una producción forrajera estimada de 5.7 kg en hojas con peciolo.

⁵⁹ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 39

Los datos se obtuvieron con plantas de colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) ubicadas a orillas de carretera en la vía a la vereda Botana, corregimiento de Catambuco, la información lograda es el resultado de un promedio de varias plantas evaluadas (Figura 6).

Figura 6. Material Vegetativo



Fotografía Miguel Andrés Chaves

5.2.2 Recolección de estacas. La recolección de estacas se llevó a cabo en la vereda de Botana, corregimiento de Catambuco, municipio de Pasto (ver Anexo N), localizado a 8km de la ciudad de Pasto, con una temperatura promedio de 9C°. Se utilizó plantas con una altura promedio de 3.90mts y un diametro de copa de 1.60 a 2m, se seleccionaron estacas basales de las ramas de la planta, con una longitud promedio de 30 cm y un diámetro uniforme para cada una, se obtuvieron realizando cortes en bisel, ya que después que las estacas estén plantadas, el corte biselado evitará que se acumule agua en el extremo superior de cada una, ayudando a evitar la pudrición de los fragmentos a propagar, se empacaron en papel periódico humedecido para el transporte hasta el Invernadero de la Universidad de Nariño (Figura 7).

Figura 7. Recolección de estacas



Fotografía Miguel Andrés Chaves

5.2.3 Preparación de sustratos. Se emplearon dos tipos de sustrato, sustrato 1 (sólo suelo), se tomó suelo propio de la zona de recolección del material vegetal, que se usó para la mitad de las estacas de cada sección de la planta, sustrato 2 (suelo + cuyinaza), se tomó suelo propio de la zona y se mezcló con cuyinaza compostada en una proporción de 1:1 que se utilizó para la otra mitad de las estacas de cada sección.

Tabla 5. Análisis químico proximal cuyinaza

COMPONENTE	PORECENAJE
Carbono	6.31
Nitrógeno	0.59
Relación Carbono/Nitrógeno	10.71
Calcio	7.13
Fósforo	0.20
Magnesio	0.24
Potasio	1.42
Azufre	0.10
Cobre (ppm)	15
Manganeso	0.01
Zinc (ppm)	54
Hierro	0.9
Ph	9.0

Fuente: Laboratorios Udenar 2007

El suelo que se usó en el estudio fue tomado en la vereda Botana, corregimiento de Catambuco, se clasifica como un suelo Andisol; estos suelos poseen una textura arcillo-arenosa, baja susceptibilidad a la erosión, fertilidad media, difícil laboreo, retención de agua media y pobre aireación e infiltración. Los suelos de la zona son ligeramente ácidos, contenido de materia orgánica medio, altos contenidos de P, Ca, Mg, K, Fe, Mn, Zn y Cu, y bajo contenido de B. El contenido de carbono orgánico es de 3.82%, el de nitrógeno total de 0.29% y la relación C/N de 13.17⁶⁰.

5.2.4 Bolsas de polietileno. Se usaron bolsas de polietileno, color negro, perforadas a los lados y al fondo y de una capacidad de dos kilogramos.

5.2.5 Preparación de las estacas. Antes de la siembra se realizó un lavado a la totalidad de las estacas con aplicación de agua al clima para limpiarlas de impurezas y posibles agentes infecciosos que pudieron estar presentes durante la recolección de las mismas.

5.2.6 Preparación del caldo bordelés. Se utilizó una proporción de 1:1 de cal viva y sulfato de cobre, 10 gramos de sulfato de cobre y 10 gramos de cal hidratada por litro de agua, se disolvió primero el sulfato de cobre en medio litro de agua tibia y después se disolvió la cal hidratada en medio litro de agua. Con los ingredientes disueltos por separado se mezcló teniendo en cuenta de agregar el sulfato de cobre sobre la cal hidratada y se revolvió constantemente y se comprobó la acidez sumergiendo un machete en la mezcla.

Figura 8. Componentes para la preparación del caldo bordelés



Fotografía Miguel Andrés Chaves

⁶⁰SILVA, Amanda y MENJIVAR, Juan. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de Avena forrajera en un suelo andisol del Departamento de Nariño, Colombia [online]., 2009 – [consultado el 30 de Abril de 2009]. En Internet: // www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/195/470

5.2.7 Siembra. Las estacas ya preparadas se sembraron tomando en cuenta que 2 a 3 nudos estuvieran enterrados en el sustrato, y 3 a 4 nudos estuvieran por encima del nivel de llenado de las bolsas para asegurar que tengan la posibilidad de generar raíces dentro del sustrato y que broten nuevas hojas por encima del mismo.

5.2.8 Riego. Para el ensayo se usó un sistema de riego manual con regadera, en las tres primeras semanas se realizaron 2 riegos diarios, el primero a las 8 de la mañana y el segundo a las 6 de la tarde, a partir de la 4 semana se realizó un solo riego en horas de la mañana.

Figura 9. Aplicación de riego manual

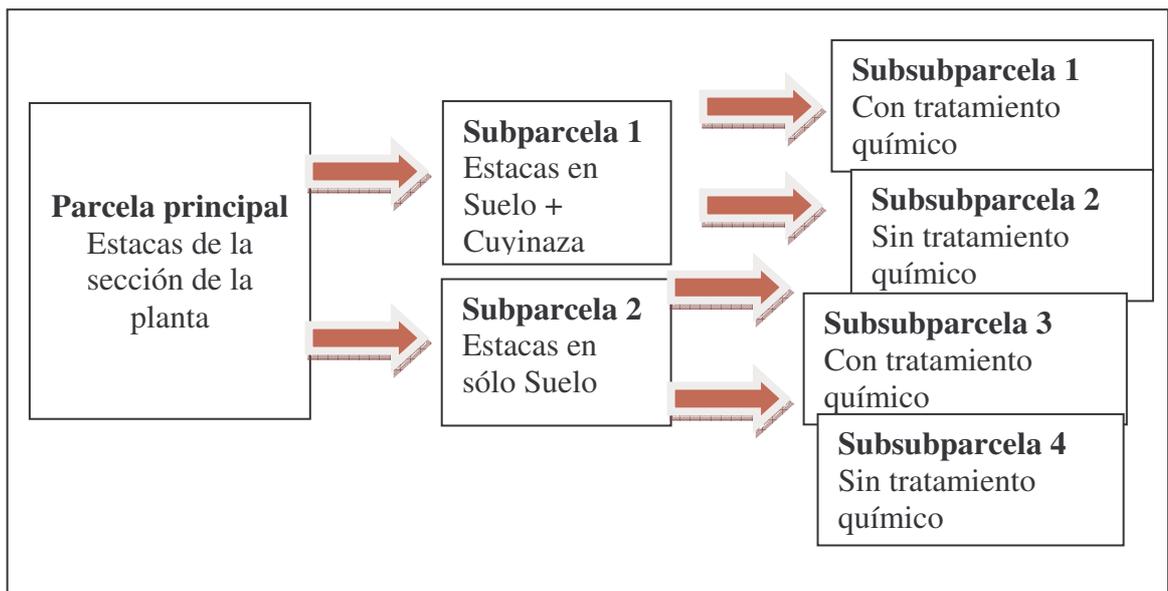


Fotografía Miguel Andrés Chaves

5.2.9 Procedimiento del experimento.

El experimento se realizó con estacas tomadas de las tres secciones de la planta: alta, media y baja; se utilizó dos tipos de sustrato, sustrato 1: 100% suelo, sustrato 2: 50% suelo + 50% cuyinaza; se aplicó un tratamiento químico a la mitad de las estacas sembradas en cada tipo de sustrato con la finalidad de evitar la pudrición de las estacas (Figura 10).

Figura 10. Esquema del experimento



5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2x2, realizando la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan, el análisis de los datos se realizó mediante el programa estadístico SAS.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$Y_{ijk} = u + A + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$, donde:

Y_{ijk} = Valor observado en el grupo experimental k de j dentro de la categoría parte de la planta

u = Media general del experimento

A_i = Efecto del caldo bordelés i

B_j = Efecto de tipo de sustrato j

AB_{ij} = Interacción caldo bordelés x tipo de sustrato

E_{ijk} = Error experimental

5.3.1 Formulación de hipótesis. Con el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis.

- **Hipótesis nula.**

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables.

- **Hipótesis alterna.**

La media de los tratamientos no es igual. Por lo tanto, se presentan diferencias significativas en los promedios de las variables evaluadas; al aceptar este tipo de hipótesis, se realiza una prueba de comparación de medias a través de la prueba de Duncan.

5.4 VARIABLES EVALUADAS

5.4.1 Porcentaje de prendimiento. Se determina que prendimiento es el tiempo que tarda una planta en arraigar en la tierra; por lo tanto, el porcentaje se calculó a los 50 días, tiempo prudencial para el periodo de prendimiento de las estacas.

Figura 11. Prendimiento de la colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) (ver anexo J)



Fuente: Fotografía Miguel Andrés Chaves

Para determinar el porcentaje de prendimiento, se aplicó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ prendi/} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estacas con brotación de meristemas remanentes}}{\text{Número de estacas sembradas}} \times 100$$

Fuente: Benavides y Rosero, citados por Insuasty y Gómez (2004)⁶¹.

⁶¹ INSUASTY, Carlos y GÓMEZ, Carlos. Evaluación del prendimiento por estaca de las especies Siete cueros (*Tibuchina grossa*), Encino (*Weinmania pubences*) y Majua (*Palicourea angustifolia*), en el vivero El Morar, continuo al relleno sanitario Antanas II Corregimiento de

5.4.2 Número promedio de brotes. Las yemas se definen como los puntos de crecimiento de la planta, pueden ubicarse al final o a lo largo de la rama, y dan origen a las hojas, por lo tanto los brotes se consideran como el nacimiento de nuevas hojas desde las yemas.

Figura 12. Brotación de yemas de una estaca de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) (ver Anexo G)



Fotografía Ronald Darío Cisneros

Para determinar el número promedio de brotes, se realizó un conteo de los brotes y se calculó un promedio por cada sección con las estacas que manifestaron brotación de yemas.

5.4.3 Porcentaje de mortalidad. La mortalidad se define como la tasa de disminución o decremento de una población, y se calculó teniendo en cuenta el número de sobrevivientes al final del estudio.

Morasurco, vereda La Josefina, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, 2004, p. 10. Tesis de grado (Tecnólogo Forestal). Institución Universitaria "Cesmag". Facultad de Ingeniería. Programa de Tecnología Forestal.

Figura 13. Estaca muerta de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

Para determinar la mortalidad se aplicó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Número de estacas muertas}}{\text{Número de estacas sembradas}} \times 100$$

Fuente: Benavides y Rosero, citados por Insuasty y Gómez (2004)⁶².

5.4.4 Porcentaje enraizamiento. El enraizamiento se define como la capacidad de la planta para producir nuevas raíces, y se calculó al final del estudio, desembolsando la totalidad de las estacas sobrevivientes.

⁶² Ibid.,p. 10

Figura 14. Formación de raíces en una estaca de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) (ver Anexo H)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

Para determinar el porcentaje de enraizamiento se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de enraizamiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estacas con brotación de raíces}}{\text{Número de estacas sembradas}} \times 100$$

5.4.5 Profundidad radicular. Se determinó midiendo la longitud de la raíz en centímetros desde el cuello de la plántula hasta la cofia (extremo de la raíz) y se realizó un promedio por cada sección con las estacas que manifestaron formación de raíces.

Figura 15. Profundidad de raíz en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

5.4.6 Número de hojas. Se estableció el número promedio de hojas realizando un conteo total de las hojas presentes en las estacas y se promedió por cada sección con estacas que manifestaron formación de hojas.

Figura 16. Hojas desarrolladas en una estaca de colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) (ver Anexo I)



Fotografía Miguel Andrés Chaves

5.4.7 Costos de establecimiento. Los costos fueron calculados al final del experimento, se debe tener en cuenta que el trabajo se realizó en el Invernadero de la Universidad de Nariño, disminuyendo considerablemente los costos, por lo tanto los costos de establecimiento a nivel de campo pueden variar.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los Cuadros 1 y 2 se resume los resultados de las diferentes variables que se evaluaron en la investigación.

Cuadro 1. Resultados de las estacas obtenidas de las secciones alta, media y baja de la planta con relación a las variables evaluadas.

Variables	Estacas de las secciones			
		Alta	Media	Baja
	Porcentaje de prendimiento	21.65%	36.66%	41.62%
	Número promedio de brotes	1.37b	2.38b	3.65b
	Porcentaje de mortalidad	54.95%	49.97%	43.3%
	Porcentaje de enraizamiento	23.22%	23.3%	39.97%
	Profundidad radicular	6.1cm	7.32cm	10.72cm
	Número de hojas	11.3h	21.05h	28.22h

Cuadro 2. Resultados de las estacas de las diferentes secciones con relación al tipo de sustrato y al tratamiento químico utilizado.

Variables		Tipo de Sustrato		Tratamiento Químico C/S	
		Suelo	Suelo + cuyinaza	Con caldo bordelés	Sin Caldo bordelés
	Porcentaje de prendimiento	38.85%	27.75%	18.85%	35.53%
	Número promedio de brotes	2.58b	2.5b	1.14b	3.92b
	Porcentaje de Mortalidad	45.51%	51.06%	68.83%	29.98%
	Porcentaje de enraizamiento	32.2%	25.46%	12.18%	31.08%
	Profundidad radicular	7.01cm	12.34cm	5.96cm	10.13cm
	Número de hojas	23.8h	16.58h	9.75h	30.63h

6.1 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

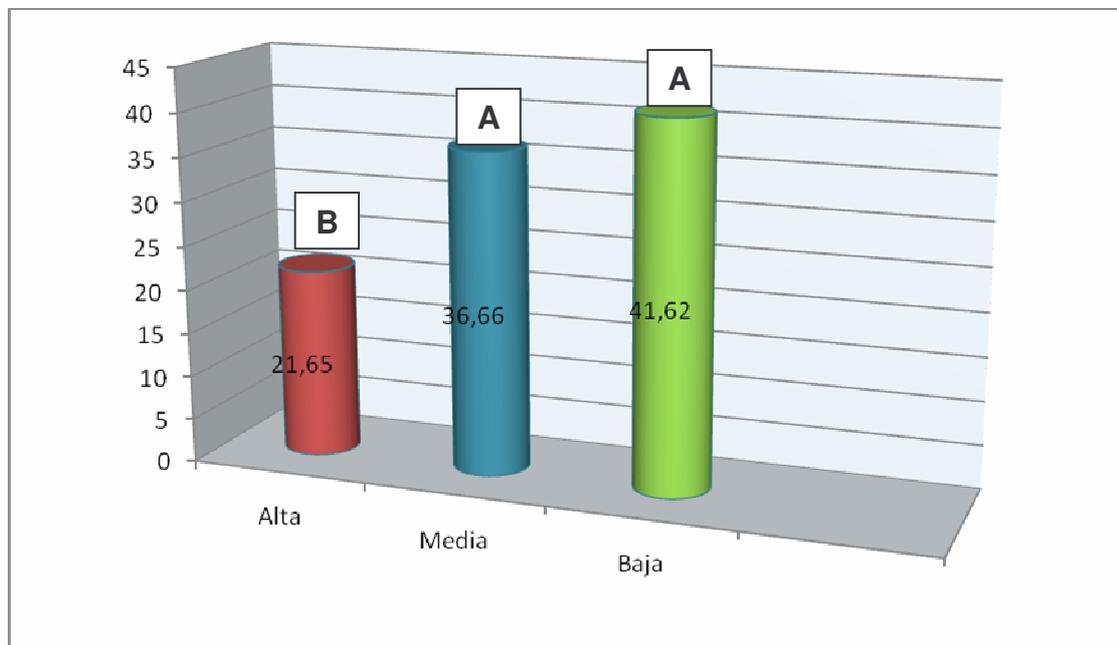
Los porcentajes de prendimiento entre las estacas de todas las secciones variaron debido al tipo de estaca, en función de la edad o madurez y espesor o grosor de las mismas, esto se vio reflejado en las diferencias en tiempo que algunas estacas tardaron en arraigar en el transcurso de la evaluación.

Los resultados para la variable porcentaje de prendimiento, el análisis de varianza (Anexo A), demostró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, se realizó la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan para seleccionar la (o las) mejor (es) secciones para la obtención de estacas.

Según la prueba de Duncan, estadísticamente no hubo diferencias significativas para las estacas de la sección media y baja de la planta, con 36.66% y 41.62% respectivamente, pero sí se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) en comparación con las estacas de la sección alta, con 21.65%, indicando que los mejores estacas con relación a la variable son de la sección media y baja de la planta (Figura 17).

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de prendimiento en estacas de las diferentes secciones, se encuentran registrados en la Figura 17, Cuadro 1 al inicio y anexo A.

Figura 17. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), de la secciones alta, media y baja de la planta.



Estos resultados posiblemente fueron causados porque las estacas de la parte media y baja de la planta pueden presentar una mayor reserva de nutrientes, lo cual constituye un factor definitivo para el prendimiento de las estacas; hay que resaltar que en la investigación no se tuvo en cuenta el diámetro del material propagado para su evaluación, sin embargo se tomaron estacas con un diámetro similar, cabe aclarar que las ramas de la sección baja de la planta presentaron un diámetro superior en comparación con el diámetro de la sección alta, esto pudo incidir en los resultados, ya que se observó que las estacas más delgadas tendían a debilitarse y secarse.

Esto puede sustentarse en lo afirmado por Salazar, quien dice que en un ensayo en el cual se evaluó el número de raíces y porcentaje de prendimiento 15 días después de la siembra, de estacas procedentes de diferentes partes del tallo, se encontró un 94% de prendimiento en estacas tomadas de la parte más leñosa y 58% en las procedentes de la parte media. El número de raíces fue de 4.25 y 3.5 respectivamente⁶³.

Villa y Gómez, citados por Noguera y Mafla, reportan que hay pruebas en ciertos compuestos fenólicos como el ácido cafeico, catecol y el ácido

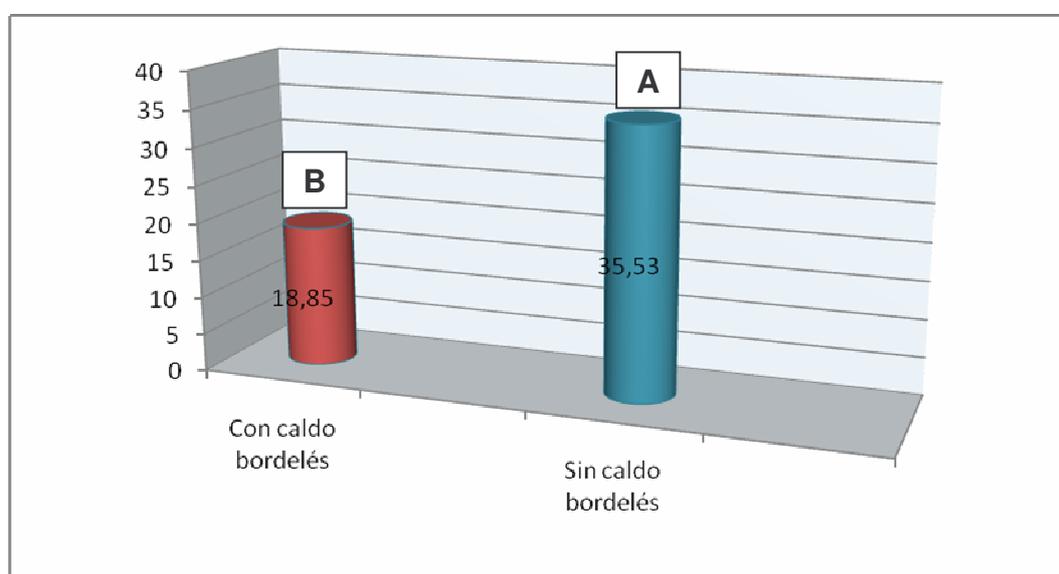
⁶³ SALAZAR, A. Op.cit., p. 75-79

clorogénico que son producidos en las hojas e interactúan junto a las auxinas para el prendimiento⁶⁴.

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento, no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de prendimiento bajo la aplicación del tratamiento químico se encuentran registrados en la Figura 18, Cuadro 2 al inicio y Anexo A.

Figura 18. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (*Smilax pyramidalis*) bajo aplicación del tratamiento químico (caldo bordelés).



La aplicación de caldo bordelés tuvo repercusión en los resultados para la variable porcentaje de prendimiento, el análisis de varianza (Anexo A) demostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) con y sin aplicación de caldo, el mejor porcentaje de prendimiento se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con una participación de 35,53%, al aplicarlo se notó una baja drástica del prendimiento en estacas de las diferentes secciones de la planta, con una participación de 18,85% en relación a la variable (Figura 18).

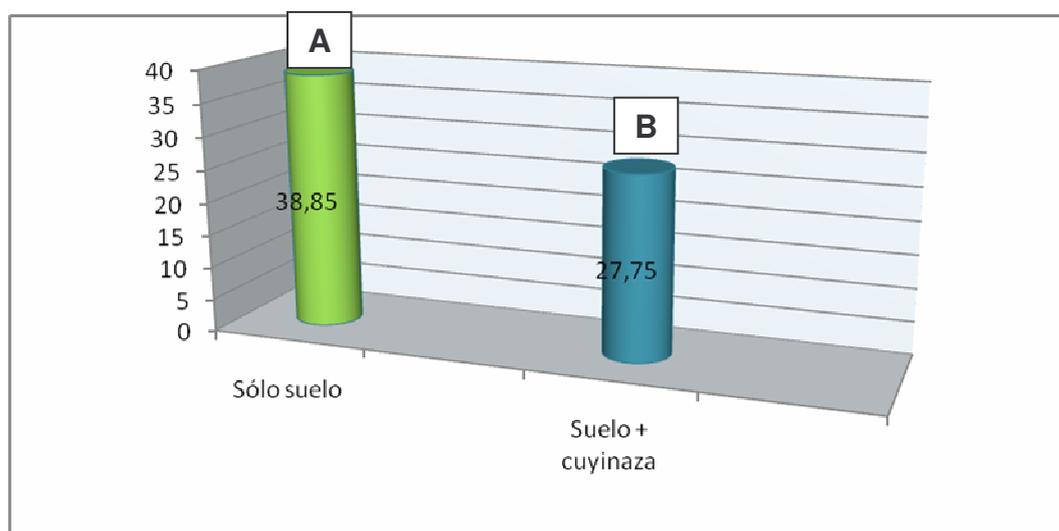
El menor porcentaje de prendimiento, al aplicar el tratamiento químico, se vio influenciado por la mortalidad de las unidades experimentales causada principalmente por el caldo y condiciones ambientales como la temperatura que

⁶⁴ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 59

fluctuaba en días despejados, se debe afirmar que la mortalidad de las estacas fue causado por pérdida de humedad o desecación, es de certificar que la aplicación de caldo bordelés no es necesaria cuando se maneja un cultivo en invernadero, ya que la mayoría de condiciones están bajo control y los niveles de pudrición causados por el exceso de humedad son mínimos.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de prendimiento bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados en la Figura 19, Cuadro 2 al inicio y Anexo A.

Figura 19. Porcentaje de prendimiento en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos demostró que para porcentaje de prendimiento, según el análisis de varianza (Anexo A), hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los sustratos utilizados, el mejor porcentaje de prendimiento lo manifestó el sustrato sólo suelo con una participación de 38.85%, mientras que para el sustrato suelo + cuyinaza reveló un 27.75% con relación a la variable (Figura 19).

Los resultados con el sustrato suelo + cuyinaza no fueron los esperados, esto posiblemente fue causado por que el nivel de compostamiento de la cuyinaza no fue el óptimo al momento de la mezcla con el suelo, alterando el pH en el sustrato, esto pudo provocar menores porcentajes de prendimiento.

Se debe tener en cuenta que los resultados con relación a la variable fueron bajos en los dos tipos de sustrato, indicando que el material utilizado como medio de prendimiento pudo no ser el apropiado.

Hartmann y Kester afirman que la tierra como sustrato puede impedir la suficiente aireación en la base de las estacas, causando procesos de hipoxia que disminuirían relativamente el éxito de los prendimientos⁶⁵.

Burbano, citado por Benavides y Rosero, afirma que dependiendo del material utilizado como sustrato, tiene efectos benéficos diversos. En lo físico, la razón de la cubierta protectora; en lo químico, al producirse la transformación o mineralización del material aplicado, y biológicos, al conseguir una acción integral que mejora las condiciones físicas, aumenta la cantidad de nutrimentos disponibles y favorece los fenómenos de antibiosis⁶⁶.

6.2 NÚMERO PROMEDIO DE BROTES

En todas las estacas de las diferentes secciones, las yemas o brotes foliares comenzaron a emerger entre la segunda y tercera semana de establecido el ensayo. El período de brote o rebrote de las yemas en las estacas pudo variar en función del tipo de estaca, la madurez y diámetro de las mismas.

Los resultados para la variable número promedio de brotes, el análisis de varianza (Anexo B), demostró que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, se realizó la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan para seleccionar la (o las) mejor (es) secciones para la obtención de estacas.

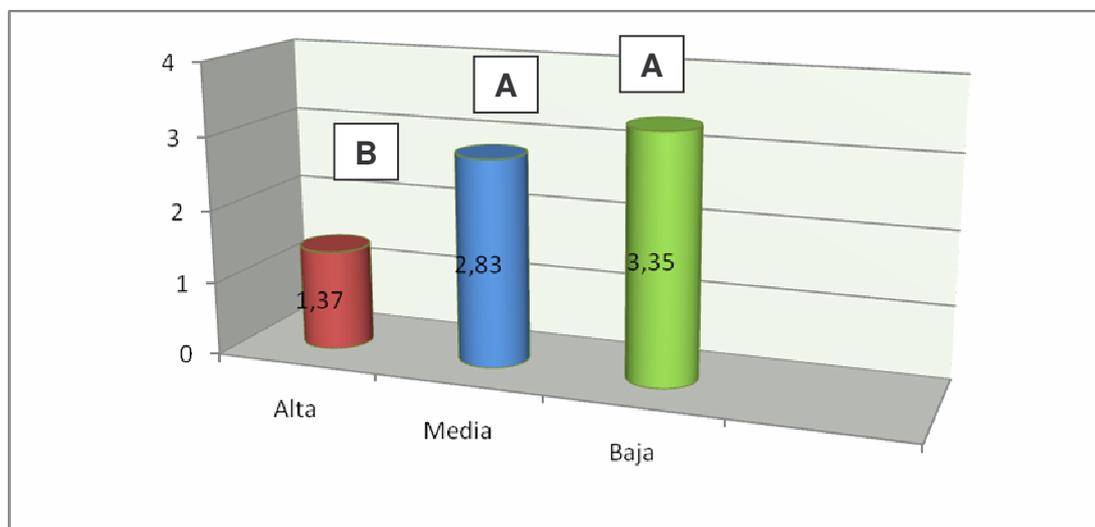
Según la prueba de Duncan, estadísticamente no hubo diferencias significativas para las estacas de la sección media y baja de la planta con un promedio de 2.83 brotes y 3.35 brotes respectivamente, pero sí se observó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en comparación con las estacas de la sección alta, con 1.37 brotes, indicando que las mejores estacas con relación a la variable son de la sección media y baja de la planta (Figura 20).

Los datos obtenidos para la variable número promedio de brotes, en estacas de las diferentes secciones de la planta, se encuentran registrados en Figura 20, Cuadro 1 al inicio y Anexo B.

⁶⁵ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.227

⁶⁶ BENAVIDES, Ana Lucía y ROSERO, Mauricio. Propagación por estacas del Laurel de cera (*Myrica pubescens*). Pasto, 1999, p. 23. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

Figura 20. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), de las secciones alta, media y baja de la planta.



Los resultados manifiestan una inclinación favorable para las estacas de la sección media y baja. Esto pudo ser causado porque las estacas de la sección media y baja presentaron una mejor reserva de carbohidratos, tal vez por tener un diámetro superior en comparación con las estacas de la sección alta de la planta, permitiendo el desarrollo de una mayor cantidad de brotes, otra causa aplicable puede ser que los niveles de citoquininas que controlan la brotación de las yemas foliares pudieron ser superiores en las secciones media y baja de la planta en comparación con la sección alta de la misma.

Para poder comparar estos resultados con otros trabajos, se cambiaron los datos de promedios a porcentajes, encontrando un 41.94% de brotación de yemas con estacas basales de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

Noguera y Mafla determinaron un porcentaje de brotación de yemas de 29.37% con estacas basales de Sauco (*Sambucus peruviana*), esto indica que la Colla negra presenta un mayor número de brotes en comparación con esta especie⁶⁷.

La afirmación anterior se puede sustentar por lo dicho por Zimmermann y colaboradores, citados por Marroquín y Obando, quienes dicen que las citoquininas, al igual que las auxinas u otras sustancias como la adenina,

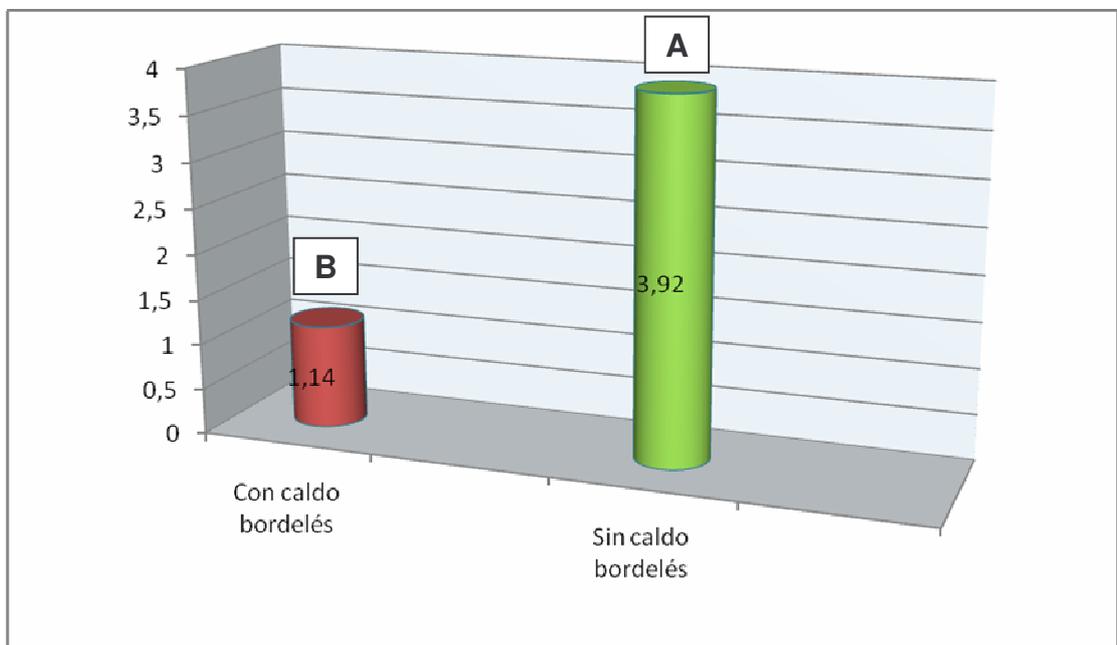
⁶⁷ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 52.

estimulan la división celular y cuando la proporción es elevada, se forman las raíces y hay buena brotación en las estacas⁶⁸.

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento, no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

Los datos obtenidos para la variable número promedio de brotes bajo aplicación del tratamiento químico se encuentran registrados en la Figura 21, Cuadro 2 al inicio y Anexo B.

Figura 21. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo la aplicación de tratamiento químico.



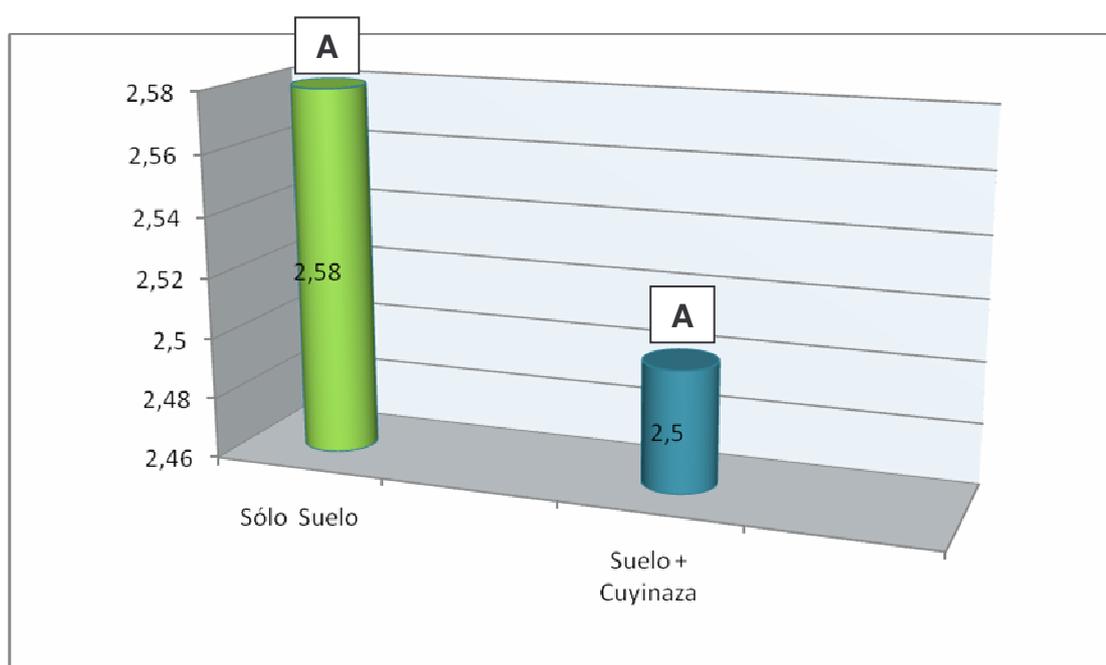
La aplicación de caldo bordelés en la variable número promedio de brotes, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) (Anexo B) con y sin aplicación de caldo, el mejor promedio de brotes se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con un promedio de 3.92 brotes, al aplicarlo se notó una baja drástica del número promedio de brotes en estacas de las diferentes secciones de la planta, con un promedio de 1,14 brotes en relación a la variable (Figura 21).

⁶⁸ MARROQUÍN, Fernando y OBANDO, Luis. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar del Matarratón (*Gliricidia sepium*) en el Valle del Patía. Pasto, 1995, p. 38. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

Los bajos resultados con aplicación de caldo fueron debido a que el tratamiento químico provocó el desecamiento de la estructura superior de la estaca impidiendo que los carbohidratos de reserva actúen en el desarrollo de los nuevos brotes.

Los datos obtenidos para la variable número promedio de brotes bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados en la Figura 22, Cuadro 2 al inicio y Anexo B.

Figura 22. Número promedio de brotes en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos mostró que para la variable número promedio de brotes, el análisis de varianza (Anexo B), no demostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los sustratos utilizados, sin embargo se presentaron mejores resultados para el sustrato sólo suelo con un promedio de 2,58 brotes, mientras que para el sustrato suelo + cuyinaza mostró un promedio de 2.5 brotes en relación a la variable (Figura 22).

Estos resultados demuestran que el tipo de sustrato no tiene gran influencia para obtención de un mayor número de brotes, sin embargo se sabe que el desarrollo de los nuevos brotes está relacionado directamente con las reservas de nutrientes y la presencia de hormonas vegetales como las auxinas y citoquininas presentes dentro de la estaca.

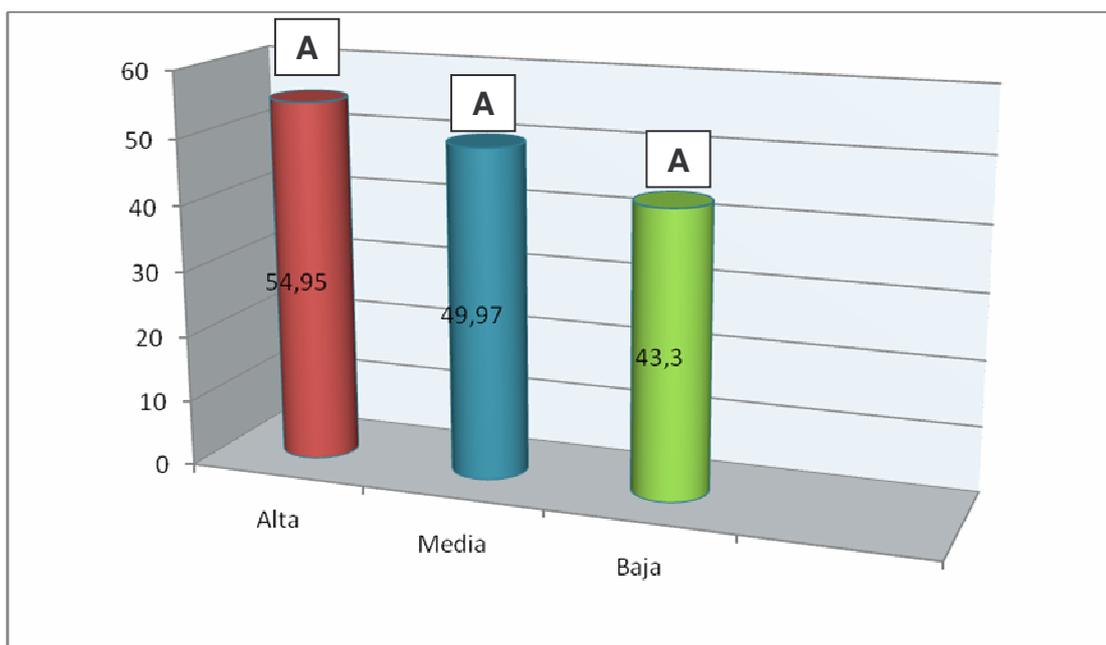
6.3 PORCENTAJE DE MORTALIDAD

Después de 60 días de establecido el ensayo, se evaluó el porcentaje de mortalidad alcanzado, que podría atribuirse en primer lugar, al efecto causado por la aplicación de caldo bordelés, en segundo lugar la falta de enraizamiento o desincronización entre enraizamiento y brotación en algunas estacas, y en tercer lugar, a factores fitopatológicos aún no esclarecidos.

Los resultados para la variable porcentaje de mortalidad, el análisis de varianza (Anexo C), demostró que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, sin embargo el mayor porcentaje lo manifestó las estacas de la sección alta de la planta con 54.95% (Figura 23).

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de mortalidad, en estacas de las diferentes secciones de la planta, se encuentran registrados en Figura 23, Cuadro 1 al inicio y Anexo C.

Figura 23. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) de las secciones alta, media y baja de la planta.



El porcentaje de mortalidad en estacas de las tres secciones de la planta fue elevada, posiblemente debida a varios factores como la edad o madurez, el diámetro, agentes fitopatógenos, inhibidores como el ácido abscísico, factores ambientales como la temperatura, el estado fisiológico de la planta madre y la

aplicación de caldo bordelés pudieron ser determinantes en la mortalidad de las estacas.

Azcon y Talon, citados por Noguera y Mafla, manifiestan que la mortalidad de las estacas depende de muchos factores como tipo de sustrato, cantidad y tipo de enraizador utilizado, tipo de estaca y dureza de la misma, además de las condiciones medioambientales, los cuales actúan de manera interrelacionada influyendo en el porcentaje de supervivencia de las estacas⁶⁹.

Benavides y Rosero reportan en un estudio similar de enraizamiento de Laurel de Cera (*Myrica pubescens*) el porcentaje de mortalidad correspondió al 90% de las estacas propagadas, lo que indica la dificultad del prendimiento con algunas especies nativas⁷⁰.

Para comparar estos datos se realizó un promedio total de la mortalidad encontrando un 50.74% en estacas basales de colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

Noguera y Mafla determinaron un porcentaje de mortalidad de 57.80% con estacas basales de Sauco (*Sambucus peruviana*), esto indica que comparado con este estudio, la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) presenta un menor porcentaje de mortalidad⁷¹.

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

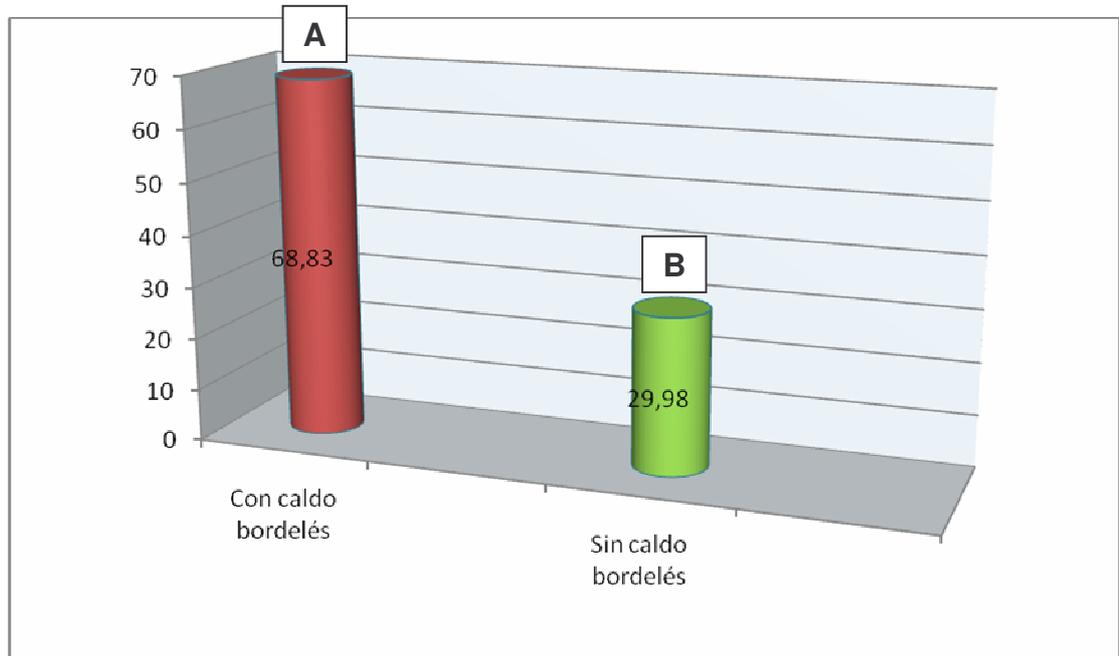
Los datos obtenidos para la variable porcentaje de mortalidad bajo aplicación de tratamiento químico se encuentran registrados en la Figura 24, Cuadro 2 al inicio y Anexo C.

⁶⁹ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 67

⁷⁰ BENAVIDES, Ana Lucia y ROSAERO, Mauricio. Op.cit., 52p.

⁷¹ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 65.

Figura 24. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo aplicación del tratamiento químico.

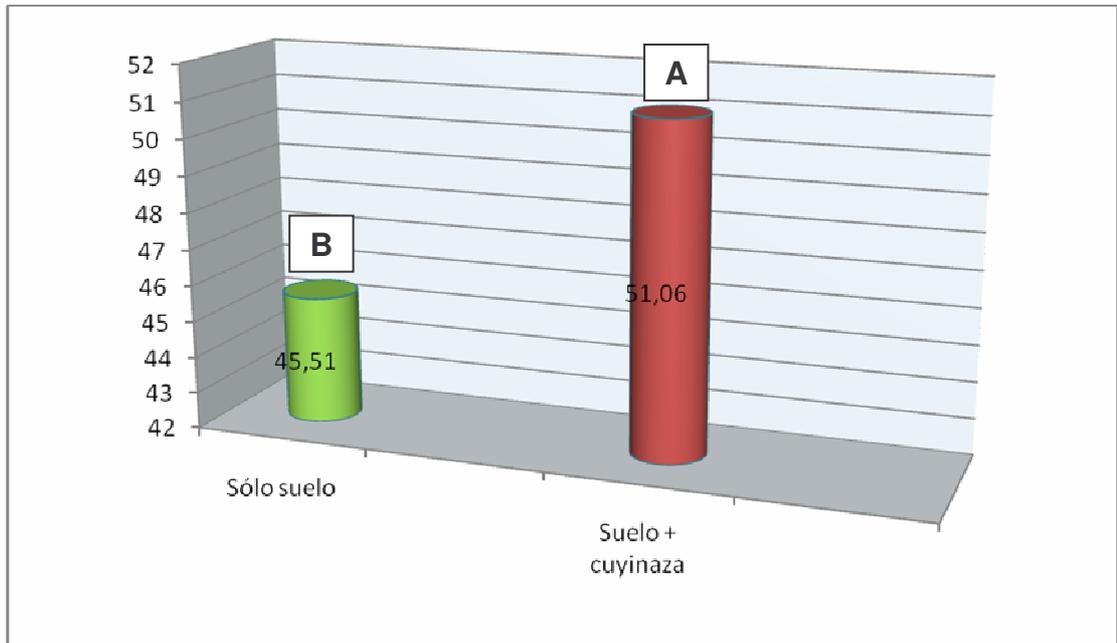


La aplicación de caldo bordelés tuvo repercusión en los resultados para la variable porcentaje de mortalidad, el análisis de varianza (Anexo C) demostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) con y sin aplicación de caldo el menor porcentaje de mortalidad se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con una participación de 29.98%, al aplicarlo se notó un incremento drástico de la mortalidad en estacas de las diferentes secciones de la planta con una participación de 68.83% (Figura 24).

No es posible dar una respuesta contundente para el efecto causado por el caldo bordelés sobre las estacas tratadas, se cree que la planta tiene cierto grado de sensibilidad al cobre, según esta hipótesis se debe tener en cuenta que uno de los motivos que pudo generar los resultados observados con aplicación del tratamiento químico puede ser que las concentraciones de los componentes del caldo fueron altas para el nivel de tolerancia de las estacas, además el caldo pudo obstruir la respiración en la parte superior de la estaca; teniendo en cuenta lo anterior y la incidencia de altas temperaturas dentro del invernadero durante días despejados, pudieron incurrir en la mortalidad, afectando las estacas tratadas con este elemento, tornándolas de color marrón y deshidratándolas, se considera que la aplicación del caldo bordelés fue una de las principales causas de mortalidad.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de mortalidad bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados la Figura 25, Cuadro 2 al inicio y Anexo C.

Figura 25. Porcentaje de mortalidad en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos mostró que para porcentaje de mortalidad, según el análisis de varianza (Anexo C), hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los sustratos utilizados, se presentaron menores porcentajes de mortalidad para el sustrato sólo suelo con 45.51%, mientras que para el sustrato suelo + cuyinaza fue mayor, con 51.06% (Figura 25).

Los resultados con el sustrato suelo + cuyinaza no fueron los esperados, esto pudo ser causado porque el estado de compostamiento de la cuyinaza no fue el óptimo al momento de la mezcla con el suelo, alterando el pH del sustrato, además la cuyinaza modificó las condiciones físico-químicas, la capacidad de retención de agua y ofrecimiento de nutrientes, esto pudo provocar alteraciones en los requerimientos de las estacas provocando mayores porcentajes de mortalidad en las estacas sembradas en este medio de enraizamiento. Esto indica que el sustrato suelo más cuyinaza puede no ser el apropiado para la propagación de esta especie.

6.4 PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

La formación de raíces adventicias en algunas estacas pudo observarse días después de iniciada la brotación de yemas foliares en algunas estacas, sin embargo este dato no es exacto sobre la iniciación de las raíces en esta especie, pero se sabe que está relacionado con la brotación de yemas foliares, como lo afirma Bonga, Pardos, Hartmann y Kester, citados por Gutiérrez⁷².

La misma fuente aclara que para explicar el proceso de inducción de raíces, existe la teoría de la rizocalina de Bouillene, la cual establece que un compuesto fenólico no específico (posiblemente dihidroxifenol) actúa como cofactor del enraizamiento. Este cofactor es producido en las hojas y yemas de la estaca y posteriormente translocado a la región del enraizamiento, donde en presencia de un factor no específico, que es translocado y que se encuentra en concentraciones bajas en los tejidos y de una enzima específica, localizada en las células de ciertos tejidos (polifenol-oxidasa), completan el complejo rizocalina, el cual actúa como estimulante de la rizogénesis⁷³.

Hartmann y Kester afirman que en las yemas en desarrollo se forman hormonas que, transportadas a través del floema a la base de la estaca, producen el estímulo necesario para la formación de raíces⁷⁴.

Gutiérrez señala que la formación de raíces depende de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan en forma compleja, generando cambios en el metabolismo y el crecimiento⁷⁵.

Hartmann y Kester indican que la auxina ácido indol-3-acético (IAA) es un hormona natural que promueve la formación de raíces adventicias⁷⁶.

Los resultados para la variable porcentaje de enraizamiento, el análisis de varianza (Anexo D), demostró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, se realizó la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan para seleccionar la (o las) mejor (es) secciones para la obtención de estacas.

Según la prueba de Duncan, estadísticamente no hubo diferencias significativas en las estacas de la sección alta y media de la planta con una participación de 23.22% y 23.3% respectivamente, pero sí se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) en comparación con las estacas de la

⁷² GUTIÉRREZ, B. Op.cit., 597p

⁷³ GUTIÉRREZ, B. Op.cit., 597p

⁷⁴ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.284

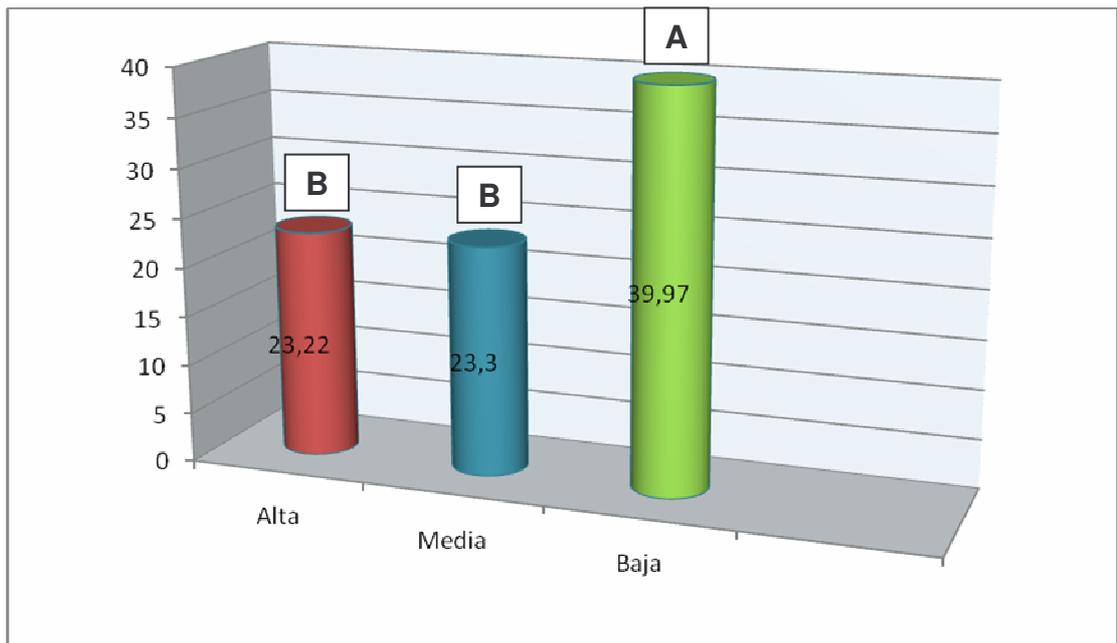
⁷⁵ GUTIÉRREZ, B. Op.cit., 597p

⁷⁶ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.283

sección baja, con 39.97%, indicando que las mejores estacas con relación a la variable son las de las sección baja de la planta (Figura 26).

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de enraizamiento en estacas de las diferentes secciones, se encuentran registrados en la Figura 26, Cuadro 1 al inicio y Anexo D.

Figura 26. Porcentaje de enraizamiento en estacas de colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) de las secciones alta, media y baja de la planta.



El porcentaje de enraizamiento alcanzado con estacas de colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), después de 60 días de establecido el ensayo, se podría considerar como un enraizamiento bajo para los tratamientos establecidos en el trabajo. Según Hartmann y Kester, esto pudo tener diversas causas que afectaron la formación de raíces adventicias, como la edad de la planta madre, la condición fisiológica, el tipo de estaca, la época de colecta, condiciones de enraizamiento, condiciones sanitarias, condiciones ambientales⁷⁷.

Para comparar estos datos se realizó un promedio total del porcentaje de enraizamiento, encontrando un 28.49% con estacas basales de colla negra (*Smallanthus pyramidalys*).

⁷⁷ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.304-311

Noguera y Mafla determinaron un porcentaje de enraizamiento de 22.06% con estacas basales de Sauco (*Sambucus peruviana*), esto indica que comparado con este estudio, la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) presenta un mayor porcentaje de enraizamiento⁷⁸.

Hartmann y Kester manifiestan que cuando las estacas se toman en cualquier época, durante el estado vegetativo, enraízan bien, pero tan pronto como la planta madre empieza a florecer, las estacas difícilmente formarán raíces⁷⁹. Esto pudo incidir en los resultados ya que en el estudio no se tuvo en cuenta el estado fisiológico de las plantas madres en la recolección del material propagado, únicamente se observó que las plantas seleccionadas no presentaran inflorescencias.

Los mismos autores afirman que existen especies cuyas estacas son difíciles que formen raíces, debido a la presencia de inhibidores naturales asociados a compuestos fenólicos, como son la lignina, flavonoles, antocianidinas, etc⁸⁰.

Urrego y Marín, citados por Benavides y Rosero, señalan que en estudios sobre la biología de formación de raíces en especies de los géneros Acer, Castanea, Junperius, Populus, Prunus, Pinus y Rhododendrom, el inicio de la producción de raíces es regulada por los balances entre carbohidratos, hormonas y compuestos nitrogenados presentes en los tejidos del material a enraizar. Lo anterior plantea que la capacidad de almacenamiento de estas sustancias en los diferentes tipos de estacas (en este caso la porción de la planta de donde fueron obtenidas), tenga un efecto sobre el porcentaje de enraizamiento⁸¹.

Puri y Khara, citados por Gutiérrez, mencionan que la iniciación de raíces en las estacas requiere de energía. Considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes en los tallos, la degradación de carbohidratos se constituye probablemente en la única fuente de energía en la estacas para activar el proceso rizogénico, señalándose al almidón, cuando está presente, como la principal y posiblemente única fuente de energía para la iniciación y desarrollo del primordio radical⁸².

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

⁷⁸ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 65.

⁷⁹ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.310

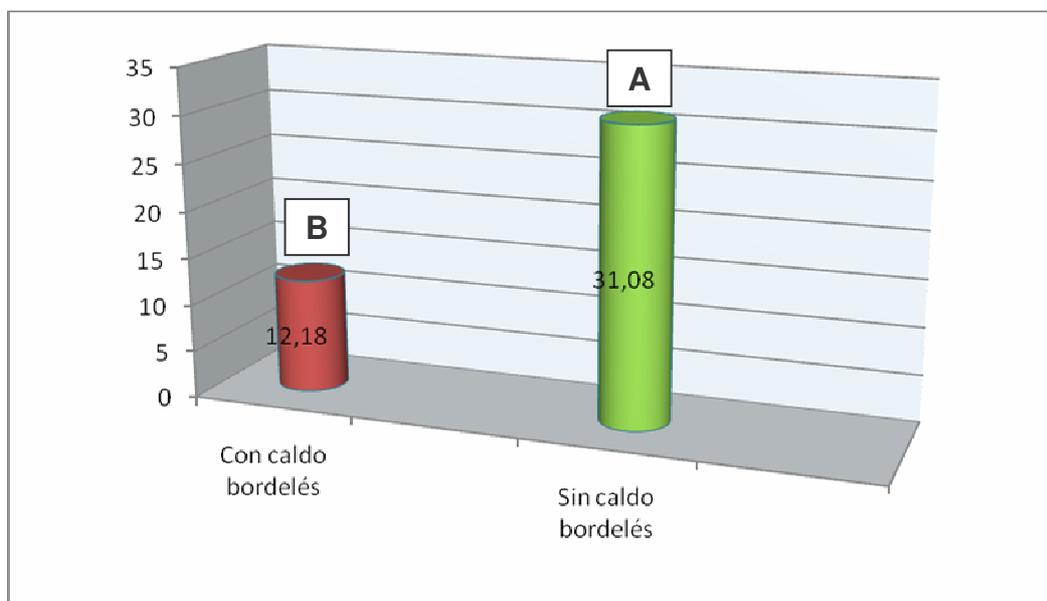
⁸⁰ HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Op.cit., p.310

⁸¹ BENAVIDES, Ana Lucia y ROSAERO, Mauricio. Op.cit., p. 25.

⁸² GUTIERREZ, B. Op.cit., 597p

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de enraizamiento bajo aplicación de tratamiento químico se encuentran registrado en la Figura 27, Cuadro 2 al inicio y Anexo D.

Figura 27. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo aplicación de tratamiento químico.

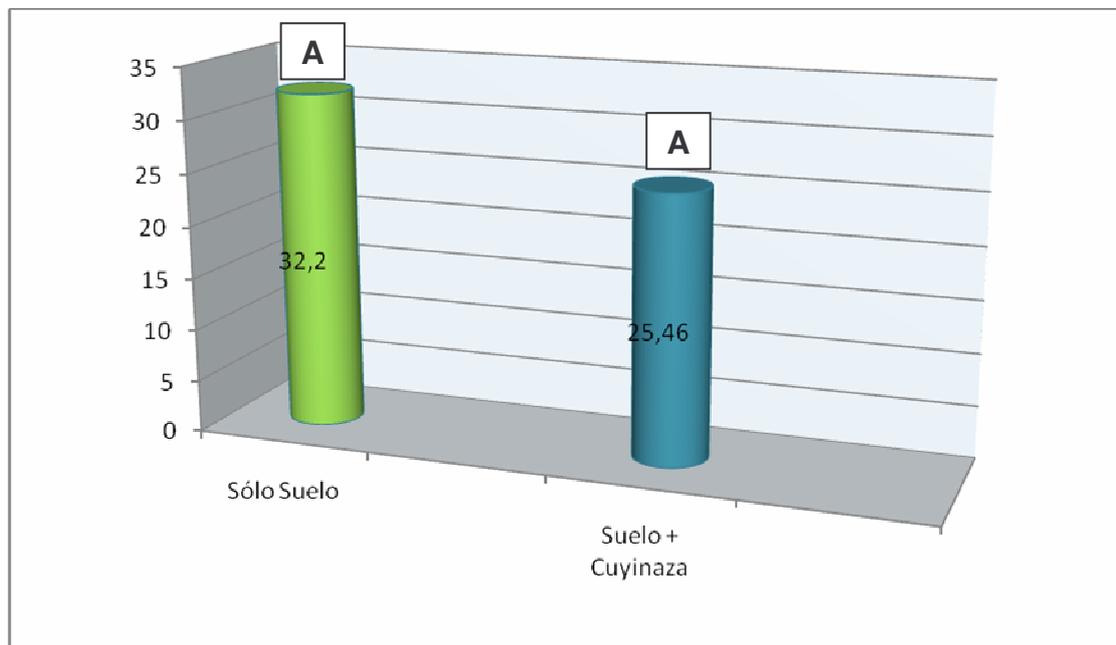


La aplicación de caldo bordelés tuvo repercusión en los resultados para la variable porcentaje de enraizamiento; el análisis de varianza (Anexo D) demostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) con y sin aplicación de caldo, el mejor porcentaje de enraizamiento se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con una participación de 31.08%, al aplicarlo se notó una baja drástica del enraizamiento en estacas de las diferentes secciones de la planta, con una participación de 12.18% en relación a la variable (Figura 27).

La aplicación de caldo bordelés afectó drásticamente la formación de raíces adventicias, los resultados fueron influenciados por la mortalidad causada por el tratamiento químico, posiblemente porque deprimió las reservas de carbohidratos, hormonas y compuestos nitrogenados presentes en los tejidos del material que tuvo contacto con el mismo, esto se pudo observar con la desecación de la mayor parte de la estaca.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de enraizamiento bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados en la Figura 28, Cuadro 2 al inicio y Anexo D.

Figura 28. Porcentaje de enraizamiento en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos demostró que para porcentaje de enraizamiento, según el análisis de varianza (Anexo D), no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los sustratos utilizados; sin embargo, el mejor porcentaje de prendimiento lo manifestó el sustrato sólo suelo, con una participación de 32.2%, mientras que para el sustrato suelo + cuyinaza reveló un 25.46% con relación a la variable (Figura 28).

Los resultados con el sustrato suelo + cuyinaza no fueron los esperados, esto pudo ser causado por que el nivel de compostamiento de la cuyinaza no fue el óptimo al momento de la mezcla con el suelo, alterando el pH en el sustrato provocando menores porcentajes de enraizamiento.

Para Bulves, la calidad de un sustrato es uno de los factores que más influye en el desarrollo de las plantas, ya que a través del mismo se definen el agua disponible para las mismas, la capacidad de retener y ofrecer nutrientes, que permitirán ajustar los esquemas de manejo. Este se verá reflejado en la velocidad de crecimiento de la planta como así también en su salud⁸³.

⁸³ BULVES, Silvia. Sustratos. Madrid, España : Agrotécnicas, 1997. 339p.

6.5 PROFUNDIDAD RADICULAR

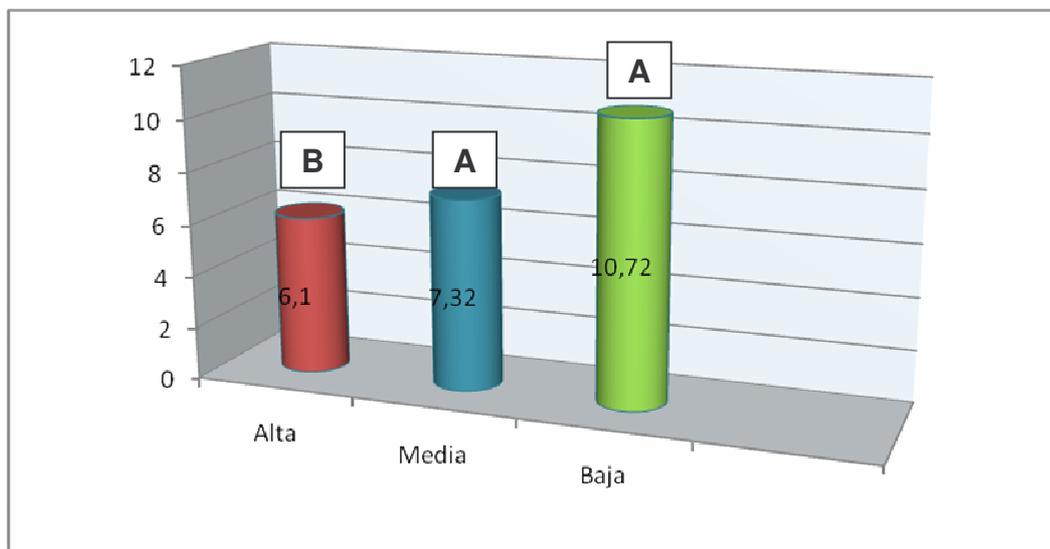
La medición de la longitud de las raíces se realizó a los 60 días después de sembradas las unidades experimentales, encontrando longitudes máximas de 21 cm y mínimas de 2 cm; teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un promedio en centímetros de las estacas de cada sección.

En los resultados para la variable profundidad radicular, el análisis de varianza (Anexo E) demostró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, se realizó la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan para seleccionar la (o las) mejor (es) secciones para la obtención de estacas.

Según la prueba de Duncan, estadísticamente no hubo diferencias significativas para las estacas de la sección media y baja de la planta, con una participación de 7.32 cm y 10.72 cm respectivamente, pero sí se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) en comparación con las estacas de la sección alta, con 6.1 cm, indicando que las mejores estacas con relación a la variable son de la sección media y baja de la planta (Figura 29).

Los datos obtenidos para la variable profundidad radicular, en estacas de las diferentes secciones de la planta, se encuentran registrados en Figura 29, Cuadro 1 al inicio y Anexo E.

Figura 29. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) de las secciones alta, media y baja de la planta.



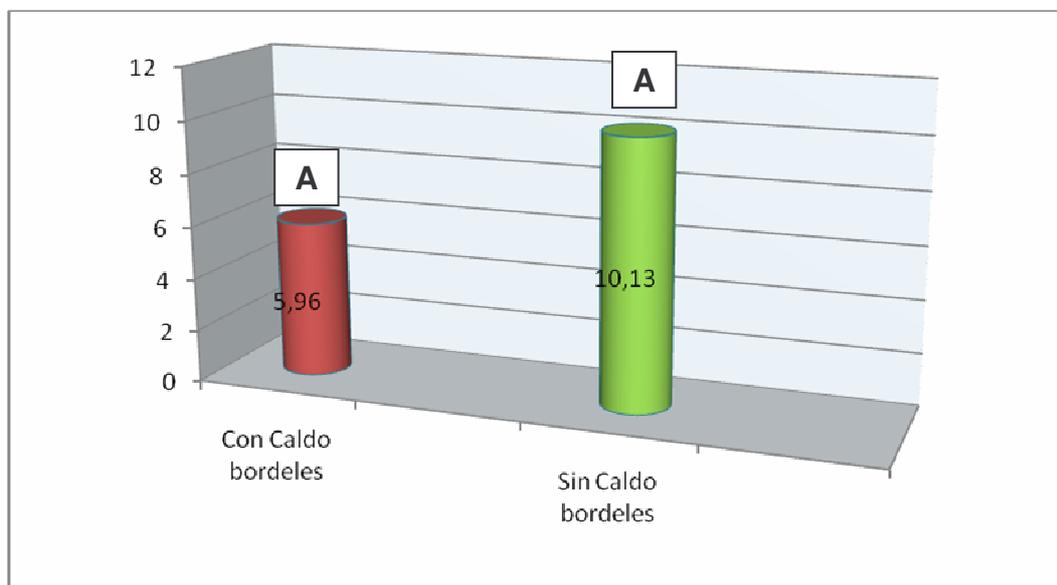
El promedio calculado para cada tratamiento es bajo en comparación con longitudes individuales encontradas en las diferentes estacas, esto puede indicar que la formación inicial del sistema radicular no fue igual para todas las estacas, exhibiéndose grandes diferencias en la longitud de las raíces.

Salisbury señala que las auxinas también promueven el desarrollo de raíces adventicias en estacas de tallo, ya que muchas especies poseen primordios de raíces adventicias en sus tallos, los cuales permanecen latentes por algún tiempo a menos que se les estimule con auxinas exógenas. Estos primordios, con frecuencia, se encuentran en los nudos o en los extremos inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos. En tallos que carecen de primordios radicales preformados, se formarán raíces adventicias a partir de divisiones celulares de la capa externa del floema⁸⁴.

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento, no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

Los datos obtenidos para la variable profundidad radicular bajo aplicación de tratamiento químico se encuentran registrados en la Figura 30 Cuadro 2 al inicio y Anexo E.

Figura 30. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo aplicación del tratamiento químico.



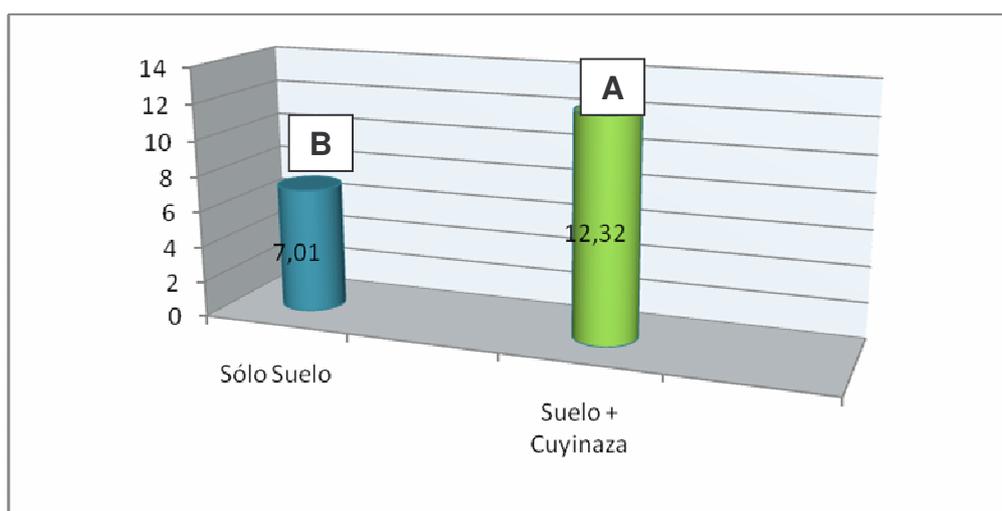
⁸⁴ SALISBURY, F. Op.cit., 579p

La aplicación de caldo bordelés no tuvo repercusión en los resultados para la variable profundidad radicular; según el análisis de varianza (Anexo E), no existen diferencias significativas ($P < 0.05$) con y sin aplicación de caldo, sin embargo la mayor longitud radicular promedio se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con una participación de 10.13 cm, al aplicarlo se notó una disminución de la longitud radicular en las estacas de las diferentes secciones, con una participación de 5.96 cm en relación a la variable (Figura 30).

Posiblemente la aplicación de caldo bordelés deprimió las reservas de nutrientes presentes en las estacas, retardando el inicio del proceso rizogénico que pudo haber marcado menores longitudes de raíces.

Los datos obtenidos para la variable profundidad radicular bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados en la Figura 31, Cuadro 2 al inicio y Anexo E.

Figura 31. Profundidad radicular en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos demostró que para la variable profundidad radicular, según el análisis de varianza (Anexo E), hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los sustratos utilizados. La mayor longitud radicular promedio se manifestó en el sustrato suelo + cuyinaza con una participación de 12.34 cm, mientras que para el sustrato sólo suelo reveló una longitud de 7.01 cm con relación a la variable (Figura 31).

Algunas características de la cuyinaza pudieron modificar las propiedades físico-químicas y microbiológicas al realizar la mezcla con el suelo, aportándole al sustrato mayor porosidad y aireación, mejorando también la infiltración y favoreciendo el desarrollo radical.

Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización. Almacenándolos o cediéndolos según las exigencias de la planta.

Burbano, citado por Benavides y Rosero, afirma que, dependiendo del material utilizado como sustrato, tiene efectos benéficos diversos. En lo físico, la razón de la cubierta protectora; en lo químico, al producirse la transformación o mineralización del material aplicado, y biológicos, al conseguir una acción integral que mejora las condiciones físicas, aumenta la cantidad de nutrimentos disponibles y favorece los fenómenos de antibiosis⁸⁵

6.6 NÚMERO DE HOJAS

La cantidad de hojas observadas en los diferentes tipos de estaca está relacionado con el número promedio de brotes, el número total de hojas se obtuvo a los 60 días de establecido el experimento, revelando una buena cantidad de hojas formadas durante este periodo,

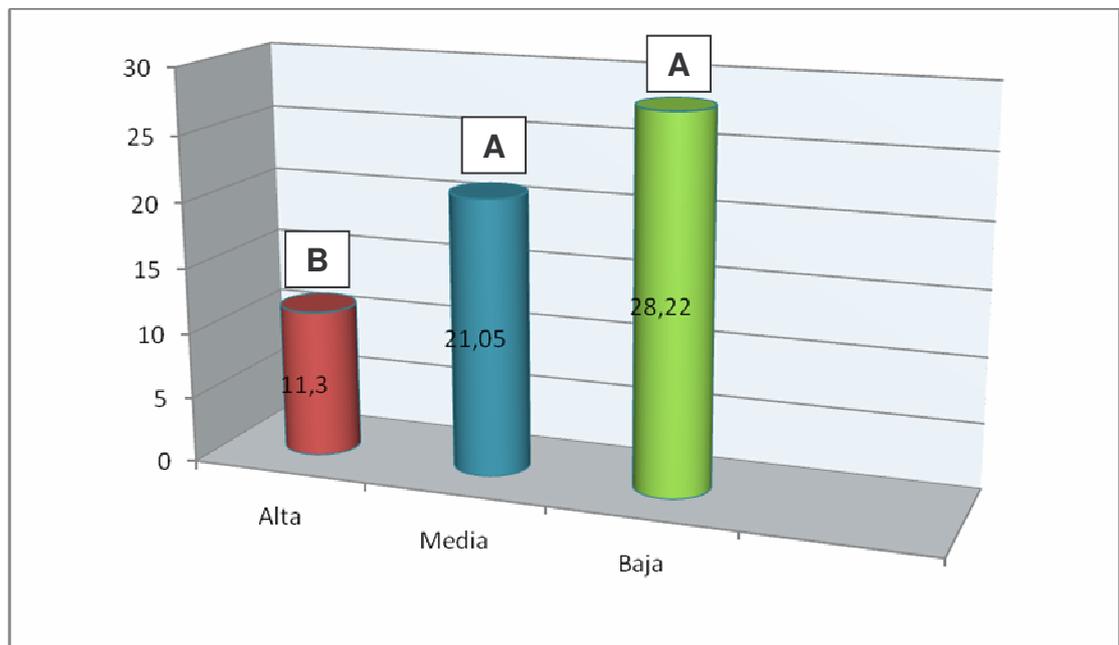
Los resultados para la variable número de hojas, el análisis de varianza (Anexo F), demostró que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las estacas de diferentes secciones de la planta, se realizó la prueba múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan para seleccionar la (o las) mejor (es) secciones para la obtención de estacas.

Según la prueba de Duncan, estadísticamente no hubo diferencias significativas para las estacas de la sección media y baja de la planta, con un promedio de 21.05 hojas y 28.22 hojas respectivamente, pero sí se observó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en comparación con las estacas de la sección alta, con 11.3 hojas, indicando que las mejores estacas con relación a la variable son de la sección media y baja de la planta (Figura 32).

Los datos obtenidos para la variable número de hojas, en estacas de las diferentes secciones de la planta, se encuentran registrados en Figura 32, Cuadro 1 al inicio y Anexo F.

⁸⁵ BENAVIDES, Ana Lucia y ROSERO, Mauricio. Op.cit., p. 23.

Figura 32. Número de hojas en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) de las secciones alta, media y baja de la planta.



Los resultados demuestran la formación de un buen número promedio de hojas, para las estacas procedentes de las secciones media y baja de la planta, esto pudo ser causado porque en estas estacas hubo un mejor equilibrio de nutrientes y hormonas como las auxinas y citoquininas contribuyendo con el desarrollo de hojas.

Cortés, citado por Noguera y Mafla, indica que la presencia de hojas en la propagación vegetativa es muy importante ya que éstas aportan cofactores como compuestos azucarados y materiales nitrogenados que influyen considerablemente en el prendimiento de las estacas, ya que estimulan el enraizamiento pero se debe tener en cuenta que son un factor que puede alterar el equilibrio hídrico, por lo que es importante mantener un grado de humedad alto con el fin de evitar este factor⁸⁶.

Para poder comparar estos resultados con otros trabajos, se cambiaron los datos de promedios a porcentajes, encontrando un 33.33% de formación de hojas con estacas basales de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

⁸⁶ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 58.

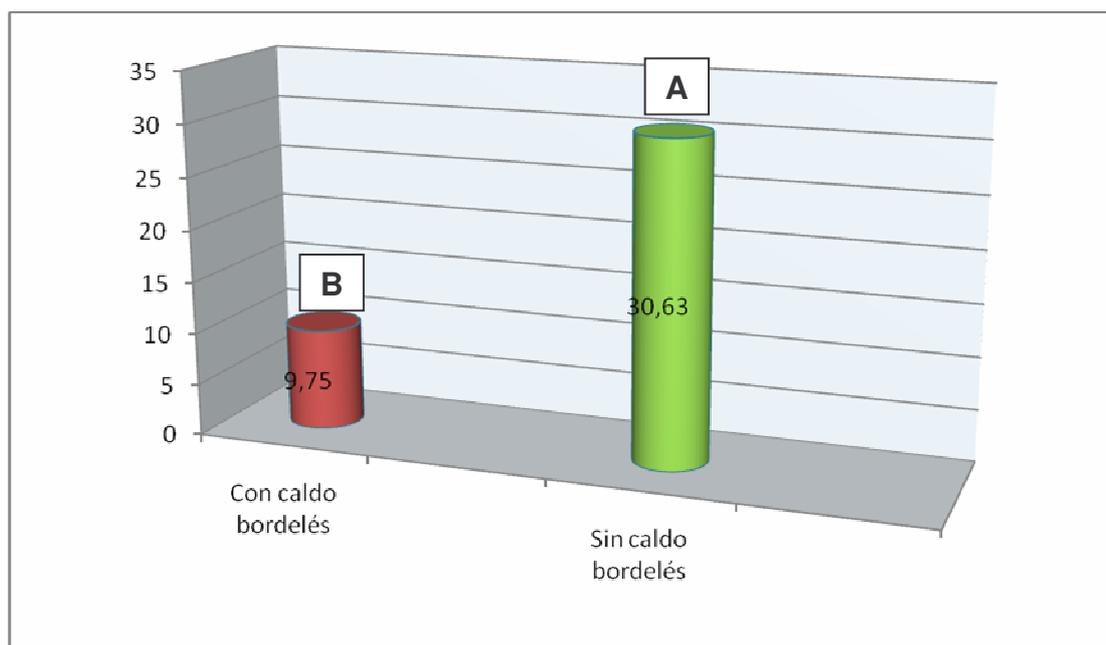
Noguera y Mafla determinaron un porcentaje de formación de hojas de 59.40% con aplicación de 500ppm de ácido naftalenacético (ANA) en estacas basales de Sauco (*Sambucus peruviana*)⁸⁷.

La afirmación anterior se puede sustentar por lo dicho por Zimmernan y colaboradores, citados por Marroquín y Obando, quienes dicen que las citoquininas, al igual que las auxinas u otras sustancias como la adenina, estimulan la división celular y cuando la proporción es elevada se forman las raíces y hay buena brotación foliar en las estacas⁸⁸.

La aplicación de caldo bordelés se realizó con el fin de evitar la pudrición del material propagado, cabe resaltar que durante todo el experimento no se observaron estacas afectadas por la pudrición con y sin utilización de tratamiento químico.

Los datos obtenidos para la variable número de hojas bajo aplicación de tratamiento químico se encuentran registrados en la Figura 33, Cuadro 2 al inicio y Anexo F.

Figura 33. Número de hojas en estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo aplicación de tratamiento químico (caldo bordelés).



⁸⁷ NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Op.cit., p. 57.

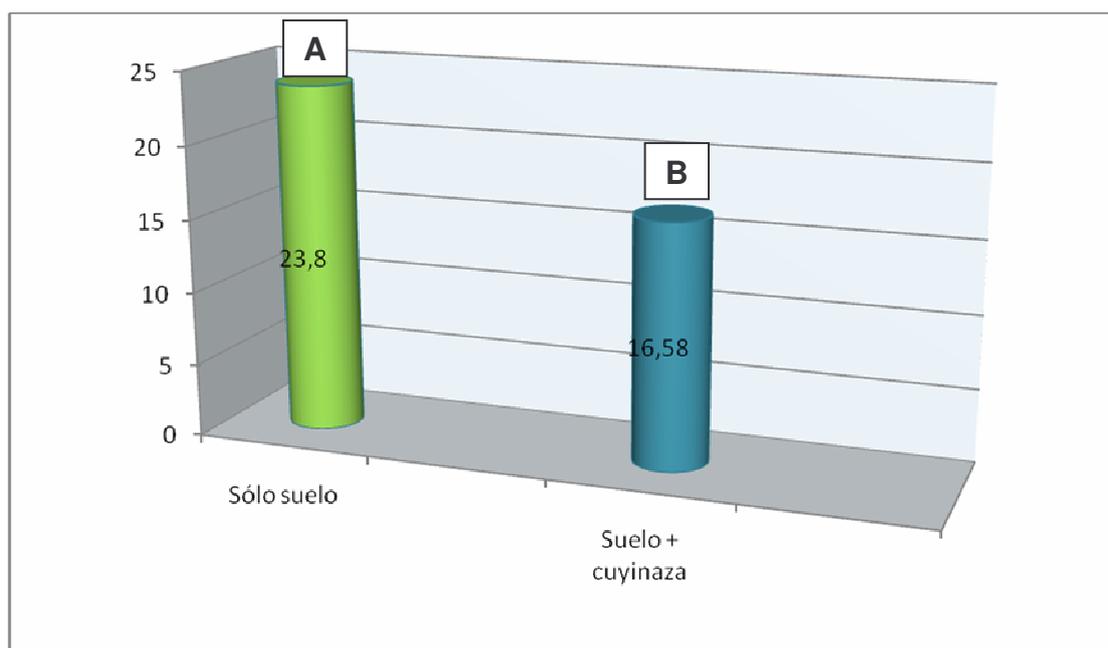
⁸⁸ MARROQUÍN, Fernando y OBANDO, Luis. Op.cit., p.38.

La aplicación de caldo bordelés en la variable número de hojas, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) (Anexo F) con y sin aplicación, de caldo, el mayor número promedio de hojas se obtuvo cuando no se aplicó caldo bordelés, con un promedio de 30.63 hojas, al aplicarlo se notó una baja drástica del número de hojas en estacas de las diferentes secciones de la planta, con un promedio de 9.75 hojas (Figura 33).

La utilización de caldo bordelés, al parecer, afectó el desarrollo normal de los brotes foliares, en consecuencia se deprimió la cantidad total de hojas en formación para las estaca sometidas al tratamiento químico, esto se puede explicar con el desecamiento causado a la mayoría de las estacas, evitando que las reservas de nutrientes y hormonas vegetales actúen.

Los datos obtenidos para la variable número de hojas bajo dos tipos de sustrato se encuentran registrados en la Figura 34, Cuadro 2 al inicio y Anexo F.

Figura 34. Número de hojas en estacas de Colla negra (*Smilax pyramidalis*) bajo dos tipos de sustrato.



La utilización de diferentes sustratos demostró que para la variable número de hojas, según el análisis de varianza (Anexo F), hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los sustratos utilizados. El mayor número promedio de hojas se manifestó en el sustrato sólo suelo, con una participación de 23.8 hojas, mientras que el sustrato suelo + cuyinaza reveló un promedio de 16.58 hojas (Figura 34).

Estos resultados demuestran que el tipo de sustrato tiene gran influencia para obtención de un mayor número de hojas, sin embargo se sabe que el desarrollo de los nuevos brotes y posteriormente las nuevas hojas está relacionado directamente con las reservas de nutrientes y la presencia de hormonas vegetales como las auxinas y citoquininas latentes dentro de la estaca.

La afirmación anterior se puede sustentar por lo dicho por Zimmernan y colaboradores, citados por Marroquín y Obando, quienes dicen que las citoquininas, al igual que las auxinas u otras sustancias como la adenina, estimulan la división celular y cuando la proporción es elevada se forman las raíces y hay buena brotación en las estacas⁸⁹.

⁸⁹ MARROQUÍN, Fernando y OBANDO, Luis. Op.cit., p.38

6.7 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

Los costos de establecimiento se discriminan en la Cuadro 3, en este caso tomamos el costo integral del experimento.

Cuadro3. Costos de establecimiento

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
CONSECUCCIÓN DEL MATERIAL VEGETATIVO			
Obtención y corte de estacas	2 jornales	10.000	20.000
Estacas	200 Unidades	100	20.000
Combustible para transporte	2 galones	6.500	13.000
CONSECUCCIÓN DEL SUSTRATO			
Cuyinaza	2 bultos	9.000	18.000
Suelo propio de la zona	6 bultos	1.000	6.000
Obtención y carga	2 jornales	10.000	20.000
Combustible para transporte	2 galones	6.500	13.000
SIEMBRA			
Bolsas por 2 Kg	200 Unidades	40	8.000
Embolsado y sembrado	2 jornales	10.000	20.000
MANTENIMIENTO			
Riego	6 jornales	10.000	60.000
Deshierbe	2 jornales	10.000	20.000
ELABORACIÓN DEL CALDO BORDELÉS			
Sulfato de cobre	1 kilo	8.000	8.000
Cal hidratada	1 kilo	2.000	2.000
TOTAL			175.000

El costo de establecimiento del experimento bajo condiciones de vivero fue de un solo valor para todas las parcelas, ya que no fue posible diferenciar costos, porque el ensayo se tomó como un todo, brindando las mismas condiciones para todas las unidades experimentales en su establecimiento y manejo. Hay que tener en cuenta que en el establecimiento del experimento no se construyó ningún invernadero o vivero para el desarrollo del trabajo, gracias a que la Universidad de Nariño cuenta con un invernadero bien establecido, disminuyendo considerablemente los gastos del estudio.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Con relación a las variables, los mejores resultados los presentó las estacas de la sección baja y media, manifestando un mejor comportamiento en estas zonas de la planta para este tipo de propagación.

Para la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), la mejor manera de propagarla es utilizando estacas de la sección baja de la planta, teniendo en cuenta la coloración del material vegetal que debe estar en una transición de verde a marrón, sin aplicación de caldo bordelés y con un sustrato de sólo suelo, en su reproducción a nivel de invernadero.

El mejor porcentaje de prendimiento se obtuvo con estacas de la sección baja de la planta, con 41.62%; el menor porcentaje de mortalidad se logró con estacas de misma sección, con 43.3%.

El mayor número promedio de brotes se obtuvo con estacas de la sección baja de la planta, con 3.65b, seguida por las estacas de la sección media, con 2.38; el menor número promedio de brotes se obtuvo con estacas de la sección alta de la planta, con 1.37b.

El mejor porcentaje de enraizamiento se obtuvo con estacas de la sección baja de la planta, con 39.97%; para profundidad radicular, la mayor longitud se obtuvo con estacas de la misma sección, con 10.72cm.

La inclusión del tratamiento químico para evitar la pudrición del material propagado, tuvo repercusiones negativas que afectaron los resultados con relación a las variables evaluadas en todo el experimento.

La cuyinaza tuvo efecto sobre la longitud de las raíces, ya que cambió las condiciones físicas del sustrato, permitiendo una mayor profundización, pero no marcó ninguna diferencia con relación a las demás variables.

La mortalidad de las estacas de todas las secciones de la planta fue elevada principalmente por la susceptibilidad que manifestó la mayoría de las unidades experimentales al tratamiento químico.

7.2 RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones con otros métodos de propagación que tengan en cuenta el uso de las semillas y otras secciones de la planta como la raíz para propagar la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*).

Realizar pruebas de comportamiento agronómico a nivel de campo del arbusto forrajero Colla negra a fin de determinar la producción de biomasa y conocer cuáles son las condiciones edafoclimáticas óptimas para su establecimiento.

Transferir esta investigación a campesinos y productores pecuarios con la finalidad de utilizar esta gran alternativa tanto en alimentación animal como para reforestación de cuencas, recuperación de suelos erosionados, cercas vivas, barreras rompe vientos y alrededor de apiarios por su gran cantidad de inflorescencias.

Se recomienda investigar la utilización de la Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en la alimentación de ganado de leche como alternativa y suplemento en épocas de escasez o déficit de pastos.

En futuras investigaciones que estén relacionadas con la propagación asexual de esta especie, se debe tener en cuenta el uso de fitohormonas y reguladores de crecimiento para evaluar nuevamente este tipo de reproducción y determinar diferencias en variables como prendimiento, enraizamiento entre otras.

8. BIBLIOGRAFIA

BENAVIDES, Ana Lucia y ROSERO, Mauricio. Propagación por estacas del Laurel de Cera (*Myrica pubescens*). Pasto, 1999, p. 23-25. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

CARRERO, H. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal Vol. VI. Edición N°, 15. 1998. Carta Clem. SENA regional Valle p. 9-12.

CENICAFÉ, Manual de laboratorio de análisis foliares. Manizales, Colombia. Junio de 1994. 52p.

BULVES, Silvia. Sustratos. Madrid, España : Agrotécnicas, 1997. 339p.

CUCULIZA, P. Propagación de plantas. Lima, Perú: Talleres Gráficos Villanueva, 1956. 280p.

GÁLVEZ, Arturo. Catálogo de Especies Forrajeras de Clima Frío. CORPORACION SELVANDINA. Pasto, Colombia : 2004. p 9.

_____ Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas altoandinos. En: Curso Instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas. Antioquia, Colombia: INWENT, CIPAV, ARPAS, CORNARE. 2005. p. 3

_____ Cuyes, Lombrices, Forraje y Manejo de Microcuencas en Matituy. En : IV Seminario Internacional de Sistemas Pecuarios Sostenibles para las montañas Tropicales. Memorias editadas por CIPAV. Cali., 1995 p. 367-377.

Guía de Arboles de Santafé de Bogotá [online]., 2009 – [consultado el 17 de febrero de 2009]. En Internet:// www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/arboles/acor1.htm.

GONZÁLEZ, Martha. Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por una comunidad rural de la vereda Zaque, municipio de Gachetá (Cundinamarca). UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL. Bogotá, Colombia : 2000, p.60

GUTIÉRREZ, B. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Santiago de Chile, Chile: Editorial Ciencia e Investigación forestal, 1995. 597p.

HARTMANN, Hudson y KESTER, Dale. Propagación de Plantas, principios y prácticas. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 813p.

HEDDE, A y LECOURT, M. El estaquillado guía práctica de multiplicación de las plantas. Madrid, España: Ediciones Mundi - prensa, 1981. 197p.

HERBARIO Universidad de Nariño. 2007.

INSUATY, Carlos y GÓMEZ, Carlos. Evaluación del prendimiento por estaca de las especies Siete cueros (*Tibuchina grossa*), Encino (*Weinmania pubescens*) y Majua (*Palicourea angustifolia*) en el vivero El Morar, continuo al relleno sanitario Antanas II Corregimiento de Morasurco, vereda La Josefina, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, 2004, p. 10. Tesis de grado (Tecnólogo Forestal). Institución Universitaria "Cesmag". Facultad de Ingeniería. Programa de Tecnología Forestal.

MARROQUÍN, Fernando y OBANDO, Luis. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar del Matarraton (*Gliricidia sepium*) en el Valle del Patía. Pasto, 1995, p. 38. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

MENDOZA, Humberto y RAMÍREZ, Bernardo. Plantas con flores de La Planada Bogotá, Colombia: Editorial Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p.32 – 33.

MURGUEITIO, Enrique. Los árboles como fuente de proteína. Producción animal y tropical y desarrollo rural. CIPAV, Serie de trabajos y conferencias. N° 2, Cali, 1991, p 37

NARVÁEZ, Oscar y BELALCÁZAR, Luis Alonso. Valoración nutritiva del forraje Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) fases de levante y engorde. Pasto, 2008, p. 34-59. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

NOGUERA, Oscar y MAFLA, Henry. Propagación vegetativa del Sauco (*Sambucus peruviana*) en el Municipio de Pasto Departamento de Nariño. Pasto, 1999, 115p. Tesis de grado (I. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de I. Agroforestal.

Organización para la Educación y Protección Ambiental [online]., 2009 – [consultado el 17 de febrero de 2009]. En Internet: // www.opepa.org.index.

RAVEN, Peter. Biología de las plantas. Barcelona, España: Reverte, 1992. p. 770 – 773.

SALAZAR, A. Evaluación agronómico del "Botón de Oro" (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray - familia compuesta) y el "Apinocho" (*Malvaviscus penduliflorus* - familia malvaceae). Cali Valle: Convenio CETEC - IMCA – CIPAV, 1992. p. 75-79.

SALISBURY, F. Fisiología vegetal. México DF, México: Iberoamericana, 1991. 579p.

SILVA, Amanda y MENJIVAR, Juan. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de Avena forrajera en un suelo andisol del Departamento de Nariño, Colombia [online]., 2009 – [consultado el 30 de Abril de 2009]. En Internet: // www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/195/470.

TRUJILLO, Enrique. Fundamentos para el manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia : Guadalupe, 1989. p. 131 - 135.

WEAVER, R. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México DF, México: Trillas, 1976. 662p.

ANEXOS

Anexo A. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
SECCIONES	2	9.46582172	4.73291086	8.03	0.0398
REPETICION	2	0.63965756	0.31982878	0.54	0.6188
CALDO	1	40.45384011	40.45384011	40.24	0.0007
Error (b)	6	6.03244583	1.00540764	1.46	0.2697
SUST	1	7.99758400	7.99758400	11.65	0.0051
Error (c)	12	8.23671300	0.68639275		
Corrected Total	35	92.47419856			
R-Square		C.V.	Root MSE	PREND Mean	
0.910930		14.43010	0.82848823	5.74138889	

Duncan's Multiple Range Test for variable: PREND

	Media	No	Sección
A	6.3058	12	Baja
A	5.8536	12	Media
B	5.06448	12	Alta

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: PREND

	Media	N	Caldo
A	6.8014	18	2
B	4.6813	18	1

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: PREND

	Media	No	Sustrato
A	6,2127	18	1
B	5.2701	18	2

(P<0.05)

Anexo B. Análisis de varianza para número promedio de brotes.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
SECCIONES	2	25.38888889	12.69444444	13.06	0.0010
REPETICIÓN	2	1.55555556	0.77777778	0.80	0.4719
CALDO	1	69.44444444	69.44444444	71.43	0.0001
Error (b)	6	6.66666667	1.11111111	1.14	0.3957
SUST	1	0.11111111	0.11111111	0.11	0.7412
Error (c)	12	11.66666667	0.97222222		
Corrected Total	35	126.88888889			

R-Square

C.V.

Root MSE

BROTOS Mean

0.908056

8.58313

0.98601330

2.55555556

Duncan's Multiple Range Test for variable: BROTES

	Media	N	Sección
A	3.9874	12	Baja
A	3.4589	12	Media
B	2.6754	12	Alta

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: BROTES

	Media	No	Caldo
A	3.4376	18	2
B	2.2345	18	1

Anexo C. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
SECCIONES	2	0.01443606	0.00721803	0.01	0.9918
REPETICIÓN	2	0.11694706	0.05847353	0.07	0.9365
CALDO	1	28.72781336	28.72781336	106.38	0.0001
Error (b)	6	1.62033300	0.27005550	0.26	0.9440
SUST	1	5.99841736	5.99841736	5.84	0.0325
Error (c)	12	12.32953400	1.02746117		
Corrected Total	35	69.29973497			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MORT Mean	
	0.822084	13.77230	1.01363759	7.35997222	

Duncan's Multiple Range Test for variable: MORT

	Media	N	Caldo
A	8.2533	18	1
B	6.4667	18	2

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: MORT

	Media	No	Sustrato
A	7.7682	18	2
B	6.9518	18	1

(P<0.05)

Anexo D. Análisis de varianza para porcentaje de enraizamiento.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
<i>SECCIONES</i>	2	6.78762350	3.39381175	1.94	0.0254
REPETICIÓN	2	2.14638950	1.07319475	0.61	0.5853
<i>CALDO</i>	1	45.01291736	45.01291736	30.10	0.0015
Error (b)	6	8.97394917	1.49565819	3.25	0.0392
SUST	1	1.12890625	1.12890625	2.45	0.1435
Error (c)	12	5.52960900	0.46080075		
Corrected Total	35	87.63128275			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ENRAIZ Mean	
	0.936899	12.16438	0.67882306	5.58041667	

Duncan's Multiple Range Test for variable: ENRAIZA

	Media	N	Sección
A	6.1763	12	3
B	5.4108	12	2
B	5.1541	12	1

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: ENRAIZ

	Media	N	Caldo
A	6.6986	18	2
B	4.4622	18	1

(P<0.05)

Anexo E. Análisis de varianza para profundidad radicular.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
<i>SECCIONES</i>	2	2.31588117	1.15794058	9.40	0.0308
REPETICIÓN	2	1.27975817	0.63987908	5.19	0.0773
CALDO	1	0.87547211	0.87547211	4.83	0.0703
Error (b)	6	1.08688017	0.18114669	0.71	0.6466
<i>SUST</i>	1	6.33193344	6.33193344	24.91	0.0003
Error (c)	12	3.04985233	0.25415436		
Corrected Total	35	19.77062200			
	R-Square	C.V.	Root MSE	HOJAS Mean	
	0.845738	16.13411	0.50413724	3.12466667	

Duncan's Multiple Range Test for variable: PROF

	Media	N	Tratamientos
A	3.3991	12	3
A	3.1875	12	2
B	2.7874	12	1

(P<0.05)

Duncan's Multiple Range Test for variable: PROF

	Media	No	Sustrato
A	3.5441	18	2
B	2.7053	18	1

(P<0.05)

Anexo F. Análisis de varianza para número de hojas.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
SECCIONES	2	19.12610556	9.56305278	26.22	0.0050
REPETICIÓN	2	0.12520556	0.06260278	0.17	0.8482
CALDO	1	43.01173611	43.01173611	80.15	0.0001
Error (b)	6	3.21978333	0.53663056	1.70	0.2049
SUST	1	3.94022500	3.94022500	12.46	0.0041
Error (c)	12	3.79403333	0.31616944		
Corrected Total	35	84.95776389			
R-Square		C.V.	Root MSE	HOJAS Mean	
0.955542		12.85731	0.56088241	4.36236111	

Anexo G. Estacas de Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) con brotes en desarrollo.



Anexo H. Plántulas con raíces desarrolladas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*)



Anexo I. Plántulas desarrolladas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*)



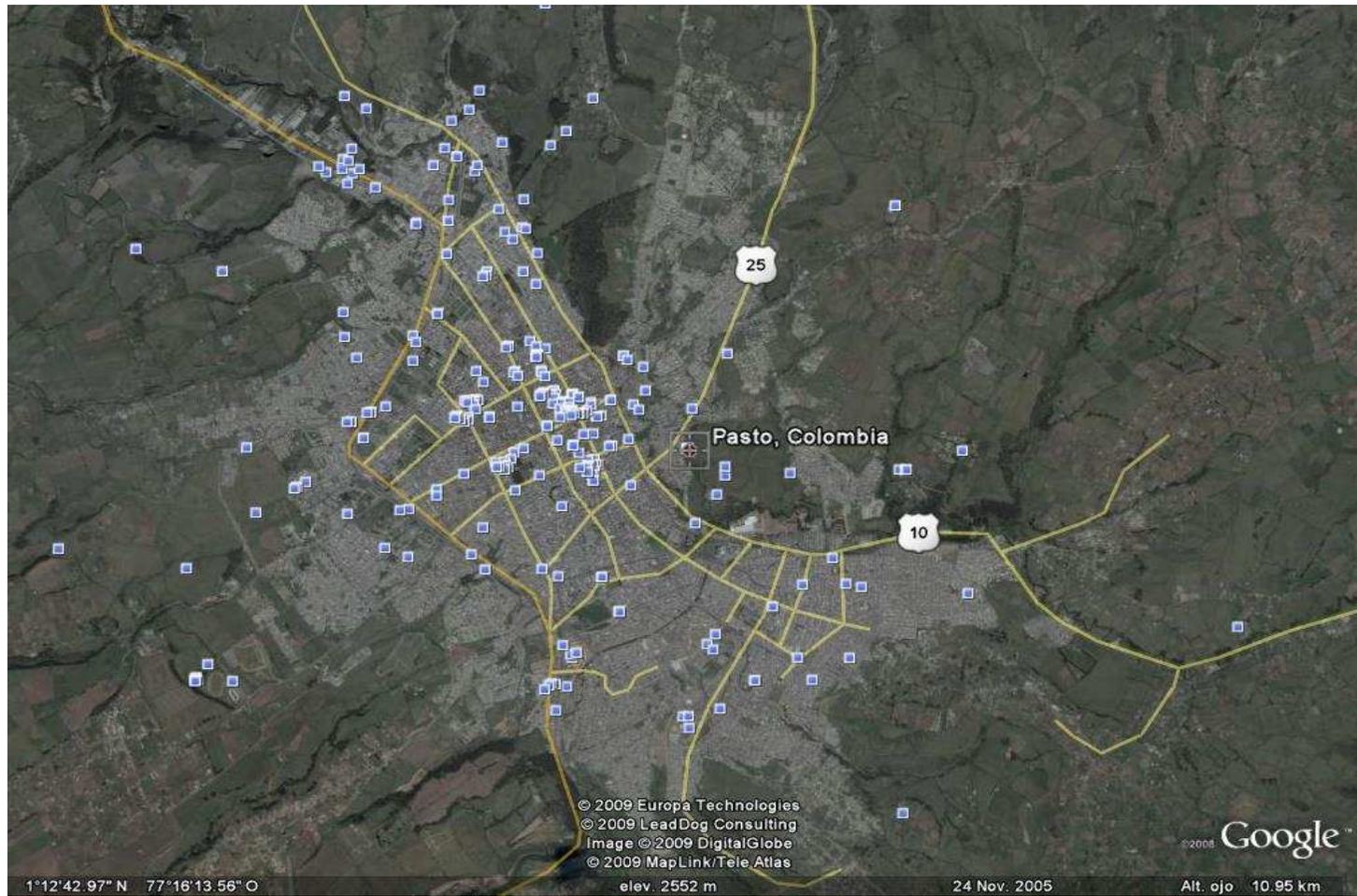
Anexo J. Plántulas desarrolladas de Colla Negra (*Smilax pyramidalis*)



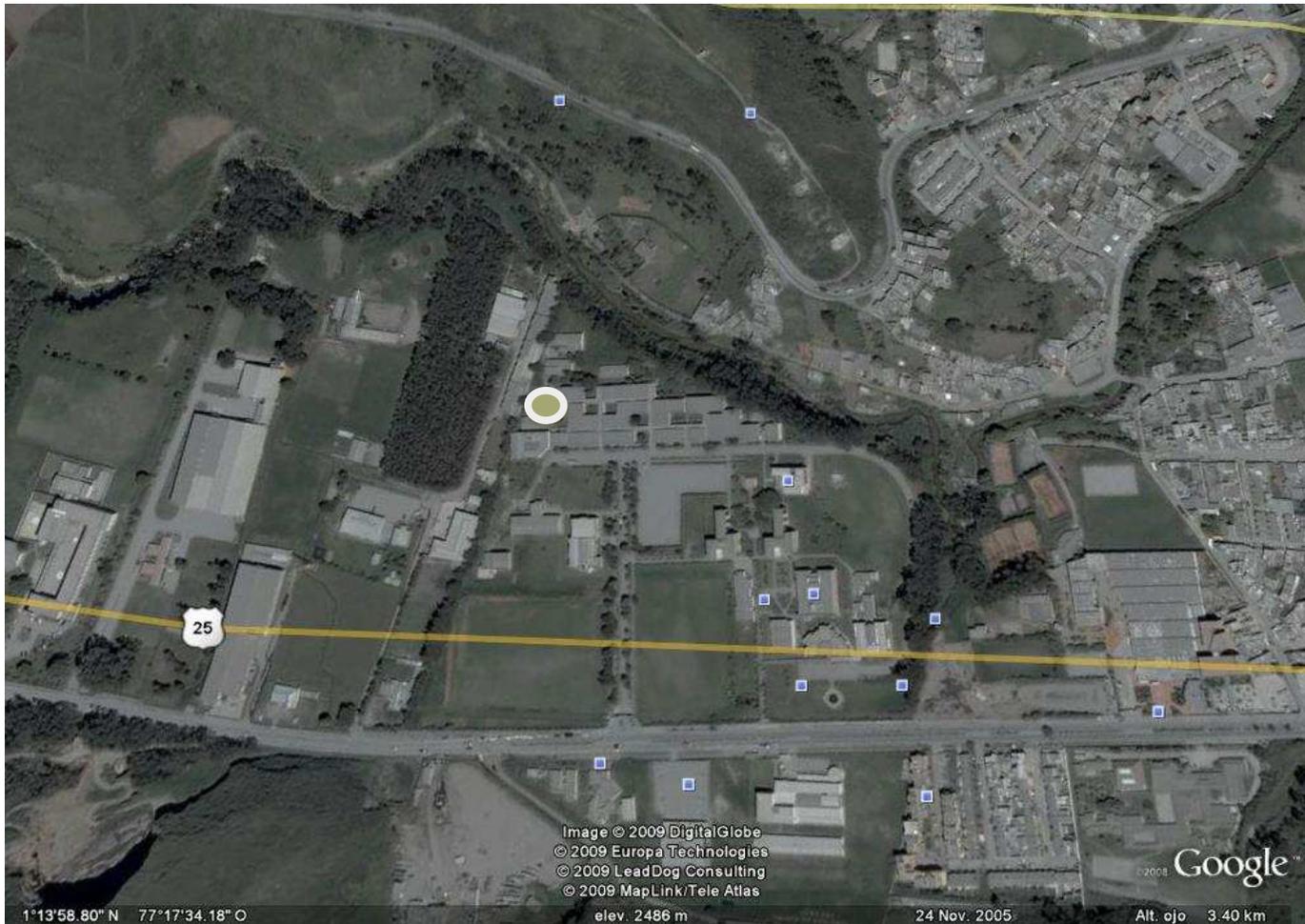
Anexo K. Colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en campo.



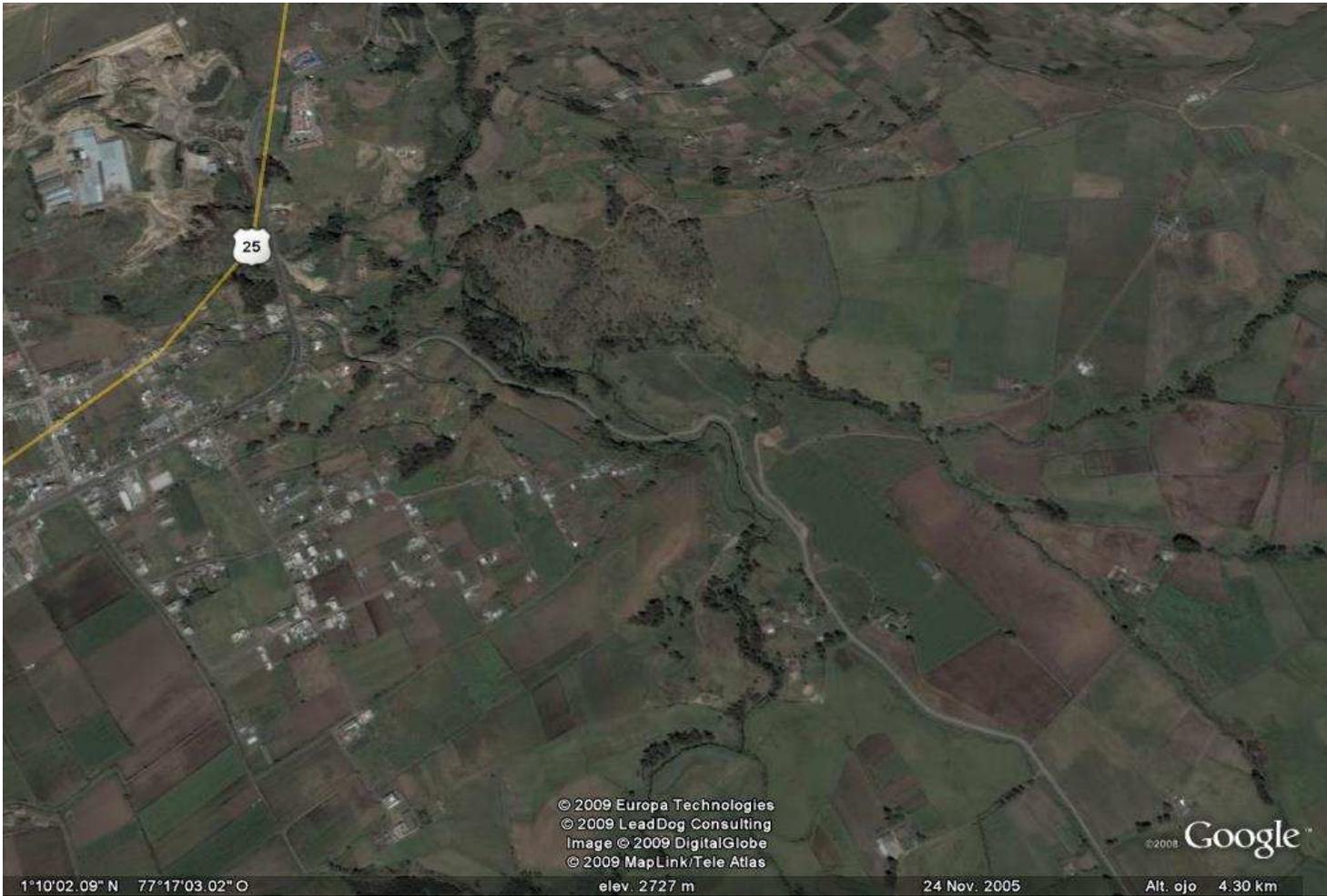
Anexo L. Pasto Colombia.



Anexo M. Ubicación Invernadero Universidad de Nariño



Anexo N. Ubicación Vereda Botana, corregimiento de Catambuco, Municipio de Pasto.



© 2009 Europa Technologies
© 2009 LeadDog Consulting
Image © 2009 DigitalGlobe
© 2009 MapLink/Tele Atlas

© 2008 Google™