



EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO  
FORRAJERO COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*) BAJO TRES  
DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN ARREGLO DE BANCO DE PROTEÍNA  
DURANTE EL PERIODO DE ESTABLECIMIENTO

DAISSY ORTEGA PANTOJA  
JAHN JAMES YELA VARGAS

|

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2010

EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO  
FORRAJERO COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*) BAJO TRES  
DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN ARREGLO DE BANCO DE PROTEÍNA  
DURANTE EL PERIODO DE ESTABLECIMIENTO

DAISSY ORTEGA PANTOJA  
JAHN JAMES YELA VARGAS

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

Presidente  
HERNÁN OJEDA JURADO  
Zoot., Esp.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2010

**“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.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**HERNÁN OJEDA JURADO Esp.**  
**Presidente**

---

**ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN M.Sc.**  
**Jurado delegado**

---

**EFREN GUILLERMO INSUASTY S. Esp.**  
**Jurado**

**San Juan de Pasto, Agosto de 2010.**

## **DEDICATORIA**

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

A mi papá y a mi mamá por su inmenso cariño, ejemplo y sacrificio.

A toda mi familia por su afecto entrañable.

A todos y a todas las personas que me han apoyado.

**DAISSY ORTEGA PANTOJA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por brindarme fortaleza, paciencia y sabiduría en los momentos más difíciles.

A mi Padre Luis Hernando Yela, por su infinito esfuerzo y dedicación a su familia.

A mi Madre María Teresa Vargas, por ser la mejor esposa, amiga y motivación para lograr mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos Jimmy Hernán Yela y Gustavo Adolfo Fajardo, por ser mis modelos a seguir, y por impulsarme a continuar a pesar de las dificultades.

A Sarita Nicole Guerrero, la más pequeña de la familia, por darme incontables momentos de felicidad.

**JAHN JAMES YELA VARGAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

HERNÁN OJEDA JURADO.	Zootecnista Esp.
ARTURO GÁLVEZ CERÓN.	Zootecnista M.Sc.
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zootecnista Esp.
ROSA LILA PEREIRA TUPAZ	Zootecnista Esp.
LESVY RAMOS OBANDO	Zootecnista. I.P.A
SANDRA ESPINOZA NARVÁEZ	Laboratorista

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.
INTRODUCCIÓN	23
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	24
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. MARCO TEÓRICO	27
4.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA <i>Asteraceae</i>	27
4.2 GENERALIDADES DEL GENERO <i>Smallanthus</i>	27
4.3 GENERALIDADES DE LA COLLA NEGRA ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	28
4.3.1 Clasificación taxonómica	28
4.3.2 Morfología de la Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	28
4.3.3 Distribución geográfica	29
4.3.4 Usos y particularidades	29
4.3.5 Composición bromatológica	29
4.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DEL ARBUSTO FORRAJERO COLLA NEGRA ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	29
4.5 BANCO DE PROTEÍNA	31
4.5.1 Función de un banco de proteína	31
4.6 PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO	32
4.6.1 Reproducción asexual	32

4.6.2 Procedimiento de la propagación	34
4.6.3 Ventajas y desventajas de la propagación por estacas	34
4.7 PROPAGACIÓN EN VIVERO Vs. SIEMBRA DIRECTA	34
4.8 INCIDENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS	35
4.9 DESARROLLO TISULAR	37
4.10 LABRANZA CERO	38
4.10.1 Beneficios de la labranza cero o conservacionista	38
4.11 BENEFICIOS DE LA CUYINAZA	40
5. DISEÑO METODOLÓGICO	42
5.1 LOCALIZACIÓN	42
5.2 ELABORACIÓN DEL SUSTRATO	43
5.3 ADECUACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	43
5.3.1 Establecimiento del vivero	43
5.3.2 Preparación de parcelas	43
5.3.3 Recolección del material vegetativo	44
5.3.4 Preparación de las estacas	44
5.3.5 Siembra	45
5.3.6 Trasplante	45
5.3.7 Riego	46
5.3.8 Control de arvenses	46
5.3.9 Control de plagas y enfermedades	46
5.3.10 Tratamientos	46

5.3.11 Diseño experimental	46
5.3.12 Variables evaluadas	48
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
6.1 COMPARACIÓN DESCRIPTIVA DE LOS DOS SISTEMAS DE SIEMBRA	52
6.2 EVALUACIÓN DE VARIABLES CUALITATIVAS	55
6.2.1 Coloración de la hoja	55
6.2.2 Tamaño de la hoja	56
6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	57
6.3.1 Porcentaje promedio de prendimiento	58
6.3.2 Porcentaje promedio de latencia	61
6.3.3 Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento	63
6.3.4 Número promedio de brotes pos prendimiento	66
6.3.5 Número promedio de hojas pos prendimiento	69
6.3.6 Diámetro promedio pos prendimiento de la planta	72
6.3.7 Altura promedio pos prendimiento	73
6.4 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1 CONCLUSIONES	79
7.2 RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	84

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. AQP del forraje Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	29
Tabla 2. Métodos de labranza	38
Tabla 3. Análisis químico proximal cuyinaza	41
Tabla 4. Distribución de estacas en tratamientos	47
Tabla 5. Resultados promedio de parámetros evaluados a los 60 días	52
Tabla 6. Resultados promedio para las variables estadísticas en las tres mediciones	57
Tabla 7. Resultados para la variable número promedio de brotes pos prendimiento en las tres mediciones para las dos localidades	68
Tabla 8. Resultados para la variable número promedio de hojas pos prendimiento en las tres mediciones para las dos localidades	71
Tabla 9. Costos de establecimiento por planta en la localidad 1 (siembra directa)	76
Tabla 10. Costos de establecimiento por planta en la localidad 2 (siembra por trasplante)	77

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vivero y lote 17 de la Granja Experimental Botana	43
Figura 2. Recolección y preparación del material vegetativo	45
Figura 3. Trasplante	45
Figura 4. Plagas y enfermedades	46
Figura 5. Estaca con brote	48
Figura 6. Estaca latente	49
Figura 7. Número de brotes en una planta	50
Figura 8. Hojas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> )	50
Figura 9. Medición de diámetro	51
Figura 10. Medición de altura	51
Figura 11. Comparación del color de la hoja en sistema de siembra directa (izquierda) y sistema de vivero (derecha)	56
Figura 12. Comparación del tamaño de la hoja en sistema de siembra directa (izquierda) y sistema de vivero (derecha)	57
Figura 13. Porcentaje promedio de prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	59
Figura 14. Porcentaje promedio de prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	61
Figura 15. Porcentaje promedio de latencia en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	62
Figura 16. Porcentaje promedio de latencia en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	63
Figura 17. Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	64
Figura 18. Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	65
Figura 19. Número promedio de brotes pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	67
Figura 20. Número promedio de brotes pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	68

Figura 21. Número promedio de hojas pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	70
Figura 22. Número promedio de hojas pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	71
Figura 23. Diámetro promedio pos prendimiento de la planta Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	72
Figura 24. Diámetro promedio pos prendimiento de la planta Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	73
Figura 25. Altura promedio pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ) en las dos localidades	74
Figura 26. Altura promedio pos prendimiento en estacas de Colla Negra ( <i>Smallanthus pyramidalis</i> ), de los tratamientos en las dos localidades	75

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de prendimiento	84
Anexo B. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de latencia	85
Anexo C. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento.	86
Anexo D. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable número promedio de brotes pos prendimiento	87
Anexo E. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable número promedio de hojas pos prendimiento	88
Anexo F. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable diámetro promedio pos prendimiento	89
Anexo G. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable altura promedio pos prendimiento	90

## GLOSARIO

**ABAXIAL:** parte de un órgano más alejada del eje de la planta, en una hoja es el envés.

**ADAXIAL:** parte de un órgano más cercana al eje de la planta, en una hoja es el haz.

**ÁPICE CAULINAR:** extremo superior del tallo.

**AUXINA:** hormona de origen vegetal que influye en el crecimiento de tallos, hojas y frutos estimulando el alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras.

**CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO:** capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos.

**CAPÍTULO:** inflorescencia racimosa o abierta en la que el pedúnculo se ensancha en la extremidad formando un disco algo grueso.

**CITOQUININA:** hormona de origen vegetal que fomenta el crecimiento de las yemas laterales de una planta.

**CLON:** organismo o grupo de organismos que derivan de otro a través de un proceso de reproducción asexual.

**COROLA GAMOPÉTALA Y ACTINOMORFA:** parte interna de la flor con 2 pétalos soldados de forma regular.

**COROLA GAMOPÉTALA Y ZIGOMORFA:** parte interna de la flor con 2 pétalos soldados de forma asimétrica.

**COTILEDÓN:** primera hoja del embrión de una planta.

**DICOTILEDÓNEA:** planta que posee un embrión compuesto por dos cotiledones.

**EMBRIÓN:** ser vivo en las primeras etapas de su desarrollo, desde la fecundación hasta que el organismo adquiere las características morfológicas de la especie.

**ESQUEJE:** tallo o cogollo con porción radicular que se introduce en la tierra para reproducir una planta.



**ESTACA:** fragmento de una planta que se siembra para que enraíce y forme una nueva planta.

**FDA:** porción de una muestra de alimento que es insoluble en un detergente, ácido básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice.

**FDN:** material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina.

**FLAVONOLES:** compuestos polifenólicos de las hojas verdes.

**FLORES LIGULADAS:** flores que presentan un tubo corto y el limbo prolongado lateralmente en una lígula con 3 o, 5 dientes.

**FLORES RADIALES:** flores con simetría radial.

**GIBERELINA:** hormona de origen vegetal encargada de estimular la división celular.

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

**LATENCIA:** estado de descenso de la actividad metabólica de una planta.

**LIGNINA:** polímero presente en las paredes celulares de las células vegetales.

**MATERIA SECA:** fracción que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

**MERISTEMO:** tejido embrionario formado por células indiferenciadas, capaces de originar, mediante divisiones continuas, otros tejidos y órganos especializados.

**MORTALIDAD:** tasa de decremento de una población.

**NIVEL FREÁTICO:** nivel superior de la zona de saturación del agua subterránea en las rocas permeables.

**PLÁNTULA:** pequeña planta apenas formada.

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

**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.

**SIMPÓDICO:** tipo de crecimiento lateral en plantas.

**SUBER FELODÉRMICA:** tejido muerto que protege a otros tejidos interiores de una planta de la desecación, daño mecánico, insectos y herbívoros.

**HUSO MITÓTICO:** estructura celular formada por microtúbulos que conducen a los cromosomas, tirados desde los cinetocoros hacia los centríolos en los polos de la célula.

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

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda de Botana, corregimiento de Catambuco, a 8Km de la ciudad de Pasto, con una temperatura promedio anual de 12°C, humedad relativa del 77%, u na altitud de 2820msnm y precipitación de 1031mm/año.

Se evaluaron dos sistemas de siembra para el arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo tres densidades de siembra en un arreglo de banco de proteína durante el periodo de establecimiento. Se determinó implementar los sistemas de siembra directa y siembra por trasplante, con tres distancias de siembra entre planta y surcos de 0,5m, 1m, y 1,5m para T1, T2, y T3 respectivamente.

Se realizó una comparación descriptiva de los dos sistemas de siembra, al finalizar la fase de germinación (60 días); en cuanto a los porcentajes: promedio de: prendimiento, latencia y mortalidad, los mejores resultados se registraron en el sistema de siembra por trasplante con 62.17%, 28.46% y 9.36% correspondientemente, así como para el número promedio de brotes con 2.43b y el número promedio de hojas con 12.12h. Adicionalmente se encontraron diferencias en lo concerniente a coloración y tamaño de la hoja entre los dos sistemas de siembra.

Para el análisis estadístico se implemento el diseño de Serie de experimentos similares en diferentes localidades, con dos localidades (sistemas de siembra), tres tratamientos (densidades de siembra) y tres réplicas por cada tratamiento, se encontró que en porcentaje promedio de prendimiento, el mejor sistema de siembra fue el de trasplante (localidad 2) con 67.29% ( $P < 0.05$ ); en cuanto a densidad de siembra, el mejor resultado fue para el tratamiento T2, con 50.69%. Para el porcentaje promedio de latencia, se demostró que no existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las localidades 1 y 2, con 17.84% y 13.55% respectivamente, tampoco existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos T1, T2 y T3, con 14.67%, 19.44% y 12.96% respectivamente. En el caso del porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento, el mejor resultado correspondió al sistema de siembra por trasplante (localidad 2) con 19.13% ( $P < 0.05$ ), y el tratamiento con mejor desempeño fue el T2, con 29.86% ( $P < 0.05$ ). En cuanto a la variable número promedio de brotes pos prendimiento, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las localidades 1 y 2, con 1.97b y 2.08b respectivamente; igualmente no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, siendo para T1 1.93b, T2 2.10b y T3 2.04b. Para la variable número

promedio de hojas pos prendimiento, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre las localidades 1 y 2, con 10.44h y 11.01h respectivamente, a diferencia de los tratamientos donde sí se registraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), destacándose el T2 con 12.58h. En cuanto al diámetro pos prendimiento la localidad con mejor resultado fue la localidad 2 (sistema de siembra por trasplante) ( $P < 0.05$ ), con 11.18cm; con respecto a los tratamientos, no se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) y se obtuvieron 11.03cm, 10.84cm y 9.11cm para los T1, T2 y T3, en el mismo orden. Para la altura promedio pos prendimiento, se registró un resultado superior en el sistema de siembra directa, con 31.10cm ( $P < 0.05$ ); en cuanto a tratamientos no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) obteniéndose 26.16cm, 27.32cm y 28.37cm, para T1, T2 y T3 respectivamente.

Los costos de establecimiento arrojaron un resultado de \$1,691.32/planta en el sistema de siembra por trasplante y \$1,609.5/planta en el sistema de siembra directa.

## ABSTRACT

This study was conducted in facilities owned Botana Experimental Farm of the University of Nariño, located in the village of Botana, district of Catambuco, 8km from the city of Pasto, with an average temperature of 12° C, humidity on 77%, precipitation 1031mm/year and altitude of 2820msnm.

We conducted a descriptive comparison of the two systems of planting, at the end of the stage of germination (60 days), in terms of the percentages mean: germination, latency and mortality, the best results were recorded in the system of planting, transplants with 62.17%, 28.46% and 9.36% correspondingly, and for the average number of shoots with 2.43 by the average number of leaves with 12.12h additionally, differences with regard to color and leaf size between the two planting systems.

Two systems were evaluated for forage shrub planting Colla Negra *Smalanthus pyramidalis* under three stocking densities in an array of food plots during the period of establishment. Was determined to implement the systems of direct seed and seeding transplants, with three plant spacing between plants and rows of 0.5 m, 1m and 1.5 m for T1, T2 and T3 respectively. Using the design of series of similar experiments in different locations, with two locations (seed systems), three treatments (stocking densities) and three replicates for each treatment, we found that germination's percentage average, the best seed system was the transplant (location 2) with 67.29% ( $P < 0.05$ ) in terms of stocking density, the best result was observed in treatment T2 (50.69%). For the latency's percentage average, showed no significant differences ( $P < 0.05$ ) between the locations 1 and 2, with 17.84% and 13.55% respectively and also there were no statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) between T1 (14.67 %), T2 (19.44%) and T3 (12.96%). For the mortality's percentage average until to establishment the best result corresponded to the transplant seed system (location 2) with 19.13% ( $P < 0.05$ ) and treatment with the best performance was T2 with 29.86% ( $P < 0.05$ ). On the variable after germination's average number of shoot, there wasn't statistically significant differences between locations 1 and 2, with 2.08s's 1.97s's respectively, also there wasn't significant differences ( $P < 0.05$ ) among the three treatments: T1 (1.93b), T2 (2.10b) and T3 (2.04b). For the variable after germination's average number of leaves, there wasn't no statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) between location 1 and 2 with 10.44l's 11:01l's., in contrast to the treatments, wherein there was statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) outstanding the T2 12.58l's. In the after germination's average diameter the best result was for the location 2 (transplant seed system ( $P < 0.05$ ) with 11.18, respect to the treatments did not show significant differences ( $P < 0.05$ ) and were obtained 3.11cm, 10.84cm, and 9.11cm for T1, T2 and T3 respectively. For the after germination's height average,

was recorded a higher result in the direct seed system with 31.10cm ( $p < 0.05$ ), as treatments were not observed statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) obtained 26.16cm, 27.32cm and 28.37cm, for T1, T2 and T3 respectively.

The establishment costs resulted in at \$1691.32 per plant in the system of seeding transplants and \$ 1609.5 per plant in the system of direct seed.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la investigación en recursos alimenticios no convencionales ha cobrado relevancia en la producción animal, debido a la búsqueda constante de recursos que contribuyan significativamente en la disminución de costos de producción, que a su vez garanticen una disponibilidad permanente de biomasa forrajera en épocas en las cuales las condiciones climáticas limiten la producción de pastos, que son la principal fuente de alimentación utilizada en los sistemas de producción pecuaria.

Otro factor de importancia en el desarrollo de esta tendencia es la retribución ambiental por parte de los productores, quienes son testigos del beneficio que aporta este tipo de sistemas conservacionistas, avances como la implementación de bancos de proteína, sistemas silvopastoriles, barreras rompe vientos, cercas vivas, etc. han sido resultados de dicha investigación, la cual se ha llevado a cabo en diferentes recursos forrajeros como Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Matarraton (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*), etc. en clima cálido, y Acacia Negra (*Acacia decurrens*), Sauco (*Sambucus peruviana*), Aliso (*Alnus acuminata*), etc. en clima frío; sin embargo, existen varias especies vegetales susceptibles de investigación, entre éstas se encuentra la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de la cual se conocen pocos trabajos, los cuales están enfocados en su calidad nutricional y desarrollo en vivero.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo la evaluación de dos sistemas de propagación del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*), teniendo en cuenta la densidad de siembra como factor de variación y analizando su repercusión en las características agronómicas: prendimiento, mortalidad al establecimiento, latencia, altura, diámetro, número de hojas y brotes; teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se pretende establecer cuál de los dos métodos de propagación (siembra directa o siembra por trasplante) es el más adecuado.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Según Gómez *et al*:

Una de las mayores expresiones del largo proceso de evolución de la vida, es la diversidad genética de las plantas, cuyo número y taxonomía todavía no acaba de completar la ciencia, la mayoría de las cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Los árboles forrajeros son un ejemplo importante de ese potencial natural, que se magnifica en estas regiones del mundo y que paradójicamente ha sido pobremente investigado, pese a la urgente necesidad de proteína para los animales domésticos que utiliza el hombre<sup>1</sup>.

Cárdenas afirma que:

Durante la última década, la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá ha venido evaluando nuevos materiales forrajeros, con el objeto de presentar alternativas de pasturas que permitan hacer sostenible los sistemas de producción pecuarios del trópico alto andino colombiano. El objetivo se ha centrado en la búsqueda de especies forrajeras con alta producción y calidad de biomasa aérea durante el año, resistentes a plagas como el chinche y enfermedades como la roya, que además, sean poco exigentes en agua y en fertilizantes. Sin embargo, este tipo de investigaciones en clima frío se han enfocado a los géneros *Sambucus*, *Alnus*, *Acacia* y *Tilia*<sup>2</sup>.

Preston<sup>3</sup> manifiesta en una conferencia de la EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda) que la tendencia a utilizar forrajes de origen arbustivo y arbóreo está asociada con los incrementos mundiales de los precios de los granos de cereales y oleaginosas, realidad que causa mayores costos de producción animal y preocupación internacional por el uso de recursos, que deben ser utilizados en la alimentación humana.

---

<sup>1</sup>GÓMEZ, M. *et al*. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV, 2002. 171p, p.18.

<sup>2</sup>CÁRDENAS, E. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. Bogotá – Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2006. 20p, p.12.

<sup>3</sup>PRESTON. T. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico, citado por RUSSO, R. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. San José – Costa Rica: EARTH, 2005. 9p, p.1.



## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con Rosales, los inventarios superan las 200 especies arbustivas sólo en el trópico, lo que demuestra una alta diversidad de especies. Sin embargo, dicho autor es de la opinión que aunque la lista es extensa, para la mayoría de ellas no se conoce una información cuantitativa de su contribución a la producción animal y que el valor real como alimento se conoce sólo para un limitado grupo de especies<sup>4</sup>.

Dicha falta de investigación dificulta la utilización de este tipo de recursos alimenticios en clima frío, por lo que se hace necesario realizar evaluaciones que permitan determinar el grado de influencia de los diferentes aspectos agronómicos y estandarizarlos para el óptimo establecimiento y desarrollo de una determinada especie. Uno de estos recursos es la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) que, debido a su potencial nutricional y productivo, ha sido sometido a varias investigaciones en las cuales ha sido catalogada como un recurso promisorio en la alimentación animal.

Por lo tanto, se plantea el siguiente interrogante:

¿Cuál es el efecto en el prendimiento de dos sistemas de propagación del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo tres densidades de siembra en un arreglo de banco de proteína durante el periodo de establecimiento?

---

<sup>4</sup>ROSALES, M. Uso de la diversidad forrajera de árboles y arbustos. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional "Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria", citado por RUSSO, R. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. San José – Costa Rica: EARTH. 2005. 9p, p.4.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación de dos sistemas de propagación del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo tres densidades de siembra en un arreglo de banco de proteína durante el periodo de establecimiento.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular el porcentaje de prendimiento de las estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en los dos sistemas de propagación.
- Determinar los porcentajes de mortalidad de las estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en los dos sistemas de propagación en pre y post prendimiento.
- Estimar el porcentaje de estacas latentes en pre y post prendimiento.
- Obtener el número promedio de brotes, hojas, diámetro y altura a las 0, 6 y 12 semanas en los dos sistemas de propagación.
- Evaluar la coloración y el tamaño de la hoja, como características cualitativas.
- Estimar los costos de establecimiento para los dos sistemas de propagación.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA *Asteraceae*

Ortiz describe que:

La familia *Asteraceae* es una de las más numerosas del reino vegetal, con alrededor de 20.000 especies, entre las que se encuentran desde árboles, pasando por arbustos y subarbustos, hasta plantas herbáceas, con una amplia distribución mundial. Aunque un número reducido de ellas presenta utilidad agronómica, es una familia que comprende especies de gran importancia económica como plantas medicinales (*Matricaria chamomilla*, *Artemisia absinthium* y *Tussilago fáfara*), plantas ornamentales (géneros *Aster*, *Bellis*, *Cosmos*, *Chrysanthemum*, *Gazania* y *Gerbera*) y plantas oleaginosas (*Carthamus tinctorius* y *Helianthus annus*).

La familia presenta dos tipos morfológicos bastante diferentes de flores: liguladas o radiales: presentan corola gamopétala, zigomorfa, alargada y vistosa, que asemeja una lengüeta, casi siempre son femeninas, y flores tubulosas o de disco: presentan corola gamopétala y actinomorfa, de forma cilíndrica, generalmente son hermafroditas o masculinas.

El capítulo puede contener sólo flores tubulosas, sólo flores liguladas, o ambos tipos, las liguladas en la periferia y las tubulosas en el interior<sup>5</sup>.

### 4.2 GENERALIDADES DEL GENERO *Smallanthus*

Para Beltrán:

El género *Smallanthus* presenta en total 21 especies, todas americanas, que se distribuyen desde el sur de México hasta los Andes. Estas son plantas perennes, con menos frecuencia algunos son pequeños árboles y raramente plantas anuales. Las raíces de almacenamiento son principalmente fusiformes, pero a menudo adquieren formas irregulares debido al contacto con piedras del suelo o por la presión de las raíces vecinas. Las raíces tienen

---

<sup>5</sup>ORTIZ, E. La familia *Asteraceae*. En: Vida Rural. Vol. 7, No. 100 (Enero. 2000): 47p, p.12.

una naturaleza adventicia, creciendo de un tronco desarrollado y ramificado, formado por rizomas cortos y gruesos simpódicos<sup>6</sup>.

#### 4.3 GENERALIDADES DE LA COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*)

Según la Organización para la Educación y Protección Ambiental:

La Colla Negra 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. Se la cultiva con frecuencia en jardines y parques, donde destaca por sus grandes hojas, su copa de forma piramidal y su tronco con nudos. Además, tiene flores amarillas muy atractivas (parecen diminutos girasoles). El corazón del tronco de esta planta tiene una textura esponjosa muy particular, que recuerda un poco la del icopor; esta médula esponjosa también la tienen otras especies, como *Montanoa quadrangularis*<sup>7</sup>.

##### 4.3.1 Clasificación taxonómica.

**Nombre común:** Colla Negra  
**Clase:** *Dicotyledonea*  
**Orden:** *Asterales*  
**Familia:** *Asteraceae*  
**Género:** *Smallanthus*  
**Especie:** *Pyramidalis*\*

**4.3.2 Morfología de la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).** Gálvez afirma que: “Es un 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, suculentas, con borde aserrado de 20 a 30cm de

---

<sup>6</sup>BELTRAN, C. Características del yacón [Online]. Bogotá – Cundinamarca: 2006 [Consultado el 22 de Julio de 2009]. En Internet: <http://jofb24.blogspot.com/2008/09/caracteristicas-del-yacn.html>

<sup>7</sup>ORGANIZACIÓN PARA la Educación y Protección Ambiental [Online]. Bogotá – Colombia: 2009 [Consultado el 10 de Julio de 2009]. En Internet: // [www.opepa.org.index](http://www.opepa.org.index)

\*ENTREVISTA con Verónica Ortega, Bióloga. San Juan de Pasto, 19 de Julio de 2009.

longitud, haz verde oscuro y envés verde claro”<sup>8</sup>.

**4.3.3 Distribución geográfica.** Gálvez señala que: “La Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) se encuentra entre los 1500 y 3000 m.s.n.m”<sup>9</sup>.

**4.3.4 Usos y particularidades.** Gálvez manifiesta que: “La Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) puede ser usada para forraje, reforestación de cuencas y control de erosión”<sup>10</sup>.

**4.3.5 Composición bromatológica.** En la Tabla 1 se relacionan datos sobre la composición bromatológica del forraje de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).

**Tabla 1. AQP del forraje Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Humedad	63,04
Materia seca	36,96
Extracto etéreo	9,00
Ceniza	13,38
Fibra cruda	43,88
Proteína	22,76
E.N.N	10,97
Energía (Kcal/100g)	318

Fuente: Narváez y Belalcázar (2008).

#### **4.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DEL ARBUSTO FORRAJERO COLLA NEGRA (*Smallanthus pyramidalis*)**

En el año 2000, Portilla, Rodríguez y Sarralde<sup>11</sup> evaluaron el contenido nutricional

---

<sup>8</sup>GÁLVEZ, A. 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, ARPAS, CORNARE. 2005. p.5.

<sup>9</sup>Ibid., p.5.

<sup>10</sup>Ibid., p.6.

<sup>11</sup>PORTILLA, O; RODRÍGUEZ, P. y SARRALDE, L. Evaluación nutricional y degradabilidad “*in situ*” de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Pasto: s.n, 2000. 125p. Tesis de grado (Especialista en Producción de Bovinos para Leche). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Especialización en Producción de Bovinos para Leche.

y la digestibilidad ruminal de plantas arbóreas y arbustivas del trópico alto, tales como Acacia (*Acacia decurrens* Willd), Colla Blanca (*Verbesina arbórea*), Pichuelo (*Senna pistaciifolia*), Quillotocto (*Tecoma stans*), Chilca (*Baccharis latifolia*) y Sauco (*Sambucus peruviana*). Los análisis bromatológicos de las especies anteriormente mencionadas demostraron contenidos altos de materia seca en Acacia: 35,04%, Pichuelo: 34.77% y Quillotocto: 28,32%; proteína para Colla Blanca: 26.06%, Chilca: 25.06%, Sauco: 23.81%; en cuanto a minerales, el Pichuelo y el Quillotocto presentan los mayores contenidos de Calcio 1.9% y 1.07% respectivamente; se destacan contenidos altos de fósforo en Colla Blanca: 0.84% y Sauco: 1.7%; la energía digestible presenta los mayores contenidos expresados en Mcal ED/Kg en Sauco: 2.84, Chilca: 2.8 y Acacia: 2.61. Los resultados de degradabilidad destacan los mayores porcentajes en materia seca, proteína FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y carbohidratos solubles en las especies Sauco, Colla Blanca y Chilca; las de menor degradación en rumen fueron: Quillotocto, Pichuelo y Acacia.

Su calidad nutricional fue determinada por Belalcázar y Narváez<sup>12</sup> en el 2008, en un ensayo realizado en cuyes en las fases de levante y engorde, en el cual reportaron un contenido de materia seca de 36.96%, una proteína de 22.76%, con porcentajes de digestibilidad de 74.4% y 80% respectivamente, además con un nivel energético de 318Kcal/100g. Esta investigación arrojó los mejores resultados en cuanto a conversión alimenticia, incremento diario de peso y costos de producción con un nivel de sustitución del 40% del total del forraje en una dieta a base de kikuyo y 20g de balanceado.

Cisneros y Chávez<sup>13</sup>, en 2009, realizaron un estudio en el que se 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, 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. Gracias a esta investigación se

---

<sup>12</sup>BELALCÁZAR, L y NARVÁEZ, O. 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 : s.n, 2008. 70p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>13</sup>CISNEROS, R y CHÁVEZ, M. Evaluación del tipo de estaca bajo condiciones de vivero para la propagación del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*). Pasto: s.n. 2009. 111p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

se concluyo que para la propagación por estaca de Colla Negra, se debe extraer material vegetativo de la parte baja del arbusto, sin ningún tratamiento químico post siembra.

Aunque han sido pocos los estudios sobre la Colla Negra, éstos han arrojado valiosa información sobre el potencial de utilización del mismo en la alimentación animal, por esto se justifica el desarrollo de proyectos que profundicen en diferentes aspectos, como los nutricionales, agronómicos y de incidencia en el comportamiento animal.

#### **4.5 BANCO DE PROTEÍNA**

Según Pérez: “Un banco de proteína es un área compacta, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o bien de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo directo por rumiantes (bovinos, ovinos o caprinos), como complemento al pastoreo de praderas de gramíneas, principalmente en las regiones tropicales”<sup>14</sup>.

##### **4.5.1 Función de un banco de proteína. Para Pérez:**

El mejor balance de una pradera de gramíneas con leguminosas puede hacerse al establecer un banco de proteína, es decir, sembrar una determinada área con especies de leguminosas y llevar el ganado a consumirlas durante ciertas horas del día. Un banco de proteína se obtiene al establecer una alta población de leguminosas arbustivas o rastreras, sembradas con el objetivo de utilizarlas como suplemento alimenticio, en los sistemas de producción animal donde el alimento fundamental está constituido por gramíneas. Aunque las asociaciones de gramíneas con leguminosas pueden dar buenos resultados, es mejor establecer los bancos de proteína en zonas excluidas, donde los animales entren a pastorear por unas horas al día. En asociaciones, las leguminosas tienden a desaparecer ya que los animales las consumen en forma preferente y porque las gramíneas son más agresivas debido a que sus mecanismos fotosintéticos son más eficientes en condiciones tropicales<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup>PEREZ, J. Establecimiento en bancos de proteína. Montecillo: SAGARPA, 2001. 8p, p.2.

<sup>15</sup>Ibid., p.2.

## 4.6 PROPAGACIÓN DEL ARBUSTO

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
- Hojas<sup>16</sup>.

### 4.6.1 Reproducción asexual. Rojas, García y Alarcón explican que:

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características, según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales, ya maduros, conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas. Las células no diferenciadas que los conforman tienen la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de la planta madre, propiedad conocida como totipotencia<sup>17</sup>.

- **Propagación por estacas.** Rojas, García y Alarcón definen que:

La propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación de la parte aérea, hasta obtener una nueva planta, sin embargo no todas las partes vegetativas de la planta arbórea sirven para estacas, las de fácil enraizamiento se obtienen de madera dura y las de difícil enraizamiento de madera tierna. Se define como madera dura, aquellas ramas de uno o más años de edad, y madera tierna las ramas

---

<sup>16</sup>RAVEN, P. Biología de las plantas. Barcelona: Reverte, 1992. 770p, p.320.

<sup>17</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J. y ALARCÓN, M. Propagación asexual de plantas, conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Florencia – Colombia: Produmedios, 2004. 56p, p.8.



menores de un año de edad, que aún se encuentran en proceso de crecimiento y plena actividad fisiológica.

Cuando se trate de madera dura, se deben obtener de aquellas ramas más maduras que correspondan a zonas basales de las mismas, debido a que la garantía de su prendimiento es mayor. La emisión de raíces en plantas que no tienen esta facultad o que el brote de raíces es deficiente, se puede inducir con el uso de productos hormonales<sup>18</sup>.

**4.6.2 Procedimiento de la propagación.** Rojas, García y Alarcón proponen el siguiente protocolo:

- **Obtención de estacas.** Una vez cortadas las estacas, se introducen en una bolsa de polietileno humedecida, para transportarlas hay que conservarlas bajo sombra sin presionar la bolsa. Si se están llevando las estacas a larga distancia, hay que colocarlas en cajones en condiciones frías, pero asegurando que no estén directamente en contacto con elementos fríos. En el vivero, hay que tener todos los equipos y herramientas listas para no sufrir demoras entre el corte y la propagación, ya que la demora puede causar secamiento de las estacas.

La obtención de las ramas de la planta madre debe realizarse temprano en la mañana o al final de la tarde, antes de las 10am y después de las 4pm, para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación, esto conservará la transpiración y se reduciría el secamiento.

Es conveniente que la poda de las ramas elegidas con crecimiento vertical, se realice a la altura del nudo 10cm o menos, como en el caso de los brotes obtenidos de tocones. Cuando no se distinguen los nudos, se deben tomar entre los 10 cm y 1 metro de altura, eso para garantizar un buen enraizamiento.

Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo, hay que reducir el área foliar debido a que las hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos, se puede reducir el área foliar podando las hojas cuidadosamente antes de que las ramas sean separadas de la planta madre, así se reduce la pérdida de agua cortando las hojas<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup>Ibid., p.8.

<sup>19</sup>Ibid., p.15.

#### **4.6.3 Ventajas y desventajas de la propagación por estacas.** Rojas, García y Alarcón establecen que:

Como todos los sistemas de propagación, la realizada por estacas presenta ventajas y desventajas; dentro de las ventajas se tienen: fácil y rápida propagación de plantas, de una sola planta se obtienen un gran número de nuevas plantas, se requiere poco espacio para realizar la propagación, bajo costo de la misma y su manejo, homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas, no se presentan problemas de incompatibilidades en la propagación, conservación de las características genéticas.

Una limitante de la propagación vegetativa a tener en cuenta es la dispersión de enfermedades, especialmente bacteriales y virales. Una vez una planta se infecta con un virus, a menudo a través de los insectos chupadores como los áfidos o mediante el uso de herramientas, puede transmitirse rápidamente dentro del sistema de la planta. De tal manera que si se obtiene un esqueje (estaca, yema, etc.) éste también llevará consigo la enfermedad. En los injertos, la enfermedad presente en el patrón puede pasar a la yema injertada, como sucede en los cítricos, donde enfermedades virales pueden afectar ambiciosos planes de propagación vegetativa. Se han desarrollado varios métodos sofisticados para eliminar estos patógenos de las plantas, como la termoterapia, quimioterapia y microinjerto de ápices caulinares o las combinaciones de éstos. Estos métodos normalmente están disponibles en los laboratorios de biotecnología. La estrechez genética de las poblaciones propagadas vegetativamente suele convertirse en un problema, pues este tipo de reproducción no permite la recombinación genética que favorece la evolución y adaptación de las especies.

En caso de implementarse masivamente este método, debe ser una norma, la búsqueda constante de clones élite con características deseables pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar a su vez la variabilidad genética de sus sitios de origen<sup>20</sup>.

#### **4.7 PROPAGACIÓN EN VIVERO Vs. SIEMBRA DIRECTA**

Según Velásquez:

Independientemente del origen de una planta, ya sea a partir de una semilla, de un segmento o por cultivo de tejidos, los primeros días de vida son los más críticos para su sobrevivencia. Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa, se utilizan instalaciones especiales

---

<sup>20</sup>Ibid., p.8.

en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para trasplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida.

La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

El objeto del trasplante es disminuir la competencia que existe en la siembra; aumentar el espacio vital entre las plantas jóvenes; desarrollar el sistema radicular (particularmente las raicillas más finas), una vez que la raíz principal se ha formado después de la germinación para favorecer el acceso a los elementos nutritivos.

Por otra parte, la siembra directa de material germinal no implica el establecimiento de un vivero, el cual acarrea costos adicionales para el productor. Además, con manejo adecuado del terreno en cuanto a drenaje, riego y control de arvenses y plagas se pueden obtener resultados muy buenos. Mediante la siembra directa el crecimiento es relativamente continuo mientras las condiciones de suelo y clima lo permiten, lo que puede no suceder con el trasplante desde vivero, ya que suele presentarse un fenómeno conocido como “crisis del trasplante” en el cual se presenta una detención pasajera del crecimiento de la plántula<sup>21</sup>.

#### **4.8 INCIDENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.**

**Temperatura.** García afirma que:

Las plantas no son capaces de mantener su temperatura constante, por lo que los cambios de temperatura ambiental influyen sobre su crecimiento y desarrollo, son poiquiloterms, pero esto no significa que su temperatura sea igual que la del ambiente, puede haber diferencias. Lo que sí es cierto es que las variaciones de temperatura ambiental originan variaciones en la temperatura de la planta. Las variaciones de la temperatura ambiental son

---

<sup>21</sup>BIBLIOTECA DIGITAL [Online]. México D.F. – México: 2008 [Consultado el 10 de Junio de 2010]. En Internet: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm)

periódicas, diarias (día/noche) y estacionales, también se dan variaciones fluctuantes más o menos previsibles como la variación de temperatura por nubosidad, variaciones dependientes de la posición de la hoja en la planta, las hojas tapadas por otras hojas tendrán menos temperatura, también depende de la velocidad del viento, altura de la hoja así como la forma de hoja. Además, la temperatura de la raíz no tiene porqué ser igual a la temperatura de la parte aérea, ya que las variaciones de temperatura llegan a la raíz con retardo respecto a la parte aérea. El régimen térmico dentro del vegetal es complejo, ya que se dan variaciones de temperatura en las diferentes plantas. En el campo no se pueden realizar estudios y en el laboratorio es complicado reproducir las condiciones ambientales, por lo que no hay buenos estudios. Los diferentes procesos fisiológicos tienen diferentes temperaturas óptimas y también especies diferentes tienen diferentes temperaturas óptimas.

La temperatura óptima se da cuando el proceso se realiza con la máxima eficiencia. La temperatura cardinal es la temperatura por encima o por debajo de la cual un proceso fisiológico se para, volviendo a funcionar cuando la temperatura está por encima de la mínima cardinal o por debajo de la máxima cardinal. La temperatura crítica son las temperaturas por debajo o por encima de las cuales un proceso fisiológico sufre daños irreversibles y la planta muere. Estas dos temperaturas críticas (mínimas y máximas) no son constantes durante la vida de la planta, sino que pueden variar durante el desarrollo, así, una planta en pleno crecimiento vegetativo tiene una temperatura crítica más alta que una que esté en dormición<sup>22</sup>.

#### **Humedad.** Según García:

El exceso de agua en el suelo provoca estrés de tipo secundario, hipoxia, perjudicial para las plantas terrestres. El agua en exceso no es tóxica, por eso no constituye un estrés primario, pero puede provocar un descenso del O<sub>2</sub> en los espacios aéreos, así, la hipoxia es un tipo de estrés secundario. Cuando el suelo está saturado de agua, el aire de los poros del suelo es desplazado por ésta y el O<sub>2</sub> disuelto es rápidamente absorbido por microorganismos y plantas.

Los suelos encharcados tienen poca capacidad de aportar O<sub>2</sub> a las raíces. Esta falta de suministro afecta al crecimiento de forma directa e indirectamente, a través de unos cambios físico-químicos que la falta de O<sub>2</sub> provoca sobre las propiedades del suelo, y también a la planta (directamente)

---

<sup>22</sup>GARCÍA, F. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. Uruguay: INIA. 1998. 25p, p.12.

porque necesita el O<sub>2</sub> para respirar<sup>23</sup>.

**Luz.** Para Logemann:

La luz influye en el crecimiento de las plantas y en la formación de órganos, la alta radiación ultravioleta destruye materias primas necesarias para el crecimiento. Por esta causa, las plantas de zonas frías crecen más lentamente que las de zonas cálidas. Igualmente, la radiación ultravioleta frena la reproducción y mata las bacterias.

Por otra parte, la influencia de la luz es importante para la germinación de las semillas y el movimiento de orientación de las plantas hacia la fuente de luz (fototropismo)<sup>24</sup>.

#### **4.9 DESARROLLO TISULAR**

Según Rojas, García y Alarcón:

En el origen del vegetal, el embrión desarrolla la plántula, los factores de base para que ello se dé son la actividad de dos meristemos, el meristemo caulinar que dará lugar al aparato aéreo y el meristemo radical que dará lugar al aparato subterráneo. Los meristemos son las zonas privilegiadas que aseguran la multiplicación celular, ya sea durante un tiempo definido o a lo largo de toda la vida del vegetal. Existen diversas categorías de meristemos que se clasifican en función de sus aptitudes.

**Los meristemos primarios.** Se los encuentra en diferentes sitios: ápice de raíces, yemas apicales, yemas axilares. Son responsables del crecimiento en longitud.

**Los meristemos secundarios.** Situados en general en las partes de más edad del vegetal. Aseguran el crecimiento en espesor.

- **Capa generatriz suber felodérmica (llamada a veces capa externa).** Produce hacia el exterior corcho o suber y la felodermis hacia el interior.

---

<sup>23</sup>GARCÍA, F. M. Op. Cit., p. 13.

<sup>24</sup>LOGEMANN, S. et al. Los efectos de la radiación uv-b sobre la morfología y anatomía de las plantas [Online]. 2010 [Consultado el 19 de Julio de 2010]. En Internet: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292009000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292009000300009&script=sci_arttext)

- **Capa generatriz libero leñosa o cambium (llamado a veces asiento interno).** Produce hacia el exterior el líber o floema y hacia el interior madera o xilema secundario.

**Los meristemos adventicios:** Son los meristemos neoformados a continuación de una desdiferenciación localizada. Esta desdiferenciación puede ser natural e intervenir en un momento dado en el desarrollo de la planta o aparecer tras unas condiciones particulares; es el caso de estacas. Estos meristemos neoformados pueden ser de origen radical o caulinar<sup>25</sup>.

#### 4.10 LABRANZA CERO

Para la FAO:

La labranza cero es un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura de conservación, con el fin de mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos. Básicamente consiste en mantener una cubierta orgánica permanente o semipermanente del suelo, por ejemplo, un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo para protegerlo del sol, la lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar" y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica. Aparte de la labranza cero, otros elementos importantes de la agricultura de conservación son la siembra directa, así como una rotación de de cultivos diversos para evitar enfermedades y plagas<sup>26</sup>.

##### 4.10.1 Beneficios de la labranza cero o conservacionista. Hendrik afirma que:

Los beneficios de la labranza cero son muy conocidos. Son beneficios tangibles e intangibles:

- Se reduce el tiempo que se tarda en plantar un campo
- Se ahorran aproximadamente 20 litros de combustible por hectárea
- Se gastan menos los equipos y hay menos costos de mantenimiento.

En total, se calcula que a través de la labranza cero se puede tener una cosecha 20 dólares más barata por hectárea que lo que se necesita invertir si se usa una labranza convencional.

---

<sup>25</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J y ALARCÓN, M. Op. Cit.,p.10.

<sup>26</sup>LABRANZA CERO: Cuando menos es más [Online]. Santiago de Chile – Chile: 2007 [Consultado el 11 de Agosto de 2009]. En Internet: // <http://www.fao.org/ag/ags/agse/main-s.htm>

Hay beneficios intangibles, que son mucho mayores que los tangibles:

- La erosión del suelo se reduce en un 90% con labranza cero.
- El implemento de insecticida o pesticida se reduce entre un 70-90% y, por lo tanto, la calidad del agua mejora.
- Aumenta la infiltración y almacenamiento del agua, debido a la cubierta protectora y a la estructura natural del suelo. Además, reduce la evaporación del agua, mantiene humedad la superficie del suelo, favorece la actividad biológica, y pone agua a disposición de las raíces. Por la misma razón, permite la absorción del fósforo aplicado en cobertura, por acción de las micorrizas.
- Ayuda al secuestro de carbono, lo que nos ayudaría a luchar contra el calentamiento global.
- Mejora la vida microbiana en el suelo, la vida de las lombrices y la vida silvestre en general.
- Por todo esto, la labranza cero es la forma más sustentable y amigable para el medio ambiente<sup>27</sup>.

Violic opina que “Aunque se dice que la preparación del suelo mejora su estructura física, paradójicamente cuanto más se trabaja el suelo, más se destruye su estructura porosa. El pie de arado y la compactación se debe al uso de arados y rastras. Al afectar la infiltración del agua y la aireación, la compactación limita el desarrollo vegetativo y el rendimiento”<sup>28</sup>.

Lo anterior se tiene en cuenta al observar los datos de la Tabla 2, en la cual se comparan las pérdidas anuales de suelo ocasionadas por diferentes tipos de labranza.

---

<sup>27</sup>HENDRIK, A. Biotecnología, presente y futuro. En: Acción Rural. Vol. 4. No. 25 (Marzo. 2006): 22p, p.14.

<sup>28</sup>VIOLIC, A. Labranza cero en Maíz, algunas vivencias e ideas sobre el tema. Harare: s.n. 1998. 13p, p.8.

**Tabla 2. Métodos de labranza.**

<b>Formación de suelo</b>	<b>1ton/ha/año (promedio)</b>
Labranza convencional	30-50 t/suelo perdidas/año
Labranza reducida	10-20 t/suelo perdidas/año
Labranza cero	100-200 Kg/suelo perdido/año
<b>Beneficio neto en suelo</b>	800-900 Kg recuperados/año
1 cm de suelo perdido	= 100 t/ha (100 años para recuperar)
Pradera sin cultivar	70 Kg/suelo perdido/año
Bosque nativo	20 Kg/suelo perdido/año

Fuente: Violic. A (1998).

#### **4.11 BENEFICIOS DE LA CUYINAZA**

La cuyinaza, como abono orgánico, puede ser aplicada tanto en plantaciones ya establecidas o al inicio de la siembra, con resultados muy positivos. También es importante anotar que con el uso de abonos orgánicos se regenera el suelo, ya que se obtienen beneficios tales como:

- Modifica favorablemente las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Mejora la retención del agua y la estructura del suelo, con lo cual se reduce la erosión.
- Favorece la disponibilidad de elementos nutritivos menores<sup>29</sup>.

En la Tabla 3 se puede observar la composición química de la cuyinaza compostada.

---

<sup>29</sup>BENEFICIOS DEL abono orgánico [Online]. Colombia: 2008 [Consultado el 06 de Noviembre de 2009]. En Internet: // <http://www.critica.com/061020087/ntierra.html>



**Tabla 3. Análisis químico proximal cuyinaza.**

<b>COMPONENTE</b>	<b>PORECENAJE</b>
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)

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de esta investigación constó de dos etapas experimentales: en la primera se realizó una comparación únicamente descriptiva de las variables: porcentaje de prendimiento, latencia y mortalidad, entre el sistema de siembra directa y el sistema de trasplante, durante el periodo de prendimiento (60 días); además se realizó el análisis cualitativo de las variables color y tamaño de la hoja al finalizar el experimento.

La segunda etapa se realizó a los 60 días post siembra, hasta las 12 semanas de edad, durante este periodo se hizo una medición inicial al momento del trasplante y dos más a las 6 y 12 semanas de edad, en las cuales se obtuvieron los datos de las variables agronómicas: porcentajes de prendimiento, latencia y mortalidad al establecimiento, junto con los números promedio de hojas y brotes, además del diámetro y altura promedio de las plantas.

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se llevó a cabo en la Granja Experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño que, según Jaramillo, está “ubicada en la vereda de Botana, corregimiento de Catambuco, a 8Km de la ciudad de Pasto, con una temperatura promedio anual de 12°C, humedad relativa del 77%, una altitud de 2820msnm y precipitación de 1031mm/año”<sup>30</sup>.

Las plantas para el sistema de siembra por trasplante permanecieron en el vivero de la granja y las parcelas para siembra directa se adecuaron en el lote número 17, como se observa en la Figura 1.

---

<sup>30</sup>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM. [Online]. 2010 [Consultado el 18 de Agosto de 2010]. En internet: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>

**Figura1. Vivero y lote 17 de la Granja Experimental Botana.**



Fotografías: James Yela.

## **5.2 ELABORACIÓN DEL SUSTRATO**

Se elaboraron 1700Kg de sustrato con una proporción de 50% suelo y 50% cuyinaza, la cual tuvo 4 meses de periodo de compostaje y fue proporcionada por la granja, a ésta se le adicionaron 50Kg de cal viva.

## **5.3 ADECUACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL**

**5.3.1 Establecimiento del vivero.** Se adecuó una de las pozas existentes en el vivero de la Granja Experimental Botana, realizando la limpieza de la misma, así como la instalación de polisombra y llenado de las bolsas de polietileno, con capacidad de 2Kg, con el sustrato que se preparó en la fase anterior.

**5.3.2 Preparación de parcelas.** Para el desarrollo del experimento se utilizó un área total de 500 m<sup>2</sup>, la cual se delimitó en 2 localidades: localidad 1 (siembra directa) y localidad 2 (trasplante), cada una de éstas se dividió en 9 parcelas, de las cuales 6 tuvieron un área de 16 m<sup>2</sup> y 3 un área de 20.25m<sup>2</sup>, con callejones entre parcelas de 1m de distancia, se delimitó cada una de éstas con sus respectivos callejones utilizando estacas de 80 cm de longitud y manila de nylon, también se dejaron dispuestos los huecos para la siembra de las estacas, los cuales se hicieron con las dimensiones de 20cm de ancho por 20cm de largo y 20cm de profundidad, de la tierra obtenida en el ahoyado se tomó una muestra de cada localidad, para análisis de suelo de completo.

El análisis de suelo para la localidad 1 (siembra directa) indicó una textura arcillo – arenosa, un pH de 4.9, clasificándolo como ligeramente ácido, con una capacidad media de intercambio catiónico (30.06meq/100g), con niveles altos de: K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y S, niveles medios de: P y B, además de niveles bajos de Zn y Al.

También presenta un contenido medio de materia orgánica (9%)

Para la localidad 2 (siembra por trasplante) se obtuvo una textura arcillo – arenosa, un pH de 4.7, clasificándolo como ligeramente ácido, una capacidad de media de intercambio catiónico (32.03meq/100g), con niveles altos de Ca, K, Fe, Mn y Cu niveles medios de P, Mg y S y niveles bajos de Zn, Al y B. La cantidad de materia orgánica (8.3%) es de rango medio.

**5.3.3 Recolección del material vegetativo.** En la Figura 2 se puede observar la recolección y preparación del material vegetativo. Para el desarrollo del trabajo se necesitaron 570 estacas, las cuales se obtuvieron de los arbustos existentes en el sector aledaño al barrio Nuevo Amanecer, ubicado al nororiente de Pasto. Las estacas se obtuvieron de la parte media y basal de las plantas madre mediante un corte en bisel utilizando machete, éstas con una longitud variable (entre 30 y 40cm), cada estaca con 4 nudos y con características similares de edad, de acuerdo con Cisneros y Chávez, “determinado por una coloración en las estacas que va de verde oscuro a marrón”<sup>31</sup>.

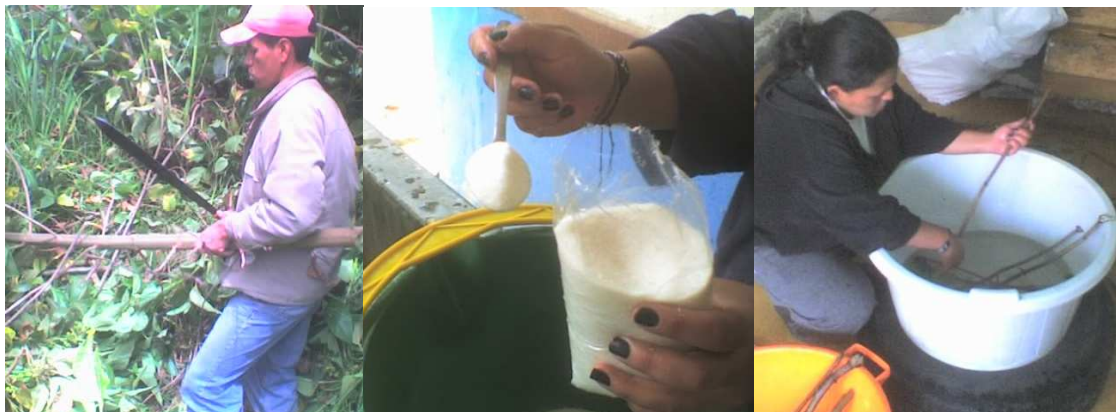
**5.3.4 Preparación de las estacas.** Según las recomendaciones de Hartmann y Kester<sup>32</sup>, se realizó un lavado de las estacas con agua al clima, ya que existen especies cuyas estacas son difíciles que formen raíces, debido a la presencia de inhibidores naturales asociados a compuestos fenólicos, como son la lignina, flavonoles, antocianidinas, etc. Realizando este procedimiento aumenta la calidad y cantidad de las raíces que se producen, ya que durante el lavado se liberan dichas sustancias, posteriormente estas mantuvieron por 24 horas en enraizador orgánico que es una preparación de 2 cucharadas de azúcar por litro de agua.

---

<sup>31</sup>CISNEROS, R y CHÁVEZ. M. Op. Cit., p. 87.

<sup>32</sup>HARTMANN, H y KESTER, D. Propagación de plantas principios y prácticas. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 813p. p. 294 – 295.

**Figura 2. Recolección y preparación del material vegetativo.**



Fotografías: James Yela

**5.3.5 Siembra.** La siembra se realizó simultáneamente en terreno y vivero. El método de siembra de las estacas en terreno fue al cuadro, éstas se plantaron a una profundidad de 2 nudos en los huecos previamente dispuestos para este fin, posteriormente el hueco se cubrió con el sustrato compuesto por 50% de tierra y 50% de cuyinaza compostada, mientras que en vivero la siembra se realizó en las bolsas de polietileno, que se llenaron con el mismo sustrato durante la fase de establecimiento del vivero.

**5.3.6 Trasplante.** La Figura 3 muestra el paso de vivero a terreno, el cual se llevó a cabo a los 70 días posteriores a la siembra en vivero, se trasplantaron plantas con brotes y en estado de latencia.

**Figura 3. Trasplante.**



Fotografías: James Yela.



**5.3.7 Riego.** En los dos sistemas de propagación, el riego fue manual, se realizó tres veces por semana, hasta los 60 días. No se realizó más riego debido a que se presentaron lluvias esporádicas, además la textura arcillo – arenosa del suelo hizo que se presentara una mala infiltración de agua, generando así la aparición de una capa superficial de agua, para mitigar este problema se realizaron drenajes en las parcelas que presentaron tendencia a la inundación.

**5.3.8 Control de arvenses.** Durante el desarrollo del experimento se realizaron 3 plateos.

**5.3.9 Control de plagas y enfermedades.** Se detectó la presencia del insecto saltahojas (*Perkinsiella saccharicida*), al cual se le atribuye la aparición de hojas carcomidas, también se presentó una coloración violeta en hojas causada por los niveles medios de fósforo en el suelo, el efecto de estos sucesos se puede observar en la Figura 4.

**Figura 4. Plagas y enfermedades.**



Fotografías: James Yela.

**5.3.10 Tratamientos.** Según la densidad de siembra, las estacas se distribuyeron de la siguiente manera:

Localidad 1 (siembra directa)

T1: (distancia entre planta y surco: 0,5m)

T2: (distancia entre planta y surco: 1m)

T3: (distancia entre planta y surco: 1,5m)

Localidad 2 (siembra por trasplante)

T1: (distancia entre planta y surco: 0,5m)

T2: (distancia entre planta y surco: 1m)

T3: (distancia entre planta y surco: 1,5m)

**5.3.11 Diseño experimental.** Se empleó el diseño Serie de experimentos similares en diferentes localidades, conformado por dos localidades, cada una con tres tratamientos y tres réplicas por tratamiento, la distribución de las estacas se puede observar en la Tabla 4. Así mismo, se llevó a cabo la prueba de

significancia de Tukey para la determinación del mejor tratamiento.

**Tabla 4. Distribución de estacas en tratamientos.**

<b>LOCALIDAD 1 (Siembra directa)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Total</b>
1	64	64	64	192
2	16	16	16	48
3	9	9	9	27
<b>Subtotal</b>				<b>267</b>
<b>LOCALIDAD 2 (Siembra por trasplante)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Total</b>
1	64	64	64	192
2	16	16	16	48
3	9	9	9	27
<b>Subtotal</b>				<b>267</b>
<b>TOTAL</b>				<b>534</b>

Fuente: esta investigación.

- **Modelo matemático**

$$Y_{ijk} = \mu + \pi_i + \tau_k + (\pi \tau)_{ik} + \beta(X_i - \bar{X}) + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta.

$\mu$  = Media general del experimento

$\pi_i$  = Efecto de la localidad i

$\tau_k$  = Efecto del tratamiento k

$(\pi \tau)_{ik}$  = Efecto de interacción entre el tratamiento k y la localidad i

$\beta(X_i - \bar{X})$  = Covariable

$e_{ijk}$  = Error de observación sobre el error experimental ijk

- **Formulación de hipótesis**

Con el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis.

**Hipótesis nula para localidades y tratamientos**

$$H_0 = \mu_{L1} = \mu_{L2}$$

$$H_0 = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3}$$

Las medias de las localidades y los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables evaluadas.

### Hipótesis alterna para localidades y tratamientos

$$H_a = \mu_{L1} \neq \mu_{L2}$$

$$H_a = \mu_{T1} \neq \mu_{T2} \neq \mu_{T3}$$

Las medias de las localidades y tratamientos no son iguales. Por lo tanto, al menos una media muestra diferencias estadísticas significativas en los promedios de las variables a evaluar.

Además se realizó la prueba de Tukey, y se tuvo en cuenta el coeficiente de variación como indicador de confiabilidad.

**5.3.12 variables evaluadas.** Las mediciones de todas las variables se realizaron en el momento del trasplante, a las seis y doce semanas posteriores al mismo.

- **Porcentaje de prendimiento (P.P).** Se consideraron dentro del porcentaje de prendimiento, las plantas que presentaron brotación (como lo indica la Figura 5) y se realizó una relación porcentual con la totalidad de estacas sembradas por réplica, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ P.P} = \frac{\text{número de estaca con brotes}}{\text{número total de estacas}} * 100$$

**Figura 5. Estaca con brote.**



Fotografía: James Yela

- **Porcentaje de latencia (P.L).** la Figura 6 indica una estaca en estado latente. En esta variable se tuvo en cuenta las plantas vivas pero que no presentaron brotes, de la siguiente manera:



$$\% \text{ P.L} = \frac{\text{número de estacas latentes}}{\text{número total de estacas}} * 100$$

**Figura 6. Estaca latente.**



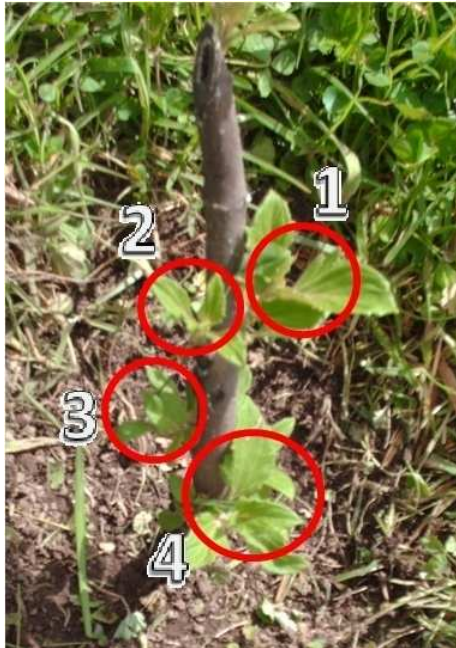
Fotografía: James Yela

- **Porcentaje de mortalidad al establecimiento (P.M.E).** Se calculó por diferencia del 100% de estacas sembradas, menos la suma del porcentaje de prendimiento y porcentaje de latencia.

$$\% \text{ P.M.E} = 100 - (\text{P.P} + \text{P.L})$$

- **Número promedio de brotes (N.B).** En cada medición se contó el número promedio de brotes de cada réplica en los tres tratamientos, como lo muestra la Figura 7.

**Figura 7. Número de brotes en una planta.**



Fotografía: James Yela.

- **Número promedio de hojas (N.H).** En cada medición se obtuvo el número promedio de hojas de cada réplica en los tres tratamientos, como lo indica la Figura 8.

**Figura 8. Hojas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).**



Fotografía: James Yela.

- **Diámetro promedio (D) (cm).** Se calculó midiendo el diámetro de la planta, de extremo a extremo, tomando como referencia la punta de sus hojas, tal como se observa en la Figura 9.

**Figura 9. Medición de diámetro.**



Fotografía: James Yela.

- **Altura promedio (A) (cm).** Se midió desde la base de la planta hasta su borde superior (ver Figura 10), obteniéndose en cada medición la altura promedio en cada réplica en los tres tratamientos.

**Figura 10. Medición de altura.**



Fotografía: James Yela.

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 COMPARACIÓN DESCRIPTIVA DE LOS DOS SISTEMAS DE SIEMBRA

En la Tabla 5 se puede observar los resultados promedio, obtenidos a los 60 días de edad post siembra en los parámetros de prendimiento, latencia, mortalidad, número de hojas y brotes, en el sistema de siembra directa y las estacas establecidas en vivero.

**Tabla 5. Resultados promedio de parámetros evaluados a los 60 días.**

Parámetro	Siembra directa	Vivero
Porcentaje de Prendimiento	44,57%	62,17%
Porcentaje de Latencia	23,97%	28,46%
Porcentaje de Mortalidad	31,46%	9,36%
Número de Brotes	1,73b	2,43b
Número de Hojas	10,36h	12,12h

Fuente: esta investigación.

Se puede observar una diferencia del 17.60% entre los porcentajes de prendimiento en vivero y siembra directa, la cual pudo haber sido influenciada por condiciones ambientales constantes del vivero como luz, humedad y temperatura; siendo el factor temperatura el de mayor influencia, ya que para Yáñez<sup>33</sup>, en el interior del vivero la temperatura se mantiene relativamente constante durante el día y la noche, en tanto que en los lugares abiertos, ésta puede fluctuar hasta más de 10°C cada día, además García<sup>34</sup> asevera que en el suelo bajo labranza cero, se presenta una temperatura más baja en comparación con un suelo bajo labranza convencional, debido a que la capa vegetal que cubre el suelo (mulch) es de baja conductividad térmica, lo que genera una mayor demanda de calor por unidad de área, para que se genere un incremento significativo en la temperatura del suelo.

Esta situación afecta la aparición de brotes, teniendo en cuenta que García<sup>35</sup> afirma que: las plantas no son capaces de mantener su temperatura constante,

---

<sup>33</sup>YÁÑEZ, J. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. Coahuila, México: Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales, 2002. 22p, p.5.

<sup>34</sup>GARCÍA, F. Op. Cit., p.11.

<sup>35</sup>Ibid., p.13.

por lo que los cambios de temperatura ambiental influyen sobre su crecimiento y Desarrollo. Ya que la germinación comprende procesos metabólicos que se producen en estrecha relación con la temperatura, y su efecto se expresa en la capacidad germinativa o en la velocidad de germinación.

Un estudio realizado por Cisneros y Chávez<sup>36</sup> con estacas de tres secciones del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*), registró un promedio de 39,14% de prendimiento en vivero, correspondiente a las estacas de las secciones media y baja; realizando una comparación con el resultado de este estudio, 62,17% de prendimiento en vivero, se indica una superioridad del 23,03%, incluso el porcentaje de prendimiento en terreno (44 ,57%), es superior con un 5,43%. Lo anterior se le puede atribuir a que en este estudio se utilizó cuyinaza con un mayor tiempo de descomposición, la cual modifica favorablemente las condiciones químicas y físicas del suelo, que la utilizada en el trabajo de Cisneros y Chávez.

En cuanto al porcentaje de latencia, se puede decir que no se presentó una diferencia marcada, ya que ésta es solo 4.49% superior en vivero en comparación con siembra directa, lo cual puede atribuírsele, según García<sup>37</sup>, a que cuando la semilla no germina después de los 20 días posteriores a la siembra, la causa puede ser la existencia de un periodo cronológicamente regulado de interrupción del crecimiento y de disminución del metabolismo durante el ciclo vital, siendo una característica regulada por factores hereditarios que determinan los mecanismos fisiológicos endógenos de las plantas, esto no significa que dichas estacas no sigan un desarrollo normal, sino que el intervalo entre siembra y germinación es característico de cada estaca.

Por otra parte, el porcentaje de mortalidad es superior en el sistema de siembra directa, presentándose una diferencia bastante amplia, correspondiente al 22.10%, esto debido principalmente a la no intervención mecánica del suelo y a las características físicas del terreno, encontradas en el análisis del suelo, específicamente su textura arcillo – arenosa, que limitó la infiltración de los 242.15mm de precipitación registrados durante los 60 días que duró esta fase del ensayo; las anteriores condiciones favorecen una hipoxia por exceso de agua, si bien se hicieron drenajes en las parcelas, esto no fue suficiente para contrarrestar la tendencia del suelo a encharcarse en ciertas áreas.

Según García<sup>38</sup>, cuando el suelo está saturado de agua, el aire de los poros es

---

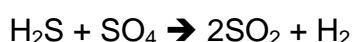
<sup>37</sup>CISNEROS. R y CHÁVEZ, M. Op. Cit., p. 59.

<sup>37</sup>GARCÍA, F. Op. Cit., p.10.

<sup>38</sup>Ibid., p.20.

desplazado por ésta, por ello los suelos encharcados tienen poca capacidad de aportar oxígeno. Esta falta de suministro afecta al crecimiento de forma directa, ya que la planta necesita oxígeno para respirar, e indirecta a través de cambios físico-químicos que la falta de oxígeno provoca sobre las propiedades del suelo.

Esta saturación de agua causa una disminución del potencial de óxido – reducción, haciendo que los compuestos del suelo que están oxidados se reduzcan cambiando así sus propiedades, entre ellas la biodisponibilidad de compuestos tóxicos que son absorbidos por las plantas, por ejemplo, la reducción del azufre en la reacción:



En la reacción se produce  $\text{SO}_2$  que es más tóxico que el  $\text{H}_2\text{S}$ , causando intoxicación en las plantas y descenso del pH a causa de la liberación de hidrógeno.

Cisneros y Chávez<sup>39</sup> obtuvieron en 2009 un porcentaje promedio de mortalidad de 46.64% en estacas de las secciones media y baja de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*), en condiciones de vivero; este resultado está muy por encima de los del presente estudio, ya que se registró 31.46% en siembra directa y 9.36% en vivero, la diferencia entre los resultados de los dos estudios pudo deberse a que en el estudio de Cisneros y Chávez no se tuvieron en cuenta los factores de madurez y grosor de la planta, a diferencia que en esta investigación se trató que el material vegetativo recolectado fuera lo más homogéneo posible.

En la Tabla 5 aparecen los resultados promedio de número de brotes y hojas, en los sistemas de siembra directa (localidad 1) y de vivero (localidad 2), siendo 1.73 y 2.43 brotes, y 10.36 y 12,12 hojas respectivamente, obteniéndose una diferencia de 0.7 brotes y 1.76 hojas entre los dos sistemas, indicando así una relación directamente proporcional entre número de brotes y hojas, además de evidenciarse una clara ventaja del sistema vivero sobre el de siembra directa, lo cual puede deberse a que en vivero la temperatura es relativamente constante, mientras que en terreno este factor no es fácilmente controlable, siendo la fluctuación de temperatura la principal causa de variación de los procesos metabólicos de la planta, como lo afirma Mendoza<sup>40</sup>, con temperaturas excesivamente bajas, las reacciones bioquímicas se lentifican y se dispone de poca energía para los procesos de translocación de azúcares, síntesis de proteínas y hormonas, formación de paredes celulares, etc. Con temperaturas

---

<sup>39</sup>CISNEROS, R y CHÁVEZ, M. Op. Cit., p. 59.

<sup>40</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J y ALARCÓN, M. Op. Cit., P.38.

extremas altas pueden darse fenómenos de desnaturalización de proteínas, desorganización de paredes, alteración de procesos bioquímicos, etc. Todos estos trastornos ocasionan que las plantas del sistema de siembra directa se desarrollen de una forma lenta y débil, con menor cantidad de brotes y hojas en comparación con el vivero.

En el desarrollo de esta investigación se obtuvieron porcentajes para número promedio de brotes y hojas de 1.73 y 10.36 en siembra directa, y 2.43 y 12.12 en vivero, que confrontados con los resultados de estudio realizado por Cisneros y Chávez<sup>41</sup>, con 3.02 brotes y 24.64 hojas promedio en condiciones de vivero para las secciones media y baja de la planta, indican un menor desempeño de las plantas utilizadas en este estudio, se le puede atribuir a la procedencia del material vegetativo recolectado y la diferencia en las condiciones físicas entre el vivero de Botana y el existente en la Universidad de Nariño el lugar donde se llevó a cabo el experimento de Cisneros y Chávez.

## **6.2 EVALUACIÓN DE VARIABLES CUALITATIVAS**

Las variables cualitativas evaluadas al final del proyecto fueron: coloración y tamaño de la hoja.

**6.2.1 Coloración de la hoja.** La coloración de las hojas en los dos sistemas de siembra fue diferente, mientras que las plantas sembradas en vivero (localidad 2) mostraron un color verde brillante, las hojas de las plantas en siembra directa exhibieron una coloración más bien amarillenta, esto se puede deber a que el suelo de la parcela de siembra directa (localidad 1), presenta concentraciones altas de Ca y Cu, lo cual está sustentado por la afirmación de Hernández<sup>42</sup>, quien dice que "altas concentraciones de otros elementos en el suelo tales como Ca y Cu pueden "atrapar" al Fe de modo que sea inaccesible a la planta, lo que puede generar clorosis, enfermedad caracterizada por la coloración verde amarillenta de las hojas".

La Figura 11 muestra la diferencia de coloración de la hoja, en los dos sistemas de siembra.

---

<sup>41</sup>CISNEROS, R y CHÁVEZ, M. Op. Cit., p. 68.

<sup>42</sup>HERNÁNDEZ, G. Clorosis [Online]. 2010 [Consultado el 21 de Julio de 2010]. En internet: <http://www.sabelotodo.org/Clorosis.html>



**Figura 11. Comparación del color de la hoja en sistema de siembra directa (izquierda) y sistema de vivero (derecha).**



Fotografías: James Yela.

**6.2.2 Tamaño de la hoja.** Al igual que la coloración, el tamaño de las hojas también varió en los dos sistemas de siembra (como se ilustra en la Figura 11), esto pudo haber sido ocasionado por la intensidad con la que la luz se absorbió en los dos sistemas, ya que en vivero las plantas, estuvieron protegidas por polisombra, la que actuó como un fotoprotector, disminuyendo así el paso de luz hacia las plantas, en tanto que en terreno, la luz tiene un contacto directo con las hojas, situación perjudicial para el crecimiento de la misma. Como lo afirman Logemann *et al*<sup>43</sup>, existen dos consecuencias de mayor importancia de la exposición a luz directa, siendo la primera la acción oxidativa que ejerce los fotones UV-B sobre las tubulinas (proteínas indispensables en la división celular), repercutiendo en el crecimiento del tejido, y por ende en el tamaño de la hoja; el segundo factor es el efecto inhibitorio de la radiación UV-B sobre la expansión del epitelio del haz de la hoja que es la cara que normalmente recibe flujos de radiación UV-B mayores que el envés, otra posible razón para que el tamaño de las hojas haya sido menor en siembra directa (localidad 1), en comparación al vivero (localidad 2), es la baja concentración de Zn en el suelo del sistema de siembra directa (localidad 1), ya que, como lo afirma Yáñez<sup>44</sup>, “el Zn está ligado al desarrollo y expansión foliar y en el proceso de fotosíntesis, por lo que su carencia parcial o total se liga con la falta de tamaño de las hojas”

<sup>43</sup>LOGEMANN, S. *et al*. Los efectos de la radiación uv-b sobre la morfología y anatomía de las plantas [Online]. 2010 [Consultado el 19 de Julio de 2010]. En Internet: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292009000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292009000300009&script=sci_arttext)

<sup>44</sup>YÁÑEZ, J. Op. Cit., p. 9.



**Figura 12. Comparación del tamaño de la hoja en sistema de siembra directa (izquierda) y sistema de vivero (derecha).**



Fotografías: James Yela.

### 6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la Tabla 6 se pueden observar los resultados promedio para las tres mediciones a los 0, 6, y 12 semanas de edad, post prendimiento en los parámetros de prendimiento, latencia, mortalidad, número de hojas y brotes, así como para las mediciones de altura y diámetro, tanto en el sistema de siembra directa como en las estacas establecidas en vivero.

En este análisis se abordaron dos tipos de diferencias: entre localidades (siembra directa y siembra por trasplante) y entre tratamientos; para el segundo caso, se debe tener en cuenta que las diferencias significativas o no significativas, son el producto de la interacción de los tres tratamientos entre las dos localidades.

**Tabla 6. Resultados promedio para las variables estadísticas en las tres mediciones.**

Variable	Medición	Prom. Localidad 1			Prom. Localidad 2		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Porcentaje promedio de prendimiento	1	33,75	43,75	51,85	68,75	77,08	77,78
	2	31,25	27,08	22,22	70,84	70,83	66,67
	3	15,63	16,67	22,22	60,42	68,75	44,44
Porcentaje promedio de latencia	1	22,92	29,17	22,22	31,25	22,92	22,22
	2	11,98	25	11,11	7,81	12,5	7,41
	3	9,9	20,83	7,41	4,17	6,25	7,41
Porcentaje de mortalidad al establecimiento	1	33,34	27,08	25,92	0	0	0
	2	56,77	47,92	66,67	21,36	16,67	25,92
	3	66,15	62,50	70,37	35,42	25	48,15

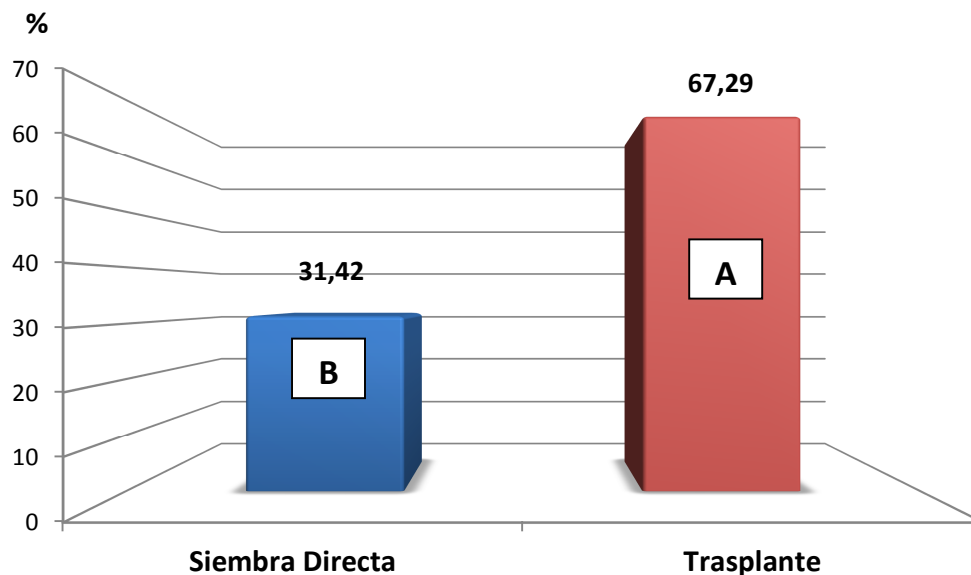
VARIABLES AGRONÓMICAS							
Variable	Medición	Prom. Localidad 1			Prom. Localidad 2		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Número promedio de brotes pos prendimiento	1	1,78	1,78	2,06	2,24	2,44	2,47
	2	1,86	1,96	2,22	1,88	2,23	1,97
	3	3	2,17	1,94	1,86	2,03	1,61
Número promedio de hojas pos prendimiento	1	9,05	14,32	7,44	12,97	12,14	12,07
	2	9,77	11,83	10,78	11,03	11,51	8,21
	3	10,88	13,83	6,06	12,13	11,87	7,28
Diámetro promedio pos prendimiento (cm)	1	9,90	9,59	6,93	10,53	9,92	11,52
	2	9,97	10,29	7,56	12,22	12,86	10,10
	3	12,45	11	7,50	11,09	13,64	11,11
Altura promedio pos prendimiento (cm)	1	28,22	30,88	30,07	21,69	24,37	22,85
	2	30,90	29,49	33,5	21,56	25,91	22,25
	3	30,09	29,26	34,28	24,19	24,01	24,54

Fuente: esta investigación.

**6.3.1 Porcentaje promedio de prendimiento.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 24,36% indicando buena confiabilidad (Anexo A), los cuales demostraron que existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa, con 31.42% y (localidad 2) siembra por trasplante, con 67.29%; y diferencias no significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 49.83%, T2: 50.69% y T3: 47.53%, indicando que el mejor tratamiento con relación a la variable es el T2, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1m.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje promedio de prendimiento para los dos sistemas de siembra, se encuentran registrados en la Figura 13.

**Figura 13. Porcentaje promedio de prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



Se puede observar una diferencia altamente significativa (35.87%) entre el porcentaje promedio de prendimiento de los dos sistemas, ya que en la fase de germinación, las plantas de trasplante contaron con condiciones climáticas controladas, lo cual generó que las mismas iniciaran y finalizaran su periodo de establecimiento con una amplia ventaja sobre las plantas del sistema de siembra directa.

Además, al momento del trasplante se presentó un mayor porcentaje promedio de latencia en vivero (localidad 2), con 28.46%, en comparación al valor del porcentaje en siembra directa (localidad 1), con 23.97%, lo que generó que un mayor número de plantas tuvieran la probabilidad de germinar después del trasplante al lote correspondiente.

También debe tenerse en cuenta que en el sistema de siembra directa (localidad 1) se obtuvo un porcentaje de mortalidad del 31.46%, en el periodo de germinación (60 días), bastante alto en contraste con el de vivero 9.36%, lo que incidió de forma inversa en el aumento del porcentaje de brotación, durante el desarrollo del experimento.

Otro factor a destacar es el tamaño de la hoja que, como se describió anteriormente en las variables cualitativas, fue mayor en el sistema de siembra por trasplante (localidad 2), lo que influye directamente sobre el desarrolló radicular, y por ende en la sobrevivencia de las plantas que, a su vez, hacen que el porcentaje promedio de prendimiento se mantenga y pueda incrementarse con el paso del tiempo.

Lo anterior está justificado por la afirmación de Taiariol<sup>45</sup>: La translocación de carbohidratos desde las hojas más grandes sin duda contribuye a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas de mayor tamaño, es posiblemente resultado de otros factores más directos, ya que éstas son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados directamente por debajo de ellos, a nivel de la raíz.

Rojas, García y Alarcón<sup>46</sup> hacen referencia a un estudio realizado en 1996 en Macagual, sede de CORPOICA en Florencia – Caquetá, se evaluó el porcentaje de prendimiento en cuatro especies forrajeras: Nacedero (*Trichantera gigantea*) 80%, Matarratón (*Gliricidia sepium*) 82%, Pizamo (*Erythrina fusca*) 80%, Bohío (*Clitoria fairchildiana*) 69% a los 4 meses posteriores al trasplante. En comparación, la Colla Negra (siembra por trasplante) obtuvo un porcentaje de prendimiento del 67.29%; se puede decir que al contrastar los resultados de los dos estudios, el porcentaje de prendimiento de la Colla Negra es bastante bueno, si se tiene en cuenta que las especies forrajeras evaluadas son de clima cálido y se caracterizan por su alto índice de producción de biomasa, también se debe tener en cuenta que la medición de este parámetro en el trabajo de CORPOICA se realizó a los 4 meses y en este estudio la última medición se realizó en el tercer mes, además se puede decir que el resultado de la presente evaluación es bastante confiable, ya que fue el resultado de una evaluación realizada con 267 plantas, en comparación a las 40 plantas que se utilizaron en el ensayo de Macagual.

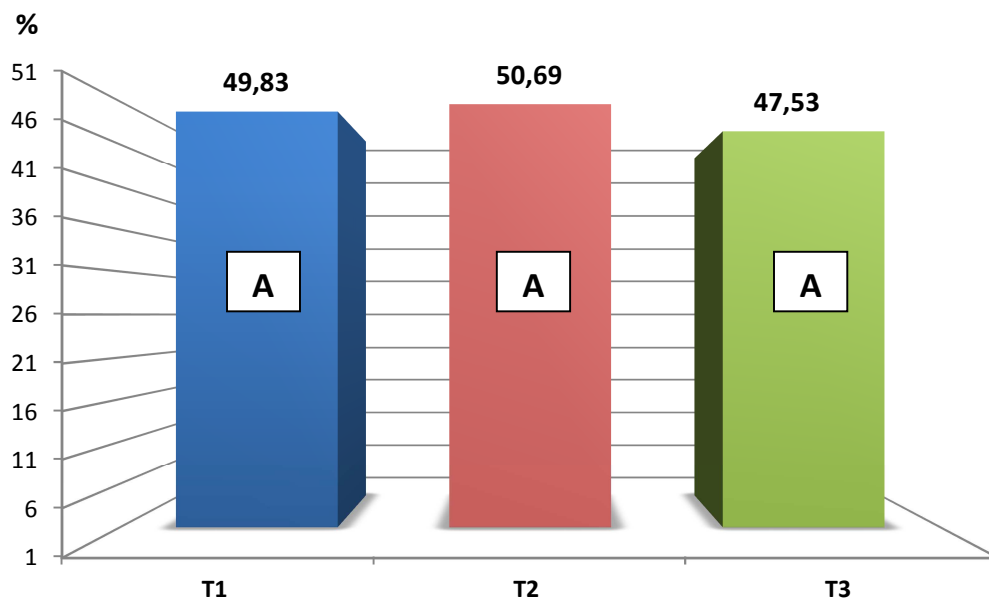
En la Figura 14 se puede observar el porcentaje promedio de prendimiento para cada uno de los tratamientos.

---

<sup>45</sup>TAIARIOL, R. Propagación vegetativa [Online]. [Consultado el 17 de Julio de 2009]. En internet: <http://www.monografias.com/trabajos13/propoveg/propaveg.shtml>

<sup>46</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J. y ALARCÓN, M. Op. Cit., P.47.

**Figura 14. Porcentaje promedio de prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



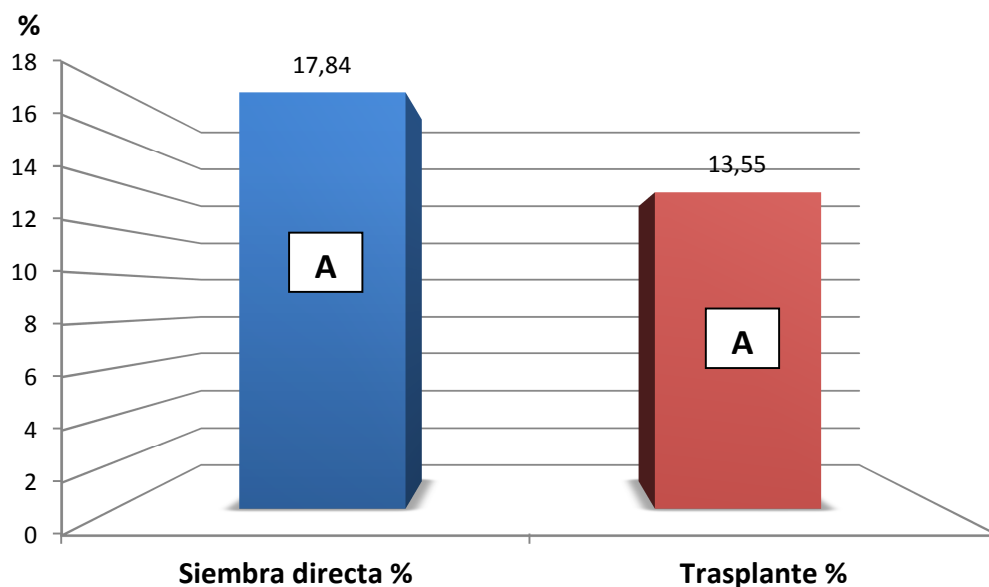
Se puede observar la variación del porcentaje promedio de prendimiento en los tres tratamientos; a pesar de no haberse encontrado diferencias significativas entre los mismos, el T2 es el mayor y el T3 es el de menor desempeño, lo cual se le puede atribuir a que desde la segunda medición se empezaron a observar hojas carcomidas mayoritariamente en el T3, causadas por el insecto saltahojas (*Perkinsiella saccharicida*), lo que causó marchitamiento, caída de las hojas y en algunos casos la muerte de la estaca. Puesto que las hojas tienen varias funciones vitales para la planta, como lo menciona la Fundación Educativa Héctor A. García<sup>47</sup>, son los órganos vegetales que sirven a la planta, para la respiración, transpiración y función clorofílica.

**6.3.2 Porcentaje promedio de latencia.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 43.95% generando una baja confiabilidad (Anexo B), los cuales demostraron que no existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 17.84% y (localidad 2) siembra por trasplante con 13.55%, y existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 14.67%, T2: 19.44% y T3: 12.96%, indicando que el mejor tratamiento con relación a la variable es el T2, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1m.

<sup>47</sup>FUNDACIÓN EDUCATIVA Héctor A. García. Partes de una planta [Online]. [Consultado el 23 de Julio de 2009]. En internet: <http://www.salonhogar.com/partesdeunaplanta/09876/shtml>

Los datos obtenidos para la variable porcentaje promedio de latencia para las dos localidades se encuentran en la Figura 15.

**Figura 15. Porcentaje promedio de latencia en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**

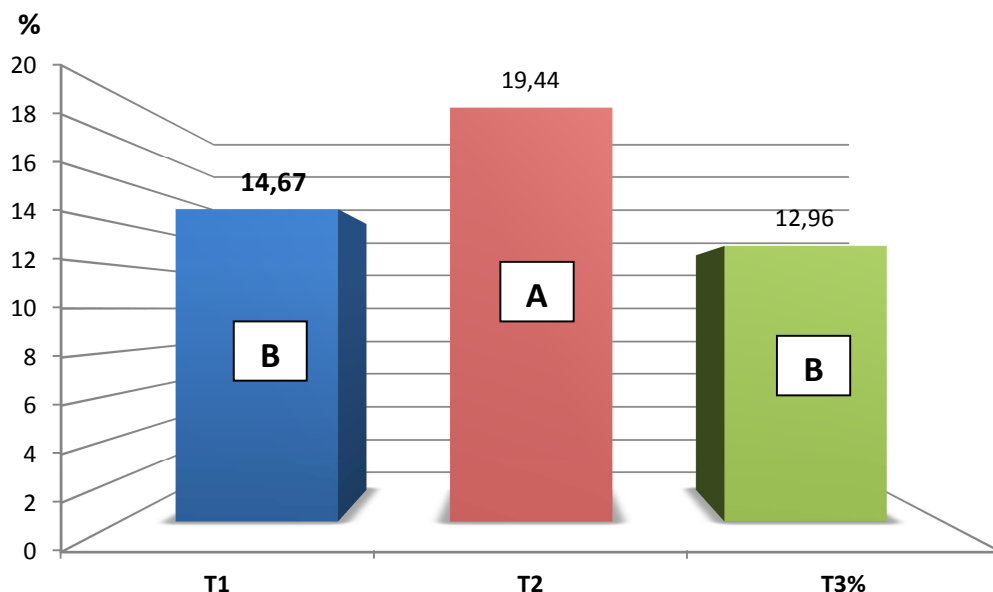


Se puede observar la diferencia no significativa encontrada en este estudio para la variable porcentaje promedio de latencia, este resultado puede deberse a la similitud de la totalidad del material vegetativo, recolectado para la propagación, ya que éste fue obtenido de un solo lugar, se puede esperar un comportamiento similar entre los dos sistemas de siembra, si se tiene en cuenta lo afirmado por García “las condiciones hormonales y nutricionales de la planta progenitora tienen gran influencia en el establecimiento del periodo de latencia de sus clones”<sup>48</sup>.

En la Figura 16 se puede observar el porcentaje promedio de latencia para cada uno de los tratamientos.

<sup>48</sup>GARCÍA, F. Op. Cit., p.12.

**Figura 16. Porcentaje promedio de latencia en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



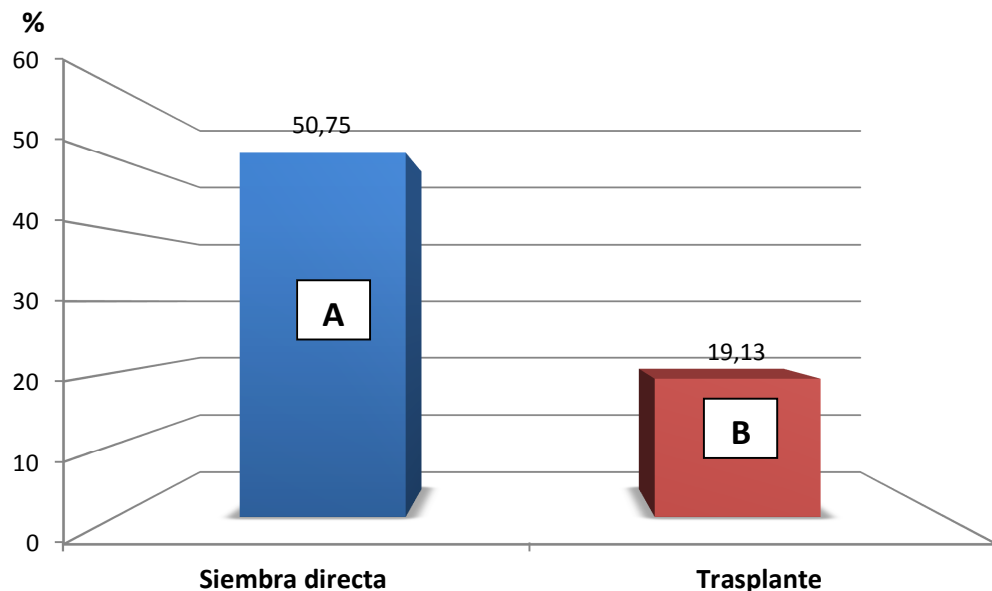
Se puede apreciar la superioridad del T2 sobre los demás tratamientos, ya que para éste se reportaron los mejores resultados de prendimiento y mortalidad, y la estrecha diferencia entre los T1 y T3, los cuales tienen menores porcentajes de latencia debido a un desempeño inferior en cuanto a prendimiento y mortalidad.

Durante el desarrollo del estudio se observó que el porcentaje promedio de latencia en los dos sistemas de siembra (localidades) disminuyó con el paso del tiempo, pero en el caso del sistema de siembra directa (localidad 1) esta disminución se refleja en un incremento en el porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento, mientras que en el sistema de siembra por trasplante (localidad 2) la disminución del porcentaje promedio de latencia genera un aumento en el porcentaje promedio de prendimiento.

**6.3.3 Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 32,94% indicando una confiabilidad levemente baja (Anexo C), los cuales demostraron que existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 50.75% y (localidad 2) siembra por trasplante con 19.13%, así como también existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 35.50%, T2: 29.86% y T3: 39.45%, indicando que el mejor tratamiento con relación a la variable es el T2, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1m.

Los datos obtenidos para la variable porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento para las dos localidades se relacionan en la Figura 17.

**Figura 17. Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



Para el caso del porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento, se registra una diferencia estadísticamente significativa, pudiendo haber sido ésta causada por la persistencia de la humedad en la parcela de siembra directa (localidad 1) a lo largo del experimento, ya que como se mencionó anteriormente, la textura arcillo – arenosa de este suelo dificulta la infiltración de agua, lo que causó encharcamiento en ciertas zonas, esto a su vez generó la aparición de hongos, y pudrición de algunas estacas, debido a que la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) presenta un tallo hueco en los entrenudos los cuales absorben más agua que un tallo macizo. Esta pudrición inició con la aparición de manchas marrones en las hojas; la continuidad de la humedad también pudo haber generado una prolongación de la hipoxia que se mencionó anteriormente en la comparación descriptiva de los sistemas de siembra.

Este es uno de los principales parámetros en los que sobresalen las plantas que germinaron en vivero, ya que, según Mendoza<sup>49</sup>, los primeros días de vida son los más críticos para una planta, por lo que las plantas a las cuales se les proporciona condiciones favorables para el crecimiento durante esta fase de su vida adquieren

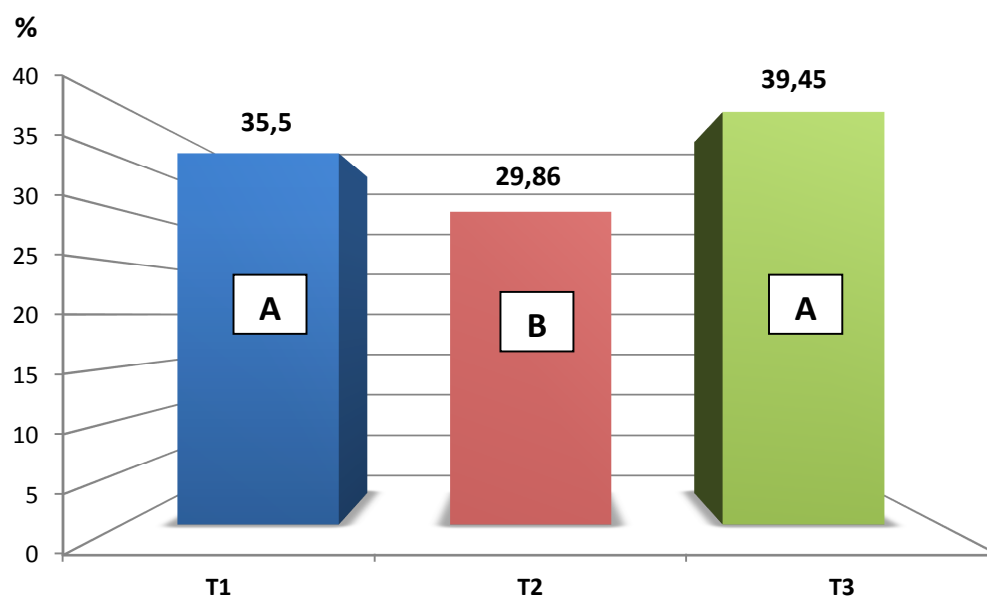
<sup>49</sup>MENDOZA, D. Los viveros [Online]. [Consultado el 26 de Julio de 2010]. En Internet: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm)



la fortaleza necesaria para llegar a completar un ciclo normal de vida.

En la Figura 18 se puede observar el porcentaje promedio de latencia para cada uno de los tratamientos.

**Figura 18. Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



Como se puede observar, el T2 fue el mejor tratamiento en cuanto a porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento, también se aprecia que estuvo distanciado de los T1 y T3; lo que puede indicar que en la décimo segunda semana post germinación ya se puede apreciar competencia de las plantas por los nutrientes presentes en el suelo, justificándose así en gran medida la mortalidad en el T1, donde la distancia entre plantas y entre surcos es de 0.5m; lo anterior puede tener validez, pues, según López<sup>50</sup>, el contenido nutricional de las estacas es fundamental para la iniciación de la nueva planta, ya que durante los 20 días siguientes a la siembra su crecimiento se realiza exclusivamente a expensas de las reservas acumuladas en los tallos. Tres semanas después de la siembra, con la aparición de las primeras hojas y raíces, la fotosíntesis empieza a contribuir al crecimiento de la planta, la cual, sin embargo, continúa utilizando las reservas nutritivas hasta los 40 días, tiempo a partir del cual el suelo es la fuente primordial de nutrientes para la planta.

<sup>50</sup>LOPEZ, J. El Cultivo. Cali – Colombia: CIAT, 1995. 29p, p.5.

Sin embargo, esto no explica el elevado porcentaje de mortalidad en el T3, donde la distancia de siembra es bastante amplia (1.5m), pero como se mencionó anteriormente, el elevado porcentaje de mortalidad en el T3 se le atribuyó a la presencia del saltahojas (*Perkinsiella saccharicida*).

En el estudio mencionado por Rojas, García y Alarcón<sup>51</sup>, realizado por CORPOICA en Macagual (Florencia – Caquetá), se registraron porcentajes de mortalidad para: Nacedero (*Trichanthera gigantea*) 20%, Matarratón (*Gliricidia sepium*) 18%, Pizamo (*Erythrina fusca*) 20%, Bohío (*Clitoria fairchildiana*) 31%, por lo que se puede decir que el porcentaje promedio de mortalidad registrado por éste estudio (19.13%) está dentro de estos rangos de mortalidad normal para especies forrajeras arbóreas o arbustivas.

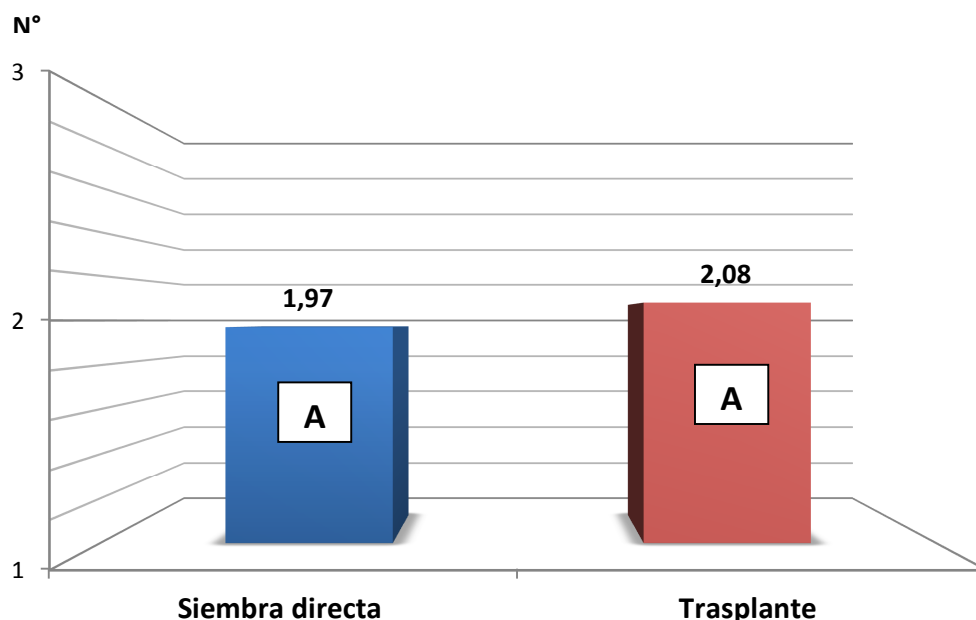
**6.3.4 Número promedio de brotes post prendimiento.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 28.35% indicando una buena confiabilidad (Anexo D), los cuales demostraron que no existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 1.97 y (localidad 2) siembra por trasplante con 2.08, igualmente no se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 1.93, T2: 2.10 y T3: 2.04, indicando que el tratamiento con mayor valor en relación a la variable es el T2, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1m.

Los datos obtenidos para la variable número promedio de brotes post prendimiento. para los dos sistemas de siembra, se encuentran registrados en la Figura 19.

---

<sup>51</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J y ALARCÓN, M. Op. Cit., p.47.

**Figura 19. Número promedio de brotes post prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



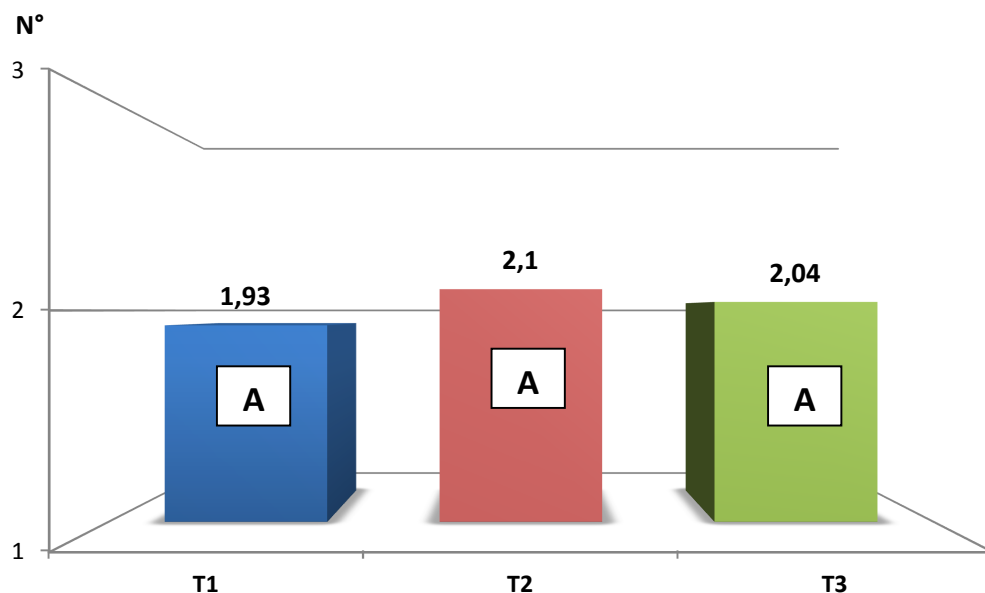
Se puede observar el comportamiento similar de la variable número promedio de brotes post prendimiento en los dos sistemas de siembra (localidades), lo cual se le atribuye a la uniformidad del material vegetativo, ya que al venir de un ambiente común las características de edad y estado nutricional generan un desempeño parejo de los dos lotes, además el análisis de suelo de las dos localidades (sistemas de siembra) revela una textura y contenidos de minerales semejantes, que sumado a un efecto común de las condiciones climáticas, generan un sólo ambiente de desarrollo para los dos sistemas de siembra.

Lo anterior se sustenta en la afirmación de Rojas, García y Alarcón: “el desarrollo normal de una planta depende en gran parte de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas), las cuales regulan el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de la planta”<sup>52</sup>.

Los datos obtenidos para la variable número promedio de brotes post prendimiento se encuentran registrados en la Figura 20.

<sup>52</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J. y ALARCÓN, M. Op. Cit., p.10.

**Figura 20. Número promedio de brotes post prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



Se muestra el comportamiento persistente de la variable número promedio de brotes post prendimiento que, como se dijo anteriormente, estuvo influenciado por la similitud de las condiciones de desarrollo para los dos sistemas de siembra, así mismo en los tratamientos.

Durante el desarrollo del proyecto se pudo observar un comportamiento diferente de la variable en los dos sistemas de siembra, ya que en el sistema de siembra directa (localidad 1), el número promedio de brotes tiende a aumentar con el paso del tiempo, mientras que en el sistema de siembra por trasplante (localidad 2) el número promedio de brotes tiende a descender en el transcurso de las mediciones, como se puede observar en la Tabla 7.

**Tabla 7. Resultados para la variable número promedio de brotes post prendimiento, en las tres mediciones para las dos localidades.**

Variable	Medición	Prom. Localidad 1			Prom. Localidad 2		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Número promedio de brotes pos prendimiento	1	1,78	1,78	2,06	2,24	2,44	2,47
	2	1,86	1,96	2,22	1,88	2,23	1,97
	3	3	2,17	1,94	1,86	2,03	1,61

Fuente: esta investigación.

Esto puede deberse a un suceso conocido como crisis del trasplante que, como lo señala Lucero<sup>53</sup>, es la depresión de la tasa de crecimiento de las plantas durante la primera estación vegetativa, después del trasplante, por falta de arraigue, presentándose síntomas como: falta de frotación, o si se presentan brotes, éstos son débiles y se marchitan en poco tiempo.

La investigación de CORPOICA referenciada por Rojas, García y Alarcón<sup>54</sup> reporta un número promedio de brotes de: Nacedero (*Trichantera gigantea*) 2.6, Matarratón (*Gliricidia sepium*) 2.7, Pizamo (*Erythrina fusca*) 2.3, Bohío (*Clitoria fairchildiana*) 3.2 a los cuatro meses post trasplante, indicando un número de brotes relativamente bueno para el sistema de siembra por trasplante (2.08 brotes) en Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*), ya que el presente estudio contempla la medición de este parámetro sólo hasta los tres meses.

**6.3.5 Número promedio de hojas pos prendimiento.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 27.30% (Anexo E), los cuales demostraron que no existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 10.44 y (localidad 2) siembra por trasplante con 11.01, y sí existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 10.95, T2: 12.58 y T3: 8.64, indicando que el mejor tratamiento con relación a la variable es el T2, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1m.

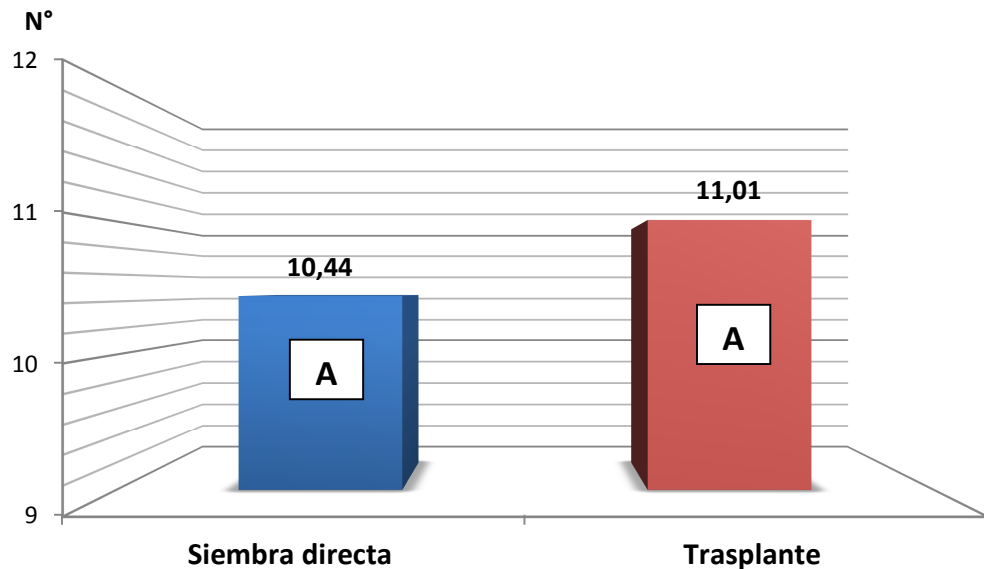
Los datos obtenidos para la variable número promedio de hojas post prendimiento, para los dos sistemas de siembra, se encuentran registrados en la Figura 21.

---

<sup>53</sup>LUCERO, G. Principales enfermedades de las *Salicáceas* en la región de Cuyo. Argentina: s.n. 43p, p.6 y 8.

<sup>54</sup>ROJAS, S; GARCÍA, J y ALARCÓN, M. Op. Cit., p.47.

**Figura 21. Número promedio de hojas post prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



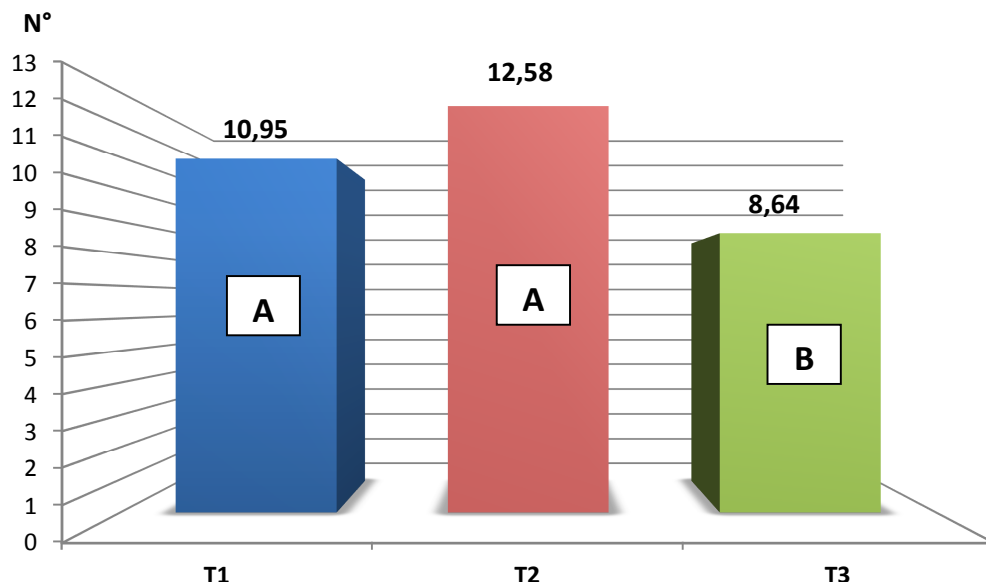
Se muestra el comportamiento similar de la variable número promedio de hojas pos prendimiento, en las dos localidades, pudiéndose relacionar este resultado con el de la variable número promedio de brotes post prendimiento, ya que son directamente proporcionales, por lo que se puede decir que entre mayor sea el número de brotes mayor será el número de hojas, pero si el número de brotes se ve afectado por condiciones propias de la planta, factores ambientales o características de suelo, también se afectará directamente el número de hojas. Lo anterior se puede deducir de la afirmación de Rojas, García y Alarcón<sup>55</sup>, quienes dicen que las citoquininas viajan desde la raíz hasta el brote, estimulando la división celular de esa zona que posteriormente dará origen a tejido foliar.

Los datos obtenidos para la variable número promedio de hojas post prendimiento se encuentran registrados en la Figura 22.

---

<sup>55</sup>Ibid., p.11.

**Figura 22. Número promedio de hojas post prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



Se registra el comportamiento de la variable número promedio de hojas, en estas se puede observar una marcada diferencia en el T3 con respecto a T2 y T1 que, como se ha mencionado anteriormente, se debió a la presencia del saltahoja (*Perkinsiella saccharida*), causada por la ubicación de 2 réplicas del T3 aledañas de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), hospedador de este insecto.

La crisis del trasplante anteriormente mencionada también tuvo un impacto negativo en la localidad 2 (siembra por trasplante), como se puede observar en Tabla 8, ya que en la segunda medición el número promedio de hojas disminuyó con respecto a la primera, y posteriormente en la tercera medición se reanuda la aparición de hojas, debido a que las plantas superaron la fase de aclimatación a las condiciones del terreno.

**Tabla 8. Resultados para la variable número promedio de hojas post prendimiento, en las tres mediciones para las dos localidades.**

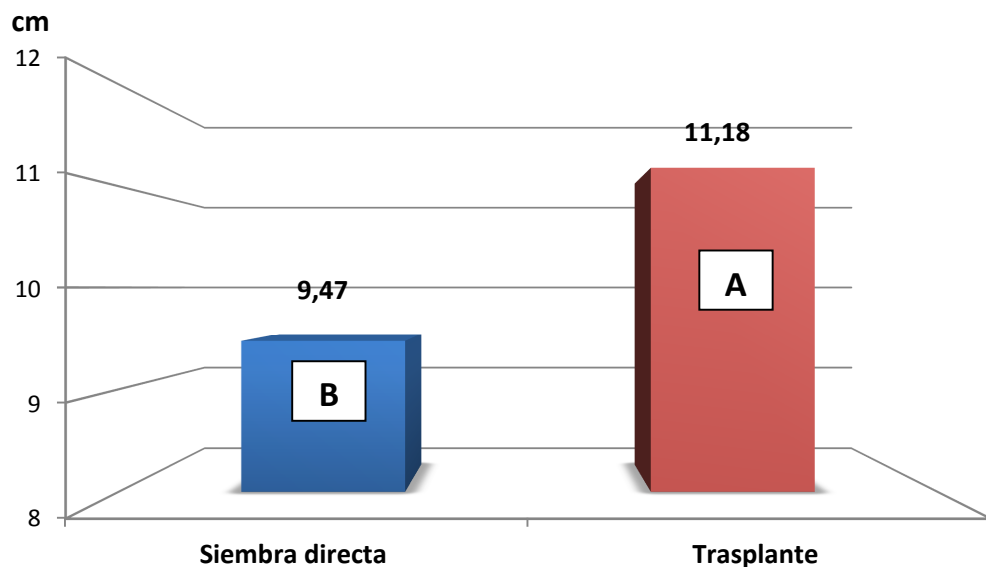
Variable	Medición	Prom. Localidad 1			Prom. Localidad 2		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Número promedio de hojas pos prendimiento	1	9,05	14,32	7,44	12,97	12,14	12,07
	2	9,77	11,83	10,78	11,03	11,51	8,21
	3	10,88	13,83	6,06	12,13	11,87	7,28

Fuente: esta investigación.

**6.3.6 Diámetro promedio post prendimiento de la planta.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con coeficiente de variación de 25.52% indicando una buena confiabilidad (Anexo F), los cuales demostraron que sí se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 9.47cm y (localidad 2) siembra por trasplante con 11.18cm; sin embargo, no existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 11.3cm, T2: 10.84cm y T3: 9.11cm, indicando que el tratamiento con mayor promedio en relación a la variable es el T1, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 0.5m.

Los datos obtenidos para la variable diámetro promedio de la planta post prendimiento, para los dos sistemas de siembra, se encuentran registrados en la Figura 23.

**Figura 23. Diámetro promedio post prendimiento de la planta en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



La diferencia del resultado de esta variable, entre los dos sistemas de siembra, pudo haber sido causada por el hecho de que las plantas de la localidad 2 (siembra por trasplante) tenían una clara ventaja en el tamaño de hoja, lo que repercute directamente en el diámetro de la planta, ya que éstas se vieron favorecidas por las condiciones ambientales que se les brindó en el vivero, durante la fase de germinación, generando un mejor desarrollo de tejidos. Esta afirmación se puede ratificar con lo mencionado por González<sup>56</sup>, quien dice que: El

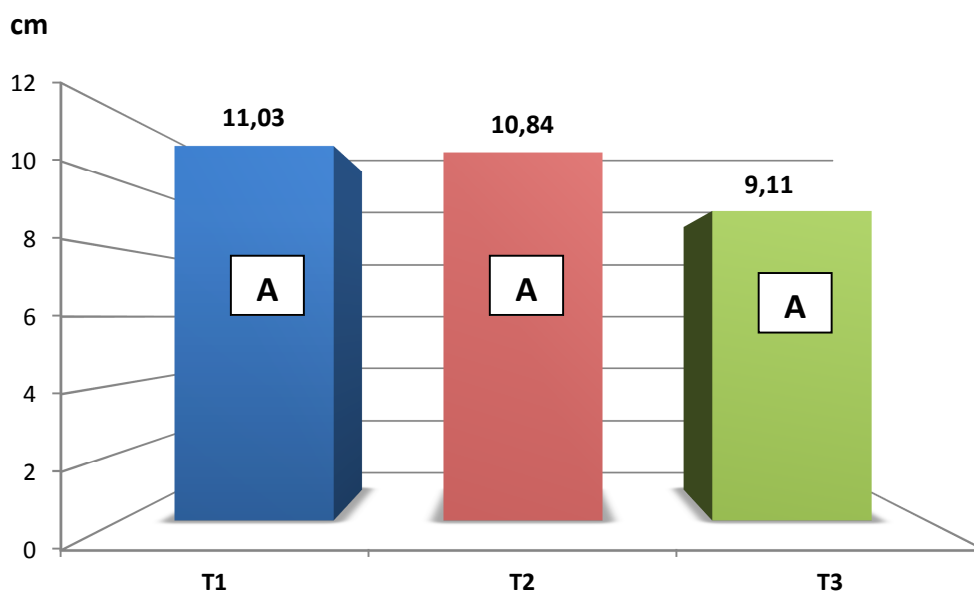
<sup>56</sup>GONZÁLEZ, A. Ontogenia de las hojas [Online]. Argentina: 2008 [Consultado el 29 de Julio de 2010]. En Internet: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema21/21-9Hontog.htm>



desarrollo de la hoja está ligado inicialmente a la aparición de los primordios foliares (brotes), dependiendo posteriormente de factores ambientales favorables, los cuales suprimen la actividad de los meristemos marginales (grosor de hoja) y acentúan la actividad meristemática adaxial y abaxial (haz y envés), llevándose a cabo la extensión radial y apical de la hoja.

Los datos obtenidos para la variable diámetro promedio post prendimiento, de la planta se encuentran consignados en la Figura 24.

**Figura 24. Diámetro promedio post prendimiento de la planta en estacas de Colla Negra (*Smilax pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



No existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, debido al comportamiento similar de las estacas en los diferentes tratamientos, ya que éstas fueron recolectadas de un mismo sector, procediendo de plantas madres con características similares.

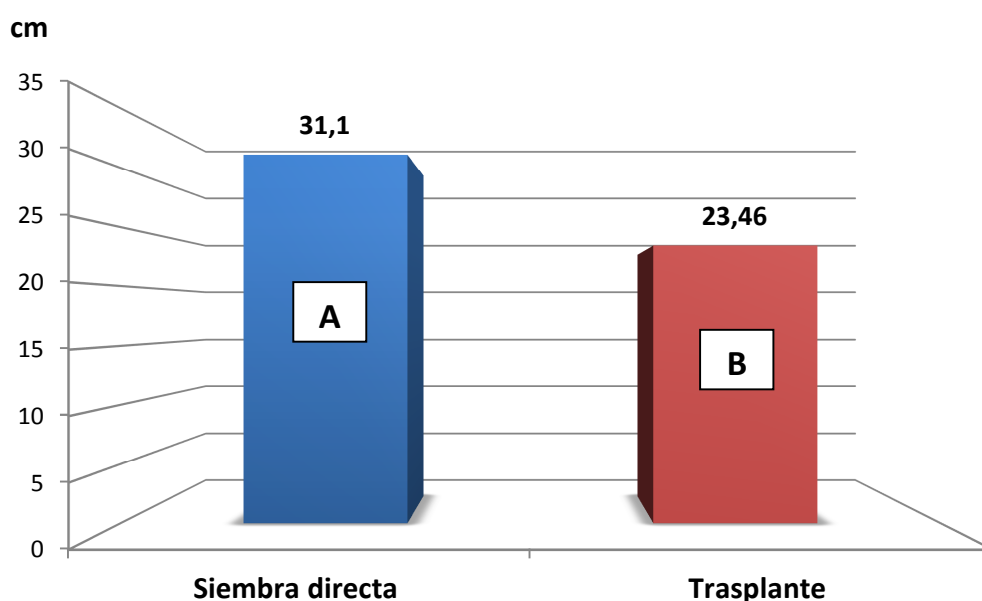
A pesar de no presentarse diferencias estadísticas entre tratamientos, el T1 está sobre el T2 y T3, posiblemente esto se dio por la existencia de plantas élite en tres de las seis réplicas de este tratamiento, generando así un incremento en el diámetro promedio del mismo.

**6.3.7 Altura promedio post prendimiento.** Los resultados de esta variable se expresan en el análisis de varianza y prueba de Tukey con un coeficiente de variación de 16.36% indicando una buena confiabilidad (Anexo G), los cuales demostraron que sí se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dos localidades, (localidad 1) siembra directa con 31.10cm y (localidad 2) siembra por

trasplante con 23.46cm, sin embargo no existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tratamientos, T1: 26.16cm, T2: 27.32cm y T3: 28.37cm, indicando que el tratamiento con mayor promedio en relación a la variable es el T3, con distancia de siembra entre plantas y entre surcos de 1.5m.

Los datos obtenidos para la variable altura promedio pos prendimiento para los dos sistemas de siembra, se encuentran registrados en la Figura 25.

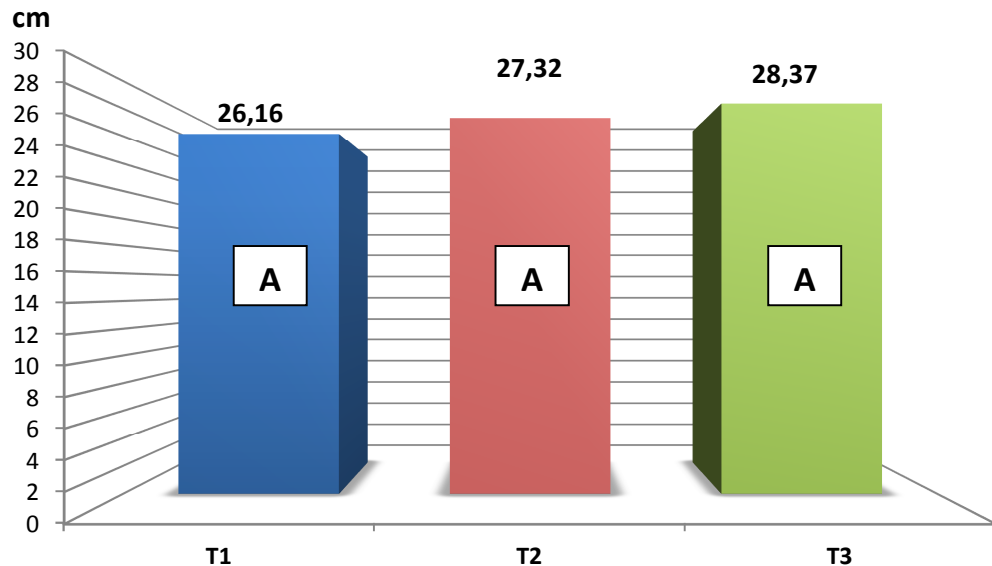
**Figura 25. Altura promedio pos prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en las dos localidades.**



Se muestra la variación de la altura promedio post prendimiento en las dos localidades, lo cual se le puede atribuir a la diferencia de distancias entre los nudos de las estacas, ya que la altura de la estaca no fue un parámetro a tener en cuenta para la recolección del material vegetativo, siendo más relevante el número de nudos, presentándose así estacas de diferentes tamaños con igual número de nudos, y por coincidencia un mayor número de estacas altas, se localizaron en la localidad 1, repercutiendo directamente en la diferencia de esta variable.

La Figura 26 ilustra el comportamiento de la variable altura promedio post prendimiento.

**Figura 26. Altura promedio post prendimiento en estacas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) de los tratamientos en las dos localidades.**



Se muestra el comportamiento de la variable altura promedio post prendimiento en los tratamientos, y se observa que la variación entre tratamientos no es muy alta, esto debido a que la mayoría de plantas se encuentra en una fase temprana de crecimiento primario, que según González<sup>57</sup> comprende un periodo de tiempo en el cual se presenta el desarrollo de los meristemos apicales o primarios, que son los responsables de la formación del cuerpo primario de la planta. Por lo que se hace necesario esperar a que este crecimiento primario avance por un periodo considerable de tiempo para observar un aumento significativo de la altura.

Entre los tratamientos, el T3 fue el que reportó una mayor altura promedio pos prendimiento, posiblemente debido a que éste tuvo menos estacas por réplica, lo que genera una menor variación del dato promedio en comparación a los otros tratamientos, en donde el mayor número de estacas conlleva a una mayor variación del resultado.

#### **6.4 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO**

Se calculó el costo de establecimiento de una planta para cada una de las localidades (siembra directa y siembra por trasplante).

<sup>57</sup>GONZÁLEZ, A. Clasificación de tejidos - meristemos [Online]. Argentina: 2008 [Consultado el 29 de Julio de 2010]. En Internet: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema10/10-2Hontog.htm>

Los costos de establecimiento se obtuvieron extrapolando el total de los costos de cada una de las localidades, a una sola planta.

Los costos para la localidad 1 (siembra directa) y la localidad 2 (siembra por trasplante) se encuentran en las tablas 9 y 10.

**Tabla 9. Costos de establecimiento por planta en la localidad 1 (siembra directa).**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
<b>Consecución del material vegetativo</b>			
Material vegetativo (estacas) + transporte	267 estacas	45	12,015
<b>Compostaje</b>			
Cuyinaza	267Kg	225	60,075
Cal	25Kg	400	10,000
Jornales	1jornales	12,000	12,000
<b>Preparación de las estacas</b>			
Enraizador orgánico (azúcar)	3lb	1,200	3,600
<b>Siembra</b>			
Adecuación del lote	1 jornales	20,000	20,000
Ahoyado	2 jornales	12,000	24,000
Siembra	2 jornales	12,000	24,000
<b>Mantenimiento</b>			
Plateo (3)	3 jornales	12,000	36,000
<b>Cercado</b>			
Postes	8	500	4,000
Alambre	120m	110	13,200
<b>Costo/localidad 1</b>			<b>218,890</b>
<b>Costo por planta al final del establecimiento</b>			
<b>Plantas iniciales</b>		267	
<b>Plantas finales</b>		136	
<b>Costo unitario</b>		<b>\$1609,5</b>	

Fuente: esta investigación.

**Tabla 10. Costos de establecimiento por planta en la localidad 2 (siembra por trasplante).**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
<b>Construcción del vivero</b>			
Ladrillos	81 ladrillos	200	16,200
Arena	0,25 bultos	3,500	875
Cemento	0,5 bultos	25,000	12,500
Poli sombra	0,3m	4,000	1333,33
Estacas de madera	4 estacas	400	1,200
Mano de obra	1 jornal	20,000	20,000
Adecuación del sitio	1 jornal	12,000	12,000
<b>Total costo vivero/100 plantas</b>			64,108.33
<b>Total costo vivero/1 planta</b>			641.08
<b>Consecución del material vegetativo</b>			
Material vegetativo (estacas) + transporte	295 estacas	45	13,275
<b>Compostaje</b>			
Cuyinaza	295Kg	225	66,375
Cal	27Kg	400	10,800
Jornales	1 jornales	12,000	12,000
<b>Preparación de las estacas</b>			
Enraizador orgánico (azúcar)	3.5lb	1,200	4,200
<b>Siembra</b>			
Adecuación del lote	1 jornales	20,000	20,000
Ahoyado	2 jornales	12,000	24,000
Siembra	2 jornales	12,000	24,000
<b>Mantenimiento</b>			
Plateo (3)	3 jornales	12,000	36,000
<b>Cercado</b>			
Postes	8	500	4,000
Alambre	120m	110	13,200
<b>Costo/localidad 2</b>			<b>227,850</b>

<b>Costo por planta al final del establecimiento</b>	
<b>Plantas iniciales</b>	295
<b>Plantas finales</b>	<b>216.95</b>
<b>Costo unitario</b>	<b>\$1,691.32</b>

Fuente: esta investigación.

En cuanto a los costos de establecimiento, se puede decir que el sistema de siembra por trasplante (localidad 2) obtuvo un costo de \$1,691.32/planta, siendo relativamente mayor en comparación al obtenido para el sistema de siembra directa \$1,609.5, sin embargo si se justificaría la inversión para la construcción de un vivero, si se tiene en cuenta que la sobrevivencia de las plantas en este es bastante alta, en comparación a la sobrevivencia en el sistema de siembra directa, además el vivero puede contribuir al incremento de la eficiencia, en el establecimiento de otras especies de interés agronómico a través del mejoramiento de las condiciones de germinación de las mismas.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- En cuanto a la comparación descriptiva de los dos sistemas de siembra (localidades), el sistema de siembra por trasplante obtuvo el porcentaje promedio de prendimiento más alto (62,17%) y la mortalidad más baja (9,36%), siendo éstas las características más relevantes para lograr el éxito en el establecimiento de la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).
- El color y tamaño de las hojas son indicadores del estado general de la planta, ya que su apariencia revela posibles enfermedades, deficiencias minerales y el impacto del medio ambiente sobre la planta.
- Los mejores porcentajes promedio de prendimiento (67.29%) y mortalidad al establecimiento (19.13%) se presentaron en la localidad 2 (sistema de siembra por trasplante), encontrándose el mejor desempeño en el T2 con 50.69% de prendimiento y 29.86% de mortalidad al establecimiento, lo que indica que el sistema de siembra por trasplante y distancia de siembra a entre plantas y entre surcos de 1m, son las mejores condiciones para la propagación del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*).
- El desarrollo de brotes y hojas, fue superior en la localidad 2 (sistema de siembra por trasplante), con 2.08 y 11.01 respectivamente, y en el T2 con 2.10 brotes y 12.58 hojas mostrándose así que las condiciones medioambientales controladas en el vivero repercuten positivamente sobre el desarrollo general de la planta.
- La localidad 2 (sistema de siembra por trasplante) presentó plantas con mayor diámetro, en comparación a la localidad 1 (sistema de siembra directa) con promedios de 11.18cm y 9.47cm para cada una, sugiriendo que las plantas del sistema de siembra directa tendrán una producción superior en su primer corte.
- Las diferencias detectadas en la altura promedio de la planta entre las dos localidades (sistemas de siembra) no son consecuencia directa de las densidades de siembra (tratamientos), ya que las plantas no superaron la fase inicial de crecimiento primario
- Las plántulas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) son susceptibles a las condiciones de encharcamiento y variaciones de temperatura e intensidad de la radiación UV.

- La superioridad de la inversión en el sistema de siembra por trasplante (localidad 2), en comparación con el sistema de siembra directa (localidad 1), se justifica dada la alta sobrevivencia de las plantas y mejores condiciones de desarrollo.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda propagar la Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) mediante el sistema de siembra por trasplante (localidad 2), a una distancia de siembra de 1m (T2) entre plantas y surcos, ya que estos reportaron los mejores resultados, en las condiciones de desarrollo del experimento.
- Sembrar las plántulas de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en terrenos con buen drenaje y disponibilidad de agua.
- Dar a conocer esta investigación a los productores pecuarios de la región, con el objetivo de utilizar esta alternativa forrajera en actividades como: alimentación animal, reforestación de cuencas, recuperación de suelos erosionados, cercas vivas etc.
- Continuar con las pruebas de comportamiento agronómico a nivel de campo del arbusto forrajero Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) a fin de determinar la influencia de la densidad de siembra en: edad al corte, producción de biomasa y periodo de recuperación.



## BIBLIOGRAFÍA

BELALCÁZAR, L y NARVÁEZ, O. 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: s.n, 2008. 70p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BELTRAN, C. Características del yacón [Online]. Bogotá – Cundinamarca: 2006 [Consultado el 22 de Julio de 2009]. En Internet: <http://jofb24.blogspot.com/2008/09/caracteristicas-del-yacn.html>

BENEFICIOS DEL abono orgánico [Online]. Colombia: 2008 [Consultado el 06 de Noviembre de 2009]. En Internet: // <http://www.critica.com/061020087/ntierra.html>

BIBLIOTECA DIGITAL [Online]. México D.F. – México: 2008 [Consultado el 10 de Junio de 2010]. En Internet: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm)

CÁRDENAS, E. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. Bogotá – Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2006. 20p.

CISNEROS, R. CHÁVEZ, M. Evaluación del tipo de estaca bajo condiciones de vivero para la propagación del arbusto forrajero Colla Negra *Smallanthus pyramidalis*. Pasto: s.n. 2009. 111p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

FUNDACIÓN EDUCATIVA Héctor A. García. Partes de una planta [Online]. [Consultado el 23 de Julio de 2009]. En internet: <http://www.salonhogar.com/partesdeunaplanta/09876/shtml>

GÁLVEZ, A. 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, ARPAS, CORNARE. 2005. p.5.

GARCÍA, F. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. Uruguay: INIA. 1998. 25p.

GÓMEZ, M. *et al.* Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV, 2002. 171p.

GONZÁLEZ, A. Clasificación de tejidos - meristemas [Online]. Argentina: 2008 [Consultado el 29 de Julio de 2010]. En Internet: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema10/10-2Hontog.htm>

\_\_\_\_\_. Ontogenia de las hojas [Online]. Argentina: 2008 [Consultado el 29 de Julio de 2010]. En Internet: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema21/21-9Hontog.htm>

HARTMANN, H. KESTER, D. Propagación de plantas principios y prácticas. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 813p.

HENDRIK, A. Biotecnología presente y futuro. En: Acción Rural. Vol. 4. No. 25 (Marzo. 2006): 22p.

HERNÁNDEZ, G. Clorosis [Online]. 2010 [Consultado el 21 de Julio de 2010]. En internet: <http://www.sabelotodo.org/Clorosis.html>

JARAMILLO, S. Estimación de la captura de carbono en la biomasa radicular en Aliso *Alnus jorullensis* H.B.K. en los sistemas agroforestales en la Granja Experimental Botana en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto: s.n, 2007. 69p. Tesis de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal.

LABRANZA CERO: Cuando menos es más [Online]. Santiago de Chile – Chile: 2007 [Consultado el 11 de Agosto de 2009]. En Internet: // <http://www.fao.org/ag/ags/agse/main-s.htm>

LOGEMANN, S. et al. Los efectos de la radiación uv-b sobre la morfología y anatomía de las plantas [Online]. 2010 [Consultado el 19 de Julio de 2010]. En Internet: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292009000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292009000300009&script=sci_arttext)

LUCERO, G. Principales enfermedades de las *Salicáceas* en la región de Cuyo. Argentina: s.n. 43p.

MENDOZA, D. Los viveros [Online]. [Consultado el 26 de Julio de 2010]. En Internet: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/htm/15/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/htm/15/sec_7.htm)

ORGANIZACIÓN PARA la Educación y Protección Ambiental [Online]. Bogotá – Colombia: 2009 [Consultado el 10 de Julio de 2009]. En Internet: // [www.opepa.org.index](http://www.opepa.org.index)

ORTIZ, E. La familia Asteraceae. En: Vida Rural. Vol. 7, No. 100 (Enero. 2000): 47p.

PEREZ, J. Establecimiento en bancos de proteína. Montecillo: SAGARPA, 2001. 8p.

PORTILLA, O, RODRÍGUEZ, P y SARRALDE, L. Evaluación nutricional y degradabilidad “in situ” de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Pasto: s.n, 2000. 125p. Tesis de grado (Especialista en producción de bovinos para leche). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Especialización en producción de bovinos para leche.

PRESTON. T. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico, citado por RUSSO, R. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. San José – Costa Rica: EARTH, 2005. 9p.

RAVEN, P. Biología de las plantas. Barcelona: Reverte, 1992. 770p.

ROJAS, S. GARCÍA, J. y ALARCÓN, M. Propagación asexual de plantas conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Florencia – Colombia: Produmedios, 2004. 56p.

ROSALES, M. Uso de la diversidad forrajera de árboles y arbustos. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional “Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria”, citado por RUSSO, R. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. San José – Costa Rica: EARTH. 2005. 9p.

TAIARIOL, R. Propagación vegetativa [Online]. [Consultado el 17 de Julio de 2009]. En internet: <http://www.monografias.com/trabajos13/propoveg/propoveg.html>

VIOLIC, A. Labranza cero en Maíz, algunas vivencias e ideas sobre el tema. Harare: s.n. 1998. 13p.

YÁÑEZ, J. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. Coahuila, México: Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales, 2002. 22p

## ANEXOS

### Anexo A. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de prendimiento.

<b>Dependent Variable: Porcentaje promedio de prendimiento (P.P)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	21831.92152	3638.65359	25.16	<.0001
Error	47	6797.25173	144.62238		
Corrected total	53	28629.17325			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.762576	24.36814	12.02590		49.35093
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	17368.43338	17368.43338	120.10	<.0001
TRAT	2	96.23120	48.11560	0.33	0.7187
LOC*TRAT	2	366.48360	183.24180	1.27	0.2911
SEM	1	4000.77334	4000.77334	27.66	<.0001

**(p<0.05)**

### Prueba de Tukey

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>				<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>				<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC	Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	67.29	27	T	A	50.69	18	T2
B	31.42	27	SD	A	49.83	18	T1
				A	47.53	18	T3

**(p<0.05)**

**(p<0.05)**

**Anexo B. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de latencia.**

<b>Dependent Variable: Porcentaje promedio de latencia (P.L)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.81993504	0.13665584	5.26	0.0003
Error	47	1.22038200	0.02596557		
Corrected total	53	2.04031704			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.401866	43.95571	0.161138		0.366593
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	0.06755741	0.06755741	2.60	0.1134
TRAT	2	0.16931215	0.08465607	3.26	0.0472
LOC*TRAT	2	0.06849837	0.03424919	1.32	0.2771
SEM	1	0.51456711	0.51456711	19.82	<.0001

(p<0.05)

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC
A	17.84	27	SD
A	13.55	27	T

(p<0.05)

<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	19.44	18	T2
B	14.67	18	T1
B	12.96	18	T3

(p<0.05)

**Anexo C. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento.**

<b>Dependent Variable: Porcentaje promedio de mortalidad al establecimiento (P.M.E)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	26557.97079	4426.32846	33.41	<.0001
Error	47	6226.21942	132.47275		
Corrected total	53	32784.19021			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.810085	32.94250	11.50968		34.93870
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	13492.88682	13492.88682	101.85	<.0001
TRAT	2	836.33763	418.16881	3.16	0.0517
LOC*TRAT	2	26.96654	13.48327	0.10	0.9034
SEM	1	12201.77980	12201.77980	92.11	<.0001

**(p<0.05)**

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
<b>Tukey grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>LOC</b>
A	50.75	27	SD
B	19.13	27	T

**(p<0.05)**

<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
<b>Tukey grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>TRAT</b>
A	39.45	18	T3
A	35.50	18	T1
B	29.86	18	T2

**(p<0.05)**

**Anexo D. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable número promedio de brotes post prendimiento.**

<b>Dependent Variable: Número promedio de brotes pos prendimiento (N.B.P.P)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.96615833	0.16102639	0.49	0.8140
Error	47	15.51204167	0.33004344		
Corrected total	53	16.47820000			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	.058633	28.34675	0.574494		2.026667
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	0.15147407	0.15147407	0.46	0.5014
TRAT	2	0.25194444	0.12597222	0.38	0.6848
LOC*TRAT	2	0.23211481	0.11605741	0.35	0.7054
SEM	1	0.33062500	0.33062500	1.00	0.3220

**(p<0.05)**

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>				<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>				<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC	Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	2.08	27	T	A	2.10	18	T2
				A	2.04	18	T3
A	1.97	27	SD	A	1.93	18	T1

**(p<0.05)**

**(p<0.05)**

**Anexo E. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable número promedio de hojas post prendimiento.**

<b>Dependent Variable: Número promedio de hojas pos prendimiento (N.H.P.P)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	185.8479583	30.9746597	3.61	0.0050
Error	47	402.9657750	8.5737399		
Corrected total	53	588.8137333			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.315631	27.30300	2.928095		10.72444
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	4.3690667	4.3690667	0.51	0.4788
TRAT	2	141.2195111	70.6097556	8.24	0.0009
LOC*TRAT	2	31.0885778	15.5442889	1.81	0.1744
SEM	1	9.1708028	9.1708028	1.07	0.3063

**(p<0.05)**

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>				<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>				<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC	Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	11.01	27	T	A	12.58	18	T2
A	10.44	27	SD	A	10.95	18	T1
				B	8.64	18	T3

**(p<0.05)**

**(p<0.05)**



**Anexo F. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable diámetro promedio post prendimiento.**

<b>Dependent Variable: Diámetro promedio pos prendimiento (D.P.P)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	112.9346037	18.8224340	2.71	0.0242
Error	47	326.5349889	6.9475530		
Corrected total	53	439.4695926			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.256979	25.51709	2.635821		10.32963
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	39.21926667	39.21926667	5.65	0.0216
TRAT	2	39.83982593	19.91991296	2.87	0.0668
LOC*TRAT	2	24.32741111	12.16370556	1.75	0.1848
SEM	1	9.54810000	9.54810000	1.37	0.2470

**(p<0.05)**

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>				<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>				<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC	Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	11.18	27	T	A	11.03	18	T1
B	9.47	27	SD	A	10.84	18	T2
				A	9.11	18	T3

**(p<0.05)**

**(p<0.05)**

**Anexo G. Análisis de varianza y pruebas de Tukey para la variable altura promedio post prendimiento.**

<b>Dependent Variable: Altura promedio pos prendimiento (A.P.P)</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	902.728943	150.454824	7.55	<.0001
Error	47	936.817622	19.932290		
Corrected total	53	1839.546565			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE		PP Mean
	0.490734	16.36380	4.464559		27.28315
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOC	1	788.0660019	788.0660019	39.54	<.0001
TRAT	2	43.7486259	21.8743130	1.10	0.3421
LOC*TRAT	2	64.4627148	32.2313574	1.62	0.2093
SEM	1	6.4516000	6.4516000	0.32	0.5721

**(p<0.05)**

**Prueba de Tukey**

<b>Prueba de Tukey para localidades</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	LOC
A	31.10	27	SD
B	23.46	27	T

**(p<0.05)**

<b>Prueba de Tukey para tratamientos</b>			
<b>Means with the same letter are not significantly different</b>			
Tukey grouping	Mean	N	TRAT
A	28.37	18	T3
A	27.32	18	T2
A	26.16	18	T1

**(p<0.05)**