

**IMPLEMENTACION DE PRACTICAS AGROECOLOGICAS Y
AGROFORESTALES ANDINAS EN LAS VEREDAS DE TABLON ALTO
(Municipio de ILES) Y CHALITALA (Municipio de TUQUERRES)**

**HECTOR EDUARDO CUASTUMAL ACHICANOY
LUIS FERNANDO ROMO PEREZ
FERNANDO ARTURO ROMO ROMO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**IMPLEMENTACION DE PRACTICAS AGROECOLOGICAS Y
AGROFORESTALES ANDINAS EN LAS VEREDAS DE TABLON ALTO
(Municipio de ILES) Y CHALITALA (Municipio de TUQUERRES)**

**HECTOR EDUARDO CUASTUMAL ACHICANOY
LUIS FERNANDO ROMO PEREZ
FERNANDO ARTURO ROMO ROMO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroforestal**

**Presidente de Tesis
GERMAN ARTEAGA MENESES I.A M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

"Artículo 1ro del acuerdo No 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño"

Nota de Aceptación:

Germán Arteaga Meneses I.A M.Sc
Presidente de Tesis

Héctor Ordóñez Jurado I.F M.Sc
Delegado Asesor

Benjamín Sañudo Sotelo I.A
Jurado

Luis Eduardo Vicuña I.A M.Sc
Jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2005

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Benjamín Sañudo Sotelo I.A. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su iniciativa en la realización de este estudio y como persona ya que gracias a sus valiosos aportes se lograron varios de los objetivos propuestos en la investigación.

Germán Arteaga Meneses I.A M.Sc. Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración en el proceso de investigación, como Presidente de Tesis.

Héctor Ordóñez Jurado I.F M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración como delegado asesor de tesis y por su constante apoyo como profesional

Luis Eduardo Vicuña I.A M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración como jurado de tesis.

Álvaro Castillo Marín I.A. Esp. Secretario Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración en los aspectos académicos referentes al trabajo de tesis.

Facultad De Ciencias Agrícolas. Por servir como base e incentivo para culminar satisfactoriamente la carrera.

A los agricultores de las zonas de estudio. Especialmente Tomas Andrade y Carlos Erazo, por su valiosa colaboración para el desarrollo de este trabajo de tesis .

Oscar Cabrera Vásques, Fredy Leiton Cuarán, Mario Paz Roby, Robert Alvarado Narváez, Heiber Armero Zambrano y Ángela María Burgos por su compañerismo, amistad y ayuda durante los años de estudio.

Segundo Coral Suárez I.A por su apoyo brindado en la ejecución de este trabajo.

Darwin Burbano Ortega I.A por su colaboración para que este trabajo se realice de la mejor manera.

Gerardo Erazo Santacruz por su ayuda e interés en la realización de todo el proceso.

Al grupo técnico que trabajó en este proyecto aportando su conocimiento personal y profesional y a todas las personas que de alguna u otra forma estuvieron involucradas en el desarrollo de esta labor.

DEDICATORIA

A Dios, porque me ha dado a mi familia, salud, fe e innumerables cosas que todas en conjunto han propiciado todos mis éxitos. Gracias.

A Daniel y Omaira porque son mi vida, diciéndoles que todo lo que hago es pensando en el bienestar de ellos. Los amo.

A mis padres, hermanos y seres queridos por haberme apoyado y comprendido durante todos estos años. Además porque sin ellos este y muchos otros triunfos no serian posibles. Los quiero mucho.

Finalmente a todas las personas que colaboraron de una o de otra forma en la realización de este trabajo.

HECTOR EDUARDO CUASTUMAL A.

DEDICATORIA

A Dios por darme el valor espiritual para conseguir siempre mis metas.

A mis padres por darme el apoyo incondicional en toda mi vida y sobre todo en esta etapa.

A mis hermanos por ser mis amigos y darme una voz de aliento cuando los necesitaba.

A Maribell por darme el amor, el apoyo y por ser la luz que ayuda a guiar mi camino para ser cada día mejor y conseguir grandes logros.

A mi hijo Luis Andrés por ser la inspiración y por quien luchó cada día para brindarle un triunfo como este.

A mis amigos y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con este trabajo.

LUIS FERNANDO ROMO P.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por proporcionarme valor y sosiego en los momentos difíciles, por su infinita bondad y sabiduría.

A mis padres Arturo y Cruz por su apoyo y abnegación.

A mis abuelos Emma, Luís y Florinda por su cariño y sus oportunos consejos.

A mis hermanos Maritza, Edwin y especialmente a Jairo por su alegría, por creer en mí y por su desinteresada colaboración.

A mis familiares y amigos por compartir conmigo los momentos buenos y malos de la vida.

A Luís y Héctor por su entusiasmo y trabajo.

Finalmente a todas las personas que colaboraron de una o de otra forma en la realización de este trabajo.

FERNANDO ARTURO ROMO R.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	27
1. MARCO TEORICO	29
1.1 CONSERVACION DE SUELOS	29
1.1.1 Barreras vivas	29
1.2 RECUPERACION DE SUELOS	34
1.2.1 Subsoladores biológicos	35
1.2.2 Reforestación recuperadora	38
1.2.3 Zanjas de alta fertilidad	41
1.3 REFORESTACION PRODUCTORA	44
1.4 CONSTRUCCIONES	48
1.4.1 Lombricero	48
1.4.2 Vivero	49
1.5 EXTENSION RURAL	49
2. DISEÑO METODOLOGICO	51
2.1 LOCALIZACION	51
2.1.1 Iles	51
2.1.2 Túquerres	51
2.2 ACTIVIDADES REALIZADAS	51
2.2.1 Construcciones	51
2.3 CONSERVACION DE SUELOS	54

2.3.1 Barreras vivas	54
2.4 RECUPERACION DE SUELOS	55
2.4.1 Subsolador biológico	55
2.4.2 Zanjas de alta fertilidad	56
2.4.3 Reforestación recuperadora	56
2.5 REFORESTACION PRODUCTORA	57
2.6 DIFUSION DE LOS MODELOS AGROECOLOGICOS Y AGROFORESTALES	58
2.6.1 Visitas a campo.	58
2.6.2 Reuniones	59
2.6.3 Capacitaciones	59
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
3.1 CONSTRUCCIONES	61
3.1.1 Producción y porcentaje de germinación en los viveros	61
3.1.2 Producción de lombricompost	63
3.2. CONSERVACION DE SUELOS	64
3.2.1 Evaluación barreras vivas	64
3.3 RECUPERACION DE SUELOS	74
3.3.1 Zanjas de alta fertilidad	74
3.3.2 Subsolador biológico	80
3.3.3 Reforestación recuperadora	85
3.4 REFORESTACION PRODUCTORA	89
3.4.1 Porcentaje de sobrevivencia.	89

3.4.2 Altura	89
3.5 DIFUSION DE LOS MODELOS	92
3.5.1 Visitas a campo	92
3.5.2 Reuniones	92
3.5.3 Capacitaciones	93
3.6 TEMAS DE CAPACITACIÓN	93
3.6.1 Días de campo	93
4. CONCLUSIONES	96
5. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXOS	102

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Cuadro de pendientes para determinar la distancia entre curvas a nivel.	54
Cuadro 2. Especies propagadas durante un año en el vivero de Iles.	61
Cuadro 3. Especies propagadas durante un año en el vivero de Tuquerres.	62
Cuadro 4. Producción de lombricompuesto en Kilogramos por ciclo (ocho meses).	63
Cuadro 5. Altura promedio en centímetros durante 180 días, generada por <i>Medicago sativa</i> en el municipio de Iles.	65
Cuadro 6. Altura promedio en centímetros de <i>Tithonia diversifolia</i> cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.	66
Cuadro 7. Altura promedio en centímetros de <i>Phalaris sp.</i> generada cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.	67
Cuadro 8. Altura promedio en centímetros durante 6 meses, encontrada en <i>Pennisetum hybridum</i> en el municipio de Iles.	68
Cuadro 9. Peso promedio en gramos durante 180 días, generada por <i>Medicago sativa</i> en el municipio de Iles.	70
Cuadro 10. Peso promedio en gramos de <i>Tithonia diversifolia</i> cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.	71
Cuadro 11. Peso promedio en gramos de <i>Phalaris sp</i> cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.	72
Cuadro 12. Peso promedio en gramos durante 6 meses, encontrado en <i>Pennisetum hybridum</i> en el municipio de Iles.	73
Cuadro 13. Altura en centímetros, generada por <i>Vicia sativa</i> en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	75

Cuadro 14. Profundidad radical en centímetros, generadas por <i>Vicia sativa</i> en los tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	76
Cuadro 15. Peso de biomasa aérea en gramos, generadas por <i>Vicia sativa</i> en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	78
Cuadro 16. Porcentaje de sobrevivencia de las especies del subsolador biológico en el Municipio de Túquerres.	81
Cuadro 17. Peso promedio en gramos obtenido en <i>Baccharia sp.</i> en el municipio de Túquerres.	81
Cuadro 18. Peso promedio en gramos obtenido en <i>Ambrosia sp.</i> en el municipio de Túquerres.	82
Cuadro 19. Peso promedio en gramos de <i>Tithonia diversifolia</i> cada 45 días durante seis meses en el municipio de Túquerres.	83
Cuadro 20. Altura en centímetros en <i>Senna viarum</i> y <i>Tecoma stans</i> después de 90 días de la siembra en el municipio de Iles.	85
Cuadro 21. Numero de hojas producidas por <i>Senna viarum</i> y <i>Tecoma stans</i> después de 90 días de instaladas en campo en el municipio de Iles.	87
Cuadro 22. Porcentaje de sobrevivencia de las especies leñosas en la reforestación productora en el Municipio de Túquerres.	89
Cuadro 23. Altura en centímetros, generadas por las especies maderables después de tres meses en campo en el municipio de Tuquerres.	89
Cuadro 24. Temas de las capacitaciones realizadas en las zonas de Chalitala (Mpio Túquerres) y Tablón Alto (Mpio Iles)	93

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Altura en centímetros de <i>Medicago sativa</i> , evaluada durante 180 días en el municipio de Iles.	65
Figura 2. Altura en centímetros de <i>Tithonia diversifolia</i> , estimada durante 180 días en el municipio de Iles.	67
Figura 3. Altura en centímetros de <i>Phalaris sp.</i> cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Iles.	68
Figura 4. Altura en centímetros de <i>Pennisetum hybridum</i> , evaluado durante 180 días en el municipio de Iles	69
Figura 5. Peso en gramos de <i>Medicago sativa</i> evaluada durante 180 días en el municipio de Iles.	70
Figura 6. Peso en gramos de <i>Tithonia diversifolia</i> , estimado durante 180 días en el municipio de Iles.	72
Figura 7. Peso en gramos de <i>Phalaris sp.</i> generado cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Iles.	73
Figura 8. Peso en gramos de <i>Pennisetum hybridum</i> , evaluado durante 180 días en el municipio de Iles	74
Figura 9. Altura en centímetros, generadas por <i>Vicia sativa</i> en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	76
Figura 10. Profundidad radical en centímetros, generadas por <i>Vicia sativa</i> en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	78
Figura 11. Peso de biomasa aérea en gramos, generadas por <i>Vicia sativa</i> en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.	80
Figura 12. Peso en gramos de <i>Baccharia sp</i> , evaluado durante 180 días en el municipio Túquerres.	82
Figura 13. Peso en gramos de <i>Ambrosia sp</i> , generado durante 6 meses en el municipio Túquerres.	83

Figura 14. Peso en gramos de <i>Tithonia diversifolia</i> cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Tuquerres.	84
Figura 15. Comportamiento de <i>Tecoma stans</i> a los tres meses de su instalación en campo en el municipio de Iles.	86
Figura 16. Altura en centímetros generada por <i>Senna viarum</i> después de 90 días de instalado en campo en el municipio de Iles.	87
Figura 17. Numero de hojas de <i>Senna viarum</i> a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Iles	88
Figura 18. Numero de hojas de <i>Tecoma stans</i> a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Iles	88
Figura 19. Altura de <i>Acacia melanoxylon</i> a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres	90
Figura 20. Altura de <i>Eucalyptus viminalis</i> a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres.	91
Figura 21. Altura de <i>Eucalyptus grandis</i> a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres	92
Figura 22. Visitas a campo y reconocimiento de las zonas	94
Figura 23. Reuniones con los agricultores.	94
Figura 24. Capacitaciones con el método demostrativo.	95

ALISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Modelo de lombricero Iles y Tuquerres	103
Anexo 2. Modelo de vivero- Iles y Tuquerres	104
Anexo 3. Barreras vivias	105
Anexo 4. Subsolador Biológico	106
Anexo 5. Zanjas de alta fertilidad	107
Anexo 6. Reforestación recuperadora	108
Anexo 7. Reforestación productora	109
Anexo 8. Formato de asistencia de reuniones, capacitaciones y dias de campo.	110
Anexo 9. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para <i>Medicago sativa</i> .	111
Anexo 10. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para <i>Tithonia diversifolia</i> .	112
Anexo 11. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para <i>Phalaris sp.</i>	113
Anexo 12. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para <i>Pennisetum hybridum</i> .	114
Anexo 13. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Medicago sativa</i> .	115
Anexo 14. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Tithonia diversifolia</i> .	116
Anexo 15. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Phalaris sp.</i>	117

Anexo 16. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Pennisetum hybridum</i> .	118
Anexo 17. Prueba “T” de la variable altura de <i>Vicia sativa</i> en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.	119
Anexo 18. Prueba “T” de la variable profundidad radical de <i>Vicia sativa</i> en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.	120
Anexo 19. Prueba “T” de la variable biomasa aérea de <i>Vicia sativa</i> en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.	121
Anexo 20. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Baccharia sp.</i>	122
Anexo 21. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Ambrosia sp.</i>	123
Anexo 22. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en <i>Tithonia diversifolia</i> .	124
Anexo 23. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por <i>Tecoma stans</i> .	125
Anexo 24. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por <i>Senna viarum</i> .	126
Anexo 25. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable número de hojas generadas por <i>Senna viarum</i> .	127
Anexo 26. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable número de hojas generadas por <i>Tecoma stans</i> .	128
Anexo 27. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por <i>Acacia melanoxylon</i> .	129
Anexo 28. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura en <i>Eucalyptus viminalis</i> .	130
Anexo 29. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura en <i>Eucalyptus grandis</i>	131

GLOSARIO

ABONO EDAFICO: son nutrientes de procedencia química u orgánica que se aplican al suelo con el fin de que sean asimilados por la raíz.

ABONO FOLIAR: son nutrientes de procedencia química u orgánica, generalmente líquidos, que se aplican al sistema foliar de una planta para que sean absorbidos a través de los estomas.

ABONO VERDE: el abono verde es la siembra de un cultivo hecho a propósito para incorporarse al terreno durante la época de floración, porque en este momento es mayor la riqueza nutritiva de los tejidos. Además durante esta etapa las plantas alcanzan su máxima desarrollo y tienen un alto contenido de agua que facilita una rápida descomposición.

AGRICULTURA ORGANICA: sistema de producción de cultivos en el cual no se utiliza agrotóxicos para el mantenimiento y producción de los mismos.

AGRICULTURA ECOLOGICA: sistema de producción agrícola en el cual se trata de minimizar al máximo los efectos de la labranza y mantenimiento de los cultivos sobre el medio ambiente.

AGROECOLOGIA: ciencia que estudia el conjunto de relaciones existentes entre el medio ambiente y los sistemas de producción.

AGROFORESTAL: conjunto de arreglos en los que se asocia en el tiempo o en el espacio un componente agrícola (cultivos o ganado) con una leñosa perenne, además estos componentes deben interactuar de una manera ecológica y/o económica.

ARBUSTO FORRAJERO: planta utilizada en la alimentación animal que presenta ventajas en términos nutricionales de producción y versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. Para que un arbusto sea considerado forrajero; debe cumplir las siguientes características: que el consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta; que el contenido nutricional sea atractivo para la producción animal; tolerante a poda; y que su rebrote sea suficientemente vigoroso como para obtener un nivel significativo de producción de forraje comestible por unidad de área.

COFIA: órgano apical de la raíz que, a modo de casquete o en forma de una pequeña vaina protege el cono vegetativo de la misma.

CURVA A NIVEL: es una línea que se traza perpendicular a la pendiente, con la característica de que todos sus puntos se encuentran a una misma altura.

FITOMASA: hace referencia a las estructuras del sistema foliar de las plantas, desarrollado durante un periodo determinado y que corresponde a tallos, follaje, flores y frutos. En nuestro contexto, se denominará fitomasa a la cantidad de forraje verde (hojas, tallos tiernos y tallos lignificados) obtenidos de los árboles, arbustos forrajeros y pastos transcurrido un periodo de tiempo y a una altura determinada.

FORRAJE: cantidad de fitomasa que aporta nutrientes a la dieta animal y/o que está disponible para ser usada como alimento para animales.

LEGUMINOSAS: familia de plantas que producen legumbres y fijan nitrógeno en el suelo, mejorando su calidad.

LOMBRICOMPUESTO: es un abono obtenido a partir de las deyecciones de la lombriz roja californiana, este es rico en nutrientes, sustancias estimulantes y microbios que sirve como un fertilizante para las plantas.

MORFOLOGÍA: parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las transformaciones que experimentan.

PALATABILIDAD: preferencia de los animales para consumir un forraje o alimento determinado.

PLATEO: eliminación de arvenses u otro tipo de plantas que representan, una competencia interespecífica para el cultivo principal.

REBROTE: tallo nuevo que se genera de una planta, cuando se poda o se elimina la dominancia apical.

RESUMEN

Este trabajo de investigación consiste en una evaluación inicial de un conjunto de prácticas agroforestales y agroecológicas que se desarrollaron durante un año (Agosto 2003 – Septiembre 2004) y que en un futuro puedan contribuir a solucionar ciertos problemas comunes en el sector agropecuario de la zona Andina Nariñense.

Los sitios en donde se realizó este trabajo fueron la vereda Tablón Alto (2450 msnm) en el municipio de Iles y la vereda Chalitala (2750 msnm) en el municipio de Túquerres, estos lugares se caracterizan por tener suelos deteriorados y compactados con tendencia a la erosión topográfica, eólica e hídrica; ausencia de cobertura protectora y por realizar prácticas laborales inadecuadas.

En las veredas mencionadas se instalaron obstáculos vegetales multipropósito a manera de Barreras vivas. Las especies utilizadas fueron Alfalfa *Medicago sativa*, Botón de oro *Tithonia diversifolia*, pasto King grass *Pennisetum hybridum* y pasto Brasileiro *Phalaris sp.* que además de proteger el suelo como objetivo a futuro también pueden utilizarse en la alimentación animal como beneficio a corto plazo para el agricultor.

Pensando en los suelos compactados se instalaron especies de fácil adaptación que en un futuro puedan romper el suelo estas especies fueron: Botón de oro *Tithonia diversifolia*, Marco o Altamisa *Ambrosia sp* y La Chilca *Baccharia sp.* que se caracterizan por poseer un sistema radical fuerte y agresivo permitiéndoles crecer rápidamente y con ello mejorar a futuro la estructura básica del suelo. En este modelo se evaluó el comportamiento inicial en cuanto a porcentaje de sobrevivencia y peso que generen estas especies cada 45 días durante seis meses.

Otro modelo de recuperación de suelos consistió en la elaboración de zanjas combinadas con una mezcla de abonos orgánicos y caldos microbiales, evaluando el efecto de estas zanjas en el comportamiento de *Vicia sativa* en cuanto a profundidad radical, biomasa aérea y altura y comparando estas variables con el desarrollo de esta especie forrajera cultivada con labranza convencional. Gracias a las zanjas de alta fertilidad la altura mejoró en promedio 28.1cm/planta, la profundidad radical aumentó 11.9 cm/planta y la biomasa aérea en 10.2 grs/planta en comparación con el sistema tradicional.

En la vereda de Chalitala, donde la principal característica es la utilización de grandes volúmenes de madera para usarse como combustible en las ladrilleras, se instaló un modelo de reforestación con fines productivos utilizando *Eucalyptus*

grandis, *Eucalyptus viminalis* y *Acacia melanoxylon* como una alternativa dendroenergética de la actividad alfarera. Estas especies se compararon a través de un Cuadro de distribución de frecuencia encontrando que en el porcentaje de sobrevivencia se destacó *Acacia melanoxylon* con un 99% en el primer mes de su permanencia en campo y *Eucalyptus viminalis* que mostró una mejor altura (58.1 cm) en los tres primeros meses.

En el municipio de Iles debido a la creciente deforestación se optó por instalar un sistema agroforestal con *Tecoma stans* y *Senna viarum* con el principal objetivo de proporcionar abono verde, forraje en épocas de sequía y aumentar la riqueza biológica. Las variables que se tuvo en cuenta para identificar la especie que mejores posibilidades tenga en un futuro para proporcionar abono verde fueron altura, número de ramas y número de hojas.

El material que se utilizó en la elaboración de los modelos anteriores se obtuvo de viveros agroforestales construidos en cada finca, con una producción de 3120 plantas en Iles y 4470 plantas en Túquerres durante diez meses. Con estos viveros se buscó dejar una opción para la producción y adquisición de material vegetal tanto para los agricultores directamente involucrados como también a los demás productores interesados de la zona.

Para incentivar la producción limpia y autosostenimiento de la unidad productiva se instaló un lombricero y se enseñó la producción de abonos orgánicos a través de capacitaciones. La producción de lombricero se midió a los ocho meses después la siembra de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*. La cantidad obtenida en Iles fue de 700 Kg y 800 Kg en Túquerres a partir de 1200 Kg de sustrato base.

ABSTRACT

This investigation work consist on an initial evaluation of a group of agro forests and agro ecological practices, that were designed during a year (August 2003 – September 2004) and in the future can contribute to solve certain common problems in the agro pecuarian sector of the Andean zone in Nariño.

The places where was carried out this work were the sidewalk Tablón Alto (2450 msnm), in the municipality of Iles and the sidewalk Chalitala(2750 msnm), in the municipality of Túquerres. These places are characterized to have deteriorated and compacted floors with tendency to the topographical, eolic and hidric erosion; absence of covering protection of the floor, and the inadequate practical labor.

In the mentioned sidewalks it settled multi purpose vegetables obstacles as a life barrier to stop the floor haulage for erosion. The used species were *Pennisetum hybridum* and *Phalaris sp*, that besides to protect the floor as an objective to the future they can be used in the animal feeding as a benefit to the farmer in a short term.

Thinking in the compacted floors were installed species of an easy adaptation that in a future can broke the floor. These species were: “Boton de Oro” *Tithonia diversifolia*, Marco or Altamisa *Ambrosia sp*, and the Chilca *Baccharia sp*. Those species are characterized by posses a strong and aggressive radical system that permit to those plants to grow up rapidly and with it to improve to the future the basic floor structure. In this model it was evaluated the initial behavior to see the percentage of surviving and weight that those species generate each 45 days during six moths.

Another recuperation model were consisted in the elaboration of ditches combined with a mixture of organic fertilizer and microbial broths , it was necessary to evaluate the effect of those ditches in the behavior of *Vicia Sativa* of it radical deepness, aero biomass and high of it. Comparing these variables with the development of this forage specie cultivate with conventional ways. Because of the high fertility ditches the highness improve in an average of 28.1 cm/plant, the radical deepness increase it in 11.9 cm/plant and the air biomass increase it in 10.2 grs/plant in comparison with the traditional system.

In the sidewalk of Chalitala, whose mail characteristic is the use of big wooden volumes to be used as fuel in the brick factory. A reforestation model was settled with the productive purposes using *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus viminalis* and *Acacia melanoxylon* as an alternative of tree energy of the pottery activity. Those species were compared by means of a square of frequency distribution finding that the percentage of surviving was the best with the *Acacia melanoxylon* with a 99%

in the first month of its permanency in the field, and *Eucalyptus viminalis* shows a better height (58.1 cm) in the first three months.

In the municipality of Iles due to the growing deforestation was opted to install an agroforestry system with *Tecoma stans* and *Senna viarum* with the main purpose of providing green fertilizer, fixation of atmospheric nitrogen, forage in dry season and increase the biological wealth, the variables in count of this investigation to identify the best possibilities species to provide green fertilizer were height, number of branches, and number of leaves with it is also looked to prove the positive points of possessing trees in the property.

The material that was used in the elaboration of the previous models was obtained from agroforestry greenhouses built in each property with a production of 3120 plants in Iles, and 4470 plants in Tuquerres during ten months where the farmer worked in the installation and handling of it. With the greenhouse it was looked to leave an option of the production and acquisition of vegetable material for the directly involved farmers as well as to the other interested producers of the area.

To incentivize the clean production and self supported of the productive unit it settled an earthworm cultivation and it became trained the production of organic fertilizer by means of teaching lessons. The earth worm production was measured at eight months after the sowing of Californian red earthworm *Eisenia foetida*. The quantity obtained in Iles were of 700 kg and of 800 kg in Tuquerres, taking in count 1200 kg of base substrate.

INTRODUCCION

En la actualidad Colombia y especialmente la zona Andina ha mantenido una constante negativa en cuanto al medio ambiente se refiere, se han destruido una gran cantidad de recursos hídricos, muchas especies animales y vegetales se encuentran en vía de extinción y la deforestación ha avanzado en la busca de áreas para la producción agrícola, que en el país es extensiva y de baja calidad, esto se debe principalmente por falta de una protección efectiva del sector agrícola y forestal por parte del gobierno central.

Nariño no es la excepción a estos inconvenientes y por el contrario se acentúan pues en las zonas productoras los cultivos tradicionales han sido gradualmente abandonados por su baja rentabilidad y dificultades en su producción, por otra parte en los últimos años se ha incrementado la migración hacia los centros urbanos y en los peores casos hacia los sitios productores de cultivos ilícitos.

Adicionalmente en los municipios del departamento de Nariño dedicados a la actividad triguera, como Iles y Túquerres, se trabaja la tierra tradicionalmente de una forma inadecuada, se utilizan técnicas que no se ajustan a las condiciones topográficas y edafoclimáticas de las zonas. Por otro lado se ha destruido la mayor parte de los bosques, la erosión es marcada y los suelos se encuentran en evidente deterioro, no hay diversificación en los cultivos y no se cuenta con alimentación suplementaria para el ganado en las de épocas de sequía

Actualmente se han realizado muchos esfuerzos por contribuir a disminuir estos problemas a través de la divulgación de conocimientos con metodologías nuevas encaminadas a favorecer la producción en el campo, se ha enseñado a disminuir costos y a conservar los recursos de producción.

Muchas estrategias de las entidades interesadas en proteger el medio ambiente consisten en sensibilizar a los productores sobre las consecuencias que tienen sus acciones. Un ejemplo de lo anterior son las medidas que se han desarrollado y divulgado por los programas de agroforestería y agronomía de la Universidad de Nariño para la región andina, entre ellas se encuentran las relacionadas con el manejo de los suelos agrícolas, repoblamiento forestal y desarrollo de prácticas de fácil adopción con perspectivas de replicación por las comunidades rurales.

Siguiendo la visión anterior este trabajo se lo realizó con el fin de implementar una serie de prácticas agroecológicas y agroforestales que sean replicables en pequeñas unidades productivas con el fin de producir abonos orgánicos y propagar componentes agroforestales, asimismo se pueden establecer medidas conservacionistas, recuperadoras y de mejoramiento local del ambiente, tratando

de introducir alternativas agrícolas para la alimentación animal. Es decir se desea optimizar la utilización de los recursos naturales, económicos y humanos de la unidad productiva, a través de opciones viables, sencillas, eficientes y a bajo costo que se conviertan en un modelo atractivo para la zona.

Un punto importante que se tuvo en cuenta en el desarrollo de esta investigación es que el agricultor del común es renuente a adoptar cambios referentes al manejo y uso de los recursos naturales a causa de que implican aumentos iniciales en sus costos de producción, esto determina que la difusión se haga a través de la instalación de modelos reforzadas con labores educativas utilizando estrategias de extensión rural.

1. MARCO TEORICO

1.1 CONSERVACION DE SUELOS

Foster, A. Afirma que:

La conservación de suelos consiste en una serie de actividades que buscan disminuir la erosión causadas por las prácticas agropecuarias inadecuadas y mantener la fertilidad del suelo. Las técnicas por las cuales se lleva a cabo este propósito deben adaptarse a las diferentes condiciones de la zona tales como la clase de suelo, clima, los cultivos, los mercados, disponibilidad y necesidades del agricultor¹

1.1.1 Barreras vivas. FEDECAFE manifiesta que:

Son especies vegetales que se siembran en forma perpendicular a la pendiente con el objetivo de impedir que las partículas del suelo se rueden o sean arrastradas por el agua de escorrentia. Las barreras vivas son hileras de plantas de larga duración que tupen mucho. Sembradas en travesía o en curvas de nivel, forman obstáculos que disminuyen la velocidad del agua después de una lluvia o riego abundante².

✍ **Especies utilizadas**

✍ **Alfalfa**

o **Clasificación taxonómica.** De acuerdo con Salamanca, R. la Alfalfa se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Angiosperma
Sub-clase: Dicotyledoneae
Orden: Leguminosae
Familia: Papilionaceae
Género: Medicago
Especie: Sativa L³

1 FOSTER, Albert. Métodos aprobados en la Conservación de Suelos. México : Trillas, 1985 p. 141.

2 FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Evite la Erosión con las Barreras Vivas. En : Boletín de extensión. No 5 (2002); p 180.

3 SALAMANCA, Rafael. Pastos y forrajes, producción y manejo. Bogotá, USTA, 1990. p. 32.

○ **Descripción botánica.** Según Del Pozo, M.⁴ “ Es una planta perenne, de raíz gruesa y de tallo leñoso, foliolos oblongos dentados en el ápice; flores grandes de 8 – 10 mm en racimos oblongos multifloros sobre pedúnculo no aristado, corola violácea o azul. Legumbre o pubescente, anular en espiral, polisperma. Semillas de 1.5–2.5 mm, ovales, secotas en el ombligo”

○ **Origen y distribución geográfica.** Salamanca, R. propone que “Dada la gran variedad de ecotipos se considera su área de origen en Asia menor y el Sur del Cáucaso. La alfalfa es una planta forrajera utilizada principalmente para la alimentación de ganado, aunque también se utiliza como alimento para otras especies como conejos y cuyes. Se caracteriza por tener un alto contenido de proteína.”⁵

Gohl, B. menciona que “se adapta mejor entre los 700 – 3000 msnm alcanzando una altura promedio entre 20 – 40 cm en condiciones de suelos fértiles y bien drenados”⁶. El mismo autor afirma que “como leguminosa posee la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo mediante ciertas bacterias nitrificantes que se desarrollan en las raíces a manera de nudocidades.”⁷

✍ **Botón de oro**

Clasificación taxonómica. Gómez, M. et al. Citan la siguiente clasificación para el botón de oro:

División: Spermatophita
Clase: Dicotiledoneae
Orden: Campanuladas
Familia: Compositae
Genero: Tithonia
Especie: Diversifolia⁸

4 DEL POZO, Manuel. La alfalfa: su cultivo y aprovechamiento. 3 e.d. Madrid : Mundi – Prensa, 1983. p. 92.

5 SALAMANCA, Op. Cit., p. 35.

6 GOHL, Bo. Piensos tropicales. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Roma : Acribia, 1982. p. 327.

7 Ibid., p. 327.

8 GOMEZ, Manuel, et. al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados como alimentación animal como fuente de proteína. Cali : CIPAV, 1995. p. 91.

- **Descripción botánica.** Nash⁹ menciona: “Esta especie fue descrita como planta herbácea de 1.5 – 4 m de altura, con ramas fuertes, hojas alternas, pecioladas, las hojas en su mayoría de 7 – 20 cm de largo y de 4 – 20 cm de ancho, bordes acerrados y flores con pétalos amarillos.”
- **Crecimiento y desarrollo.** Según Ríos¹⁰ en un estudio realizado en Buga (Valle del Cauca) encontró que “*T. diversifolia* a los 49 días después de la siembra alcanza una altura entre 44 a 48.5 cm”.
- **Manejo.** Ríos y Salazar.¹¹ Afirman que “*Tithonia diversifolia* sembrada a densidades altas genera una competencia mas marcada entre plantas por luz provocando una mayor elongación en los tallos y repercutiendo el desarrollo de las mismas”.
- **Origen y distribución.** Según Nash¹² afirma que: “Él genero *Tithonia* comprende 10 especies, todas originaria de México o Centro América. Una de ellas *Tithonia diversifolia* fue introducida a la India.”

El CIPAV menciona: “En Colombia esta planta crece desde el nivel del mar (30°C) hasta 2500 msnm (10°C) y precipitaciones de 500 – 5000 mm/año y en distintos tipos de suelo, de neutros a ácidos desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes”¹³

- **Usos.** Adicionalmente el CIPAV “Es utilizado en la zona cafetera como fuente de néctar y polen y es atrayente de insectos benéficos que controlan plagas. Las hojas en maceración en Cuba se utilizan como remedio para la malaria e inflamaciones de la piel de animales domestico, también se utiliza en alimentación animal como fuente de proteína vegetal”¹⁴.

9 NASH. Flora de Guatemala. Fieldiana : Botany 24, 1976. p. 323.

10 RIOS, Clara. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Helms)(Gray). Cali, Colombia : CIPAV, 1995. p. 6-9.

11 RIOS, Clara y SALAZAR, Amparo. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico. [En línea]. Cali, Colombia. CIPAV – IMCA, Oct. 1995 (citado 13 de May., 2003). Disponible en Internet: URL : ? [http:// www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/lrrd/lrrd6/3/9.htm?](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/lrrd/lrrd6/3/9.htm?)

12 NASH. Op. Cit., p. 330.

13 CIPAV. Informe de avances enero de 1993 - Junio 1994. Cali: Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria, 1994. p. 41.

14 Ibid., p. 83.

- **Producción.** Criollo, C. y Usama, M. Afirman que la:

Práctica de poda influye positivamente en la renovación de las plantas cuando estas crecen en medios ecológicos adversos, al tiempo que las condiciones ambientales favorables estimulan el potencial genético del material vegetal, reflejado en la producción de ramas. Los autores obtuvieron datos de producción de biomasa de 274 grs/planta, en un estudio realizado en la granja de Botana, municipio de Pasto, en el año 2001¹⁵.

De la misma forma Murgueitio, E.¹⁶ afirma sobre el rendimiento de *T. diversifolia* en el trópico de altura es muy baja comparada con el rendimiento en el trópico medio y bajo donde se alcanzan producciones entre 70 y 80 ton/Ha/año de forraje verde bajo una densidad de 10.000 a 20.000 plantas/Ha, realizando 6 cortes anuales (7 kg/planta/año)

✍ **Pasto King Grass**

- **Clasificación taxonómica**

Familia: Graminae

Género: *Pennisetum*

Especie: *hybridum*

Nombre común: pasto king grass.

- **Morfología.** Es una especie que crece formando matojos y produce un gran número de tallos por planta, sus hojas son anchas y largas con vellosidades suaves y cortas. Algunas plantas florecen y su inflorescencia es característica del género *Pennisetum*. La semilla sexual es fértil y puede tener entre un 10% y un 18% de germinación. La reproducción asexual se realiza a través de sepas. Crece en todo tipo de suelos, desde los livianos hasta los pesados pero no soporta el encharcamiento prolongado.
- **Distribución geográfica.** El king grass es originario del África del Sur. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 2100 msnm.

15 CRIOLLO, C. y USAMA, M. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl)(gray) en monocultivo y asociado con aliso *Alnus jurillensis* HBK, en la granja de Botana, municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2001, p. 120. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

16 MURGUEITIO, Enrique, Et al. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali : CIPAV, 1997. p. 67.

Según Mila, A.¹⁷ describe a *P. hybridum* como una especie forrajera de crecimiento erecto, de fácil adaptación a condiciones ecológicas diversas de Colombia, especialmente en suelos de baja fertilidad natural, con excelente tolerancia a la sequía.

- **Propagación.** Los tallos maduros se colocan extendidos en el suelo separados de 0.8 a 1.0 m y se cubren con unos cms centímetros de suelo. En zonas pendientes se siembra a curvas a nivel. También es muy utilizada la propagación por cepas, las cuales se siembran a 0.5 m en cuadro en zonas planas, en zonas pendientes se puede sembrar a 0.6 m en triángulo y produce un rendimiento de 1.5 a 2.0 Ton /ha.

- **Usos.** Se utiliza para suministrar picado al ganado o para ensilar, debido a su gran volumen de producción. No se acostumbra a pastorearlo o henificarlo.

- **Producción.** Arévalo, R., en un estudio realizado con esta especie en el municipio de Imues (Nariño) afirma que: "*P. hybridum* se debe cortar cada 45 días cuando se cuenta con buena humedad en el suelo. La altura de la planta al momento del corte debe ser de 1.5 a 1.8 m. El corte debe ser a ras del suelo para mantener una buena densidad de producción, encontrando resultados en producción de forraje verde para *P. hybridum* de 850 grs/planta"¹⁸

Bernal sostiene que: 'Bajo condiciones favorables de manejo en climas cálidos, produce entre 50 y 60 Ton/ha de forraje verde cada 45 a 60 días. Se puede lograr seis a ocho cortes al año con una producción de 60 a 80 Ton/ha/año de forraje seco. La calidad del forraje es relativamente baja pero permite suplementación"¹⁹

✍ **Pasto Brasileiro**

- **Clasificación taxonómica**

Familia: Graminae

Nombre científico: *Phalaris sp.*

Nombre común: Pasto brasileiro.

17 MILA, Alberto. Suelos, pastos y forrajes. Bogotá : Unisur, 2001. p. 157.

18 AREVALO, R. DEL CASTILLO, E. Establecimiento y divulgación de modelos agroforestales en el municipio de Imues, departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 199, p. 68-69. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas .

19 BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales. Bogotá : Banco Ganadero, 1988. p. 414– 416.

- **Morfología.** Es una especie que crece en macollos y produce un gran número de tallos por planta, sus hojas son delgadas y de color verde oscuro. Puede alcanzar hasta los 3 m de altura. CENIAP²⁰
- **Distribución geográfica.** El pasto Brasileiro es originario de California por un cruce al azar entre dos especies *Phalaris tuberosa* y *Phalaris arundinacea*. Se adapta muy bien a las zonas altas de los Andes, desde los 2600 a 3000 msnm, resiste a la sequía, tolerante a pH debajo de 4.5 aunque es exigente en fertilidad.
- **Propagación.** Según Arévalo, R. y Del Castillo, E.²¹ “Es muy utilizada la propagación por cepas, las cuales se siembran a 0.5 m en cuadro en zonas planas, en zonas pendientes se siembra a curvas a nivel o se puede sembrar a 0.6 m en triángulo”.
- **Usos.** CENIAP manifiesta que:

Es un pasto de corte, en ensayos evaluados durante tres años con buena fertilización, produjo un promedio de 45 Ton de materia seca (ms)/ha/año. En tres cortes sin riego y con complementario hasta 60 Ton ms/ha/año. Es una especie de valor nutritivo excelente, en la fase de floración este pasto puede alcanzar hasta un 15% de proteína y en la fase de prefloración hasta un 18% de proteína, siendo bajo el contenido de fibra.²²

Según el CENIAP: “Se realizaron pruebas de henificación, obteniéndose buenos resultados con un consumo de 11 a 12 Kg. de heno por vaca/día, con una producción de 15 litros de leche por día”²³

1.2 RECUPERACION DE SUELOS

Sañudo, Checa y Arteaga manifiestan lo siguiente: “La recuperación consiste en restaurar parcialmente las propiedades físicas y químicas de los suelos, que se han visto afectadas por las malas prácticas agropecuarias, además también ocasionadas por condiciones climáticas como precipitación fuerte, erosión eólica y topografía”²⁴

20 CENIAP. *Phalaris sp.* [en línea] [Colombia] CENIAP, 2003 [CITADO Nov. 19 2004]. Disponible en Internet : . ? URL: <http://www.CENIAP.GOV.Ve/bdiltgital/tdivul/fdo7/texto/avances.htm> ?

21 AREVALO y DEL CASTILLO, Op.cit., p. 70.

22 CENIAP, Op.cit., p. 58.

23 Ibid., p. 60.

24 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. San Juan de Pasto : Universidad de Nariño– Corpotrigo, 2001. p. 31.

Un ejemplo de recuperación de suelos lo experimenta García, J. con otros investigadores

Evaluando alternativas agronómicas para la recuperación de suelos algodoneros en el Valle del Cesar encontraron que “como efecto de la labranza profunda (con cincel rígido) mejora en el suelo las condiciones adversas para el desarrollo de las plantas, además de esto complementando esta labranza con rotación y incorporación de un abono verde y aplicación de abono orgánico se logró mejorar aún mas las condiciones del suelo disminuyendo la densidad aparente especialmente a nivel superficial (0 –20 cm), la porosidad también se logró aumentar lo mismo que la materia orgánica”²⁵

Acosta, M., afirma que al hacer una práctica de recuperación de suelos es necesario utilizar los abonos verdes “El abono verde es la siembra de un cultivo hecho a propósito para incorporarse al terreno durante la época de floración, porque en este momento es mayor la riqueza nutritiva de los tejidos. Además durante esta etapa las plantas alcanzan su máxima desarrollo y tienen un alto contenido de agua que facilita una rápida descomposición”²⁶

1.2.1 Subsoladores biológicos. Según Sañudo, Checa y Arteaga.

Es una práctica de recuperación de suelos, para un doble beneficio: Aportar mulch con las podas y abrir canales en el subsuelo, dejados por las raíces al morir. Se aconseja su cultivo en surcos cada tres metros, con distancias de un metro entre plantas, las cuales se manejan inicialmente de manera similar que para las coberturas vivas”²⁷

✍ **Especies utilizadas**

✍ **Botón de oro.** Su descripción esta hecha en el modelo de Barreras vivas.

○ **Altamisa**

25 GARCIA, J., AARON, M., MAESTRE, M y BLANCO, J. Alternativas agronómicas para la recuperación de suelos algodoneros degradados en el valle del Cesar. En: Suelos Ecuatoriales. Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo. S.I., Vol 30 No. 1 (2000); p. 86.

26 ACOSTA, M. La Tierra agrícola: Nuestro recurso básico. Quito, Ecuador: publicaciones científicas NAS, 1986. 218 p.

27 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G., Op.cit., p 32.

- **Clasificación taxonómica**

Familia: Compuesta

Nombre científico: *Ambrosia sp.*

Nombre común: Altamisa, marco.

- **Morfología.** Según Pérez, esta especie “Es común encontrarla en clima frío y en clima templado, mide 1.70 a 2 m, muy olorosa, con hojas profundamente divididas, capítulos en espigas terminales, sin flores liguladas aparentes, crece como maleza en los linderos y potreros, posee un sistema radical fuerte propicio para recuperación de suelos”²⁸.

- **Usos.** El mismo autor afirma “Sus hojas se utilizan como base de la preparación de una bebida amarga y al machacarla se las usa para contener las hemorragias nasales. De algunas especies como la Altamisa del Turquestán se extrae el producto farmacéutico santonina”²⁹

Complementando lo anterior Sañudo. et. al. Afirman que: “esta especie es de crecimiento espontaneo la instalación de dicha especie es sencilla y es conveniente por un doble beneficio aporta mulch con las podas, y abren canales en el suelo dejados por las raíces al morir”³⁰

✍ **Chilca**

- **Clasificación taxonómica**

Familia: Asteraceae

Nombre científico: *Baccharia sp.*

Nombre común: Chilca

28 PEREZ ARVELAEZ, Enrique. Plantas útiles de Colombia. 4 e.d. Bogotá : Fondo FEN Colombia, DAMA jardín botánico José Celestino Mutis, 1996. p. 297.

29 Ibid., p. 297.

30 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G., Op.cit., p 35.

- **Morfología.** Ulloa y Moller³¹ la describen como un arbusto que ramifica desde su base con apariencia globosa y de forraje muy denso, hojas alternas, aserradas en sus bordes y de color verde oscuro. Inflorescencia de color blanco y abundante, sistema radical fuerte y extenso.

Rodríguez, Peña y Plata, citados por Ulloa y Moller plantean que: “la Chilca se desarrolla en ambientes secos y con algo de humedad ambiental. Es resistente a heladas y no es exigente en suelos, incluso pueden ser pobres en nutrientes, pesados y rocosos, prefieren para su desarrollo asociarse con tunas y otras especies amantes de la luz solar”³²

- **Distribución geográfica.** Los mismos autores afirman que “la Chilca se encuentra distribuida en el Sistema Andino entre los 2000 – 3000 msnm como los cerros ubicados al Oeste de la Sabana de Bogotá y Oriente de la misma en la Quebrada del Chilco. También en los departamentos del Caldas, Huila, Cauca, Nariño, Norte de Santander y Putumayo”³³
- **Usos** Especie forrajera utilizada en la alimentación de cuyes.

Pérez, E., afirma que algunos indígenas utilizan la Chilca en:

- ? Tinturas: dos teñidos se realizan con 3 kg. de planta/25 lt de agua/2 Kg de lana.
- ? Combustible: la leña de *Baccharia sp.* arde fácilmente.
- ? Técnico: en sus cenizas contiene gran cantidad de potasa.
- ? Medicinal: el cocimiento de estas plantas sirve para tomar baños en los pies, a una temperatura elevada en los casos de dolores reumáticos y sifilíticos de las extremidades inferiores; las flores son apreciadas por su resina la cual se utiliza en casos de contusiones, heridas, como también en la consolidación de luxaciones y quebraduras. El cocimiento de la planta se usa contra la tos, la bronquitis y neumonía. El alcohol en que se han macerado las hojas durante varios días, se usa en fricciones contra los dolores reumáticos”³⁴

31 ULLOA, C. y MOLLER, P. Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. 2e.d. Quito, Ecuador : ABYA – YALA, 1995. p. 102.

32 Ibid., p. 103.

33 Ibid., p. 104.

34 PEREZ, E., Op.cit., p. 350.

Sañudo. et. al.³⁵ afirman que “esta especie es de crecimiento espontáneo la instalación de dicha especie es sencilla y es conveniente por un doble beneficio aporta mulch con las podas, y abren canales en el suelo dejados por las raíces al morir “.

1.2.2 Reforestación recuperadora. Krishnamurthi, L. y Leos, J. afirman que: “Es un arreglo Silvoagrícola en el que los arboles perennes se establecen en hileras sobre el suelo con cultivos comerciales, a la especie leñosa se la hace practicas silviculturales de acuerdo a los objetivos del arreglo. Los beneficios que proporciona este sistema son: Incorporación de hojarasca, fijación de nitrógeno, regeneración de fertilidad, reciclaje de nutrientes y suspensión de malezas”³⁶

✍ **Especies utilizadas**

✍ **Alcaparro gigante**

○ **Clasificación taxonómica**

Familia: Caesalpinaceas

Nombre científico: *Senna viarum*

Nombre común: Alcaparro gigante

○ **Morfología** Arévalo, R. y Del Castillo, E., lo describen como:

Árbol de 5 m de altura aproximadamente, con un incremento medio mensual que oscila entre 3.9 – 5.3, tronco curvo con corteza lisa; la ramificación empieza a 1 m de altura. Copa de forma arqueada; follaje verde con brillo tenue; hojas compuestas de 32 cm, alternas. Flores de color amarillo fuerte (diámetro 4 cm), agrupadas; frutos en legumbre aplanada carmelita de 12 cm, con varias semillas³⁷

35 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G., Op.cit., p 26.

36 KRISHNAMURTHY, L., LEOS RODRIGUEZ, J. Agroforestería en desarrollo. Educación, investigación y extensión. México : Universidad Autónoma de Chapingo, 1994. p. 63.

37 AREVALO, R. yDEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 47.

○ **Distribución geográfica.** Los mismos autores complementan lo anterior afirmando que “Esta especie es de origen no claramente definido; actualmente se encuentra en Centro y Sur América. En Colombia se ha observado entre 1900 y 2900 msnm.”³⁸

○ **Propagación y crecimiento.** “Se puede hacer por semilla, se deja secar los frutos al sol durante 12 horas, se las deja reposar en agua durante 3 días y luego se extraen las semillas; éstas se siembran en semillero a una profundidad no mayor a 2 cm. Se recomienda hacer el transplante cuando la planta alcanza los 20 cm. La planta exige buenos suelos”³⁹

Complementando lo anterior Mundo Forestal⁴⁰ afirma que “esta especie se encuentra ampliamente diseminada y su germinación y prendimiento natural es alto, no requiere de suelos fértiles y por ello se adapta a condiciones adversas”.

○ **Usos.** Arévalo, R. y Del Castillo, E.⁴¹ resaltan que “En la tradición popular se hace una cocción con las hojas de *S. viarum* y se utiliza para aliviar la disentería. También se utiliza como especie melífera.”

✍ **Quillotocto**

○ **Clasificación botánica**

Clase : Dicotiledoneas
Subclase : Metaclamídeas
Orden : Tubifloras
Familia : Bignoniaceas
Género : Tecoma
Especie : stans

○ **Origen y Distribución:** Según Ulloa, C. y Moller, P., definen al Quillotocto como:

Bignoniácea de distribución pantropical, consta de 120 géneros y unas 800 especies mejor representadas en América. El género *Tecoma* consta de 12 especies distribuidas desde el sur de los Estados Unidos,

38 Ibid., p. 48.

39 Ibid., p. 48.

40 MUNDO FORESTAL. Árboles del paraíso. Costa Rica: 2001 – 2002 [en línea] [Costa Rica]. 2001-2002 [citado 10 feb., 2000] Available from internet: <URL : <http://www/catie/bibliotecavirtual/.../vainillo/htm> >

41 AREVALO, R. y DEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 47.

hasta el norte de la Argentina. (*Tecoma stans*) se encuentra en valles altos interandinos.

Es una especie ampliamente distribuida en los trópicos y en los subtropicos de América, se encuentra a lo largo del continente desde el sur de Texas, Nuevo México y Arizona, a través de México y América central, hasta Bolivia, Norte de Argentina y Brasil. En Colombia esta en Antioquía a una altura de 2.300 msnm; Boyacá, Cordillera oriental a 2.300 - 2.450, Cauca, Nariño y Putumayo entre 1.750 a msnm. Crece bien en sitios secos, con suelos pobres pero bien drenados⁴²

Complementando lo anterior Mundo Forestal⁴³ afirma que *T. stans* no requiere de suelos fértiles y por ello se adapta a condiciones adversas.

o **Morfología.** Ulloa, C. y Moller, P, afirman que esta especie:

Es un árbol de 15 m alto y 40 cm de diámetro en el tronco, de corteza gris clara, áspera, fistulada y escamosa, tiene hojas opuestas y pinnadas que, dada la amplia distribución geográfica de la especie, son bastante variables a la distribución de la hojuela y otras características, presenta numerosas flores amarillas en racimos terminales erectos, grandes, vistosos y tubulares, los frutos son vainas largas, angostas y de color castaño oscuro, que se abren en dos partes dejando una central en donde van las semillas aladas⁴⁴

o **Crecimiento.** El incremento de altura medio mensual para *T. stans* encontrado por Erazo y Rodríguez⁴⁵ fue de 3 a 5.4 cm en CORPOICA (Obonuco, Pasto); mientras que en Costa Rica Mundo Forestal.⁴⁶ reportó un crecimiento de 3 cm mensuales. Además, Arévalo, R. y Del Castillo, E.⁴⁷ reportó un incremento de 3.3 a 5.9 cm. mensuales.

42 ULLOA, C. y MOLLER, P. Op.cit., p. 135.

43 MUNDO FORESTAL, Op.cit., p. 13.

44 ULLOA, C. y MOLLER, P. Op.cit., p. 145.

45 ERAZO, C. y RODRIGUEZ, C. Estudio preliminar del establecimiento de un arreglo multiestrato, con las especies (*Acacia* blanca *Acacia decurrens* Quillotocto *Tecoma stans* HBK y *Mora Rubus sp*) a cuatro distancias de siembra en un afloramiento de agua del centro de investigación CORPOICA Obonuco, municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2002. 110 p. Tesis de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería agroforestal.

46 MUNDO FORESTAL, Op.cit., p. 16.

47 AREVALO, R. Y DEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 47.

- **Propagación.** Según Erazo, C. y Rodríguez, C.⁴⁸ *T. stans* se propaga por semillas, aproximadamente la cantidad por kilogramo es de 100.000 a 150.000. Esta especie presenta un porcentaje de supervivencia del 100%.
- **Mantenimiento y podas.** Ulloa, C y Moller, P.⁴⁹ mencionan que esta especie por tener un sistema agresivo debe podarse regularmente para mantener una copa densa, en el caso de cortinas rompevientos o cercas vivas se pueden manejar distancias de 2.0 a 3.0 m entre árboles.
- **Usos.** Los mismos autores proponen

Se planta principalmente como ornamental, para cercas vivas y rompevientos bajos. Se puede obtener cercas muy densas con buena poda. La madera sirve para postes y leña, produce abundancia de hojas y puede servir de abono verde, es melífera. Las hojas, raíces y corteza tienen propiedades medicinales; su forraje es de primera calidad. En Cundinamarca se emplean hojas de esta especie y la corteza en cocción como diurético y depurativo de la sangre⁵⁰

1.2.3 Zanjas de alta fertilidad. Según Sañudo et. al. Las zanjas son:

Una actividad de restitución parcial de la capacidad productiva del suelo mediante una práctica mecánica, orgánica y microbial. Las zanjas consisten en abrir surcos a un metro de distancia, inicialmente con uno o dos pasos de vertedera de tracción animal. Luego, con azadón pala y barra, se hacen zanjas de 0.30 m de ancho y 0.30 m de profundidad. En el fondo se coloca una capa densa de residuos de cosechas como tamo de trigo, caña de maíz picada, tamo de arveja, etc.; luego se hace un remojo rápido con el bioabono sin mezclar y sin filtrar y mezclado con agua en proporción 1: 2; finalmente, los residuos se cubren con el suelo extraído⁵¹.

Después de tres meses se hacen nuevas zanjas en surcos localizados en la parte media entre dos zanjas viejas, sobre las cuales se instala un cultivo. En el siguiente semestre se siembra un cultivo entre las trincheras nuevas. Una vez

48 ERAZO, C. y RODRIGUEZ, C. Op.cit., p. 89.

49 ULLOA, C. y MOLLER, P. Op.cit., p. 108.

50 Ibid., p. 108.

51 SAÑUDO, B., RUIZ, H. y LEGARDA, L. Las zanjas fértiles una alternativa de suelos degradados en el departamento de Nariño. En : Revista de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Vol. 18, No 2 (2001); p. 213–218

cosechado este último, se prepara convenientemente el terreno y se siembra una especie para abono verde.

Mejía, M.,⁵² afirma que: la adición de los caldos microbiales en las zanjas permite un incremento de la población microbial heterótrofa, una liberación de nutrientes y enzimas, hormonas, ácidos orgánicos sólidos en los suelos donde se aplican.

Sañudo et. al Afirman que: “al remover el suelo dentro de la modalidad de zanjas se presenta una mejor respuesta del cultivo que cuando no se hace ninguna labor de remoción dentro de suelos con alto grado de degradación”⁵³. La anterior afirmación la complementa Gaviria y Villarreal citados por Rodríguez, J. y Saa, C.

En un trabajo realizado para determinar el efecto de las prácticas de zanjas fértiles y siembra de abono verde sobre las propiedades físicas y productivas en suelos de baja fertilidad, encontraron que el tratamiento con zanjas fértiles y abono verde produjo un efecto mayor que el testigo sobre las condiciones físicas del suelo al disminuir la resistencia a la penetración con 3.33 Mpa lote 1 y 3.34 Mpa lote 2, la densidad aparente, y aumentó la porosidad total, además del contenido de materia orgánica.⁵⁴

Esto concuerda con la afirmación de Castro y Amezcua citados por García, J. y Durán, R.⁵⁵ Quienes encontraron que con el uso de labranza profunda en suelos con limitaciones físicas se presentó disminución en la densidad aparente, aumentando el porcentaje de porosidad total, almacenamiento de humedad y biomasa aérea, con relación al uso de la labranza convencional.

García, J. y Durán, R., en estudios preliminares afirman que: “con cambios efectuados en las labores tradicionales de preparación de suelos y usando prácticas agronómicas apropiadas (zanjas fértiles) solas o combinadas es posible

52 MEJÍA, Mario. Agricultura sin agrotóxicos, 2. e.d. Cali : Muñoz Impresores, 1997. p. 252

53 SAÑUDO, B., RUIZ, H. y LEGARDA, L. Op.cit., p. 213 – 218.

54 RODRIGUEZ, J. y SAA, C. Evaluación de algunas propiedades físicas y rendimiento de papa criolla *Solanum phureja* en dos lotes sometidos a recuperación mediante la utilización de zanjas de alta fertilidad, en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto. Pasto, 2004, 89 p. Trabajo de grado (ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

55 GARCIA, J y DURAN, R. Evaluación de sistemas de labranza sobre la producción de cultivos en suelos aldoneros del valle del Cesar, En: Suelos Ecuatoriales. Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. Vol. 30, No 1 (2000); p. 76

mejorar las condiciones adversas de los suelos e incrementar positivamente los rendimientos”⁵⁶.

✍ **Especies utilizadas**

✍ **Vicia**

- **Clasificación taxonómica.** Según Bernal, J. la Vicia se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Clase: Angiosperma
Sub-clase: Dicotiledonea
Orden: Rosales
Familia: Leguminoseae
Genero: Vicia
Especie: Sativa⁵⁷

- **Descripción botánica.** El mismo autor afirma que:

La Vicia también llamada veza común o alverjilla común *Vicia sativa L.*, es una especie cultivada como forrajera. Es una hierba trepadora de hasta 2 m de largo, es una planta anual herbácea con tallos flexibles más o menos prismáticos, hojas compuestas, flores de tamaño muy variable con colores muy diversos, legumbre formada por dos valvas, deicentes, de forma y dimensión variable. Semillas diferentes según la especie y variedad⁵⁸

- **Usos.** Esta especie es utilizada como productora de forraje tanto para alimentación animal como para abonos verdes. Al respecto la FAO⁵⁹ menciona rendimientos entre 15 y 25 y entre 40 y 45 Ton/ha/corte de forraje verde para épocas de verano e invierno respectivamente. Moreno, T.⁶⁰ menciona producciones de forraje verde de hasta 15 Ton/ha/corte; Arévalo, R, y Del Castillo, E.⁶¹ reportan un peso de 3.7 Ton/ha/corte. Los primeros reportes son de *Vicia*

56 Ibid., p. 77.

57 BERNAL, J. Op. cit., p. 515.

58 Ibid., p. 516.

59 FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Cultivos forrajeros. Dirección general de educación tecnológica agropecuaria. México : FAO, 1977. 181 p.

60 MORENO, T. Las leguminosas de grano: Una visión de conjunto. Madrid : Mundiprensa, 1983. p. 15.

61 AREVALO, R. Y DEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 86.

sativa, en condiciones óptimas de cultivo mientras que los reportes de estos últimos autores son en condiciones inadecuadas de fertilidad.

1.3 REFORESTACION PRODUCTORA

Ibrahim, M. y Pezo, D., proponen que es importante que algunas áreas sin vocación agrícola, por sus pendientes o por poseer calvas infértiles, sean utilizadas para la instalación de árboles productores de madera para diversos fines como: Leña, madera para aserrío, resinas, carbón vegetal, taninos y postes⁶²

✍ **Especies utilizadas**

✍ ***Eucalyptus grandis*.**

○ **Clasificación taxonómica**

Familia: Myrtaceae.

Nombre científico: *Eucalyptus grandis*

○ **Morfología:** Según Tokura, Y. et. al.⁶³ es un árbol que alcanza 50 m de altura y 2 m de diámetro, fuste recto, libre de ramas hasta las dos terceras partes de su altura, copa amplia (cuando crece en sitios abiertos) o estrecha y comprimida (en plantaciones densas). Hojas alternas y colgantes.

Arévalo, R. y Del Castillo, E., afirman que “*E. grandis* muestra un desarrollo de altura de aproximadamente de 0.10 m cada dos meses en la zona de Imues (Nariño)”⁶⁴

CONIF⁶⁵ complementa lo anterior mencionando que la corteza es caduca, de color blanco, desprendible en placas alargadas, sus flores son blancas y crecen en grupos, el fruto o cápsula es de forma cónica, con gran cantidad de semillas muy pequeñas.

62 IBRAHIM, M. y PEZO, D. Sistemas silvopastoriles. Centro agronómico de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica : CAITE, 1999. p. 275.

63 TOKURA, Yuhi. et al. Especies forestales del Valle del Cauca. Bogotá : Lerner, 1996. p. 141.

64 AREVALO, R. y DEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 70.

65 CONIF. CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. Bogotá : CONIF y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 1997. p. 39.

- **Distribución geográfica.** Tokura, Y. et. al afirman que “el *Eucalyptus grandis* se encuentra cultivado en Colombia desde los 600 a 2200 msnm, con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales y temperaturas máximas de 32 °C y mínimas de 5 °C”.⁶⁶

Complementando lo anterior Díaz, E. menciona que: “Una razón de su notable éxito como especie exótica es la adaptabilidad de una y otra especie de eucalipto a una amplia gama de climas, desde los semidesérticos a los templados, fríos y alpinos”⁶⁷

Según CONIF⁶⁸ el eucalipto es una especie que se ha introducido en Colombia y que se desarrolla bien en los bosques húmedo premontano y húmedo tropical, siendo la especie más cultivada en el Valle del Cauca, en el Cauca, Antioquia y Risaralda.

Según Del Castillo, C. y Ruales, G.⁶⁹ *E. grandis* prefiere suelos húmedos, bien drenados, de textura franco-arenosa, con pH neutro a ácido y fertilidad alta. No se desarrolla bien en suelos compactados.

Usos: Tokura, Y. et. al. destacan que:

La madera del Eucalipto se trabaja en carpintería y ebanistería de mediana calidad, en fabricación de cajas de embalaje, los fustes se trabajan para usarlos como postes de energía y como cercas. Es una especie potencial para producción de pulpa para papel en diferentes departamentos como Antioquía, Santander, Cauca, Valle del Cauca y Risaralda, a menudo se utiliza para chapas, pisos y viviendas, también para fines ambientales y recreativos. Además se le ha conocido como especie melífera.⁷⁰

Los últimos avances en propagación clonal han convertido a esta especie en ideal para varios propósitos de corto tiempo, pudiéndose aprovechar a los 6 años, con excelentes rendimientos.

66 TOKURA, Y. et. al. Op. cit., p. 141.

67 DIAZ, Einar. Modulo de Dasometría. Ibagué : CARDER, 1994. 52 p.

68 CONIF. Op.cit., p. 41.

69 DEL CASTILLO, C. y RUALES, G. Evaluación silvicultural de *Eucalyptus grandis* a partir del tercer año de establecimiento en diferentes arreglos en el núcleo uno del proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos, departamento de Risaralda. San Juan de Pasto, 2003. 141 p. Trabajo de grado (ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas, programa de Ingeniería Agroforestal.

70 TOKURA, Y. et. al. Op.cit., p. 141.

Los mismos autores mencionan que “dependiendo de su uso y distancia de siembra la producción puede oscilar entre 20 y 50 m³/Ha/año”.⁷¹

Complementando lo anterior CONIF⁷² propone que si se desea utilizar el Eucalipto para reforestación las distancias de siembra son: para bosque puro 4 m x 4 m y si se cultiva para leña y postes la distancia recomendada puede ser de 2 m x .2 m

✍ *Eucalyptus viminalis*

○ **Clasificación taxonómica**

Familia: Myrtaceae

Nombre científico: Eucalyptus viminalis

Nombre común: Eucalipto del maná.

○ **Morfología.**

Árbol de gran porte que puede alcanzar 40 m de talla, con la corteza oscura y rugosa y persistente en la parte baja del tronco, pero lisa, blanquecina o amarillenta y caediza en las partes altas. Ramas colgantes. Hojas de color verde oscuro con profundo olor a eucalipto. Hojas juveniles opuestas, sentadas, a veces opuestas, oblongo - lanceoladas. Hojas adultas alternas, pecioladas, lanceoladas, acuminadas, de 11-18 cm. de longitud y 1,5-2 cm. de anchura. Umbelas axilares con 3 flores. Pedúnculos subcilíndricos. Opérculo hemisférico a cónico, generalmente más corto que el tubo del receptáculo. Cápsula sentada o cortamente pedicelada, subglobosa, de 5-8 mm de diámetro, con 3-4 valvas exsertas.⁷³

○ **Distribución geográfica.** “Especie nativa de Nueva Gales del Sur a Tasmania. Eucalyptus proviene del griego eu = bien y kalipto = cubrir, refiriéndose a sus flores que están bien protegidas hasta que abren. Viminalis, del latín viminalis-e = con retoños a la manera de una mimbrera”⁷⁴

71 Ibid., p. 141.

72 CONIF. Op.cit., p. 41.

73 MUNDO FORESTAL. Árboles del paraíso. [en línea] costa Rica : 2001-2002 [citado 10 Nov. 2004]. Disponible en Internet : <URL:<http://www.arbolesornamentales.com/Eucalyptusviminalis.htm> > p. 2

74 Ibid., 2004.

- **Cultivo y usos.** CONIF⁷⁵. afirma que *E. viminalis* no es exigente en suelos ricos en nutrientes, por el contrario se usa para recuperar zonas erosionadas o agotadas por el mal uso agropecuario.

Se multiplica por semillas. “Su madera es de color castaño, duradera. Empleada para Cuadros, andamiajes, traviesas de ferrocarril, ruedas, etc. Su corteza produce una sustancia de agradable sabor apreciada por los indígenas”⁷⁶

✍ **Acacia japonesa**

- **Clasificación taxonómica**

Familia: Mimosacea

Nombre científico: *Acacia melanoxylon*

Nombre común: Acacia japonesa.

- **Morfología.** Pérez, E., describe a esta especie como “un árbol de 8 a 10 m de altura aproximadamente, el árbol a libre crecimiento es piramidal. Follaje denso y durable, de hojas en media luna, un borde curvado y el otro recto. Estas hojas enteras frecuentemente muestran el tránsito a hojas compuestas. Flores pequeñas de color amarillo; frutos en legumbre aplanada carmelita de 5 a 8 cm, con varias semillas”⁷⁷

Es de rápido crecimiento, resistente al mal trato y poda estricta. En el estudio realizado por Arévalo, R. y Del Castillo, E., “en la zona de Imues (Nariño), se afirma que *A. melanoxylon* alcanza en los dos primeros meses de establecimiento en campo un incremento de 12.2 cm en promedio por planta”⁷⁸

- **Distribución geográfica.** Especie de origen Australiano actualmente se encuentra en Centro y Sur América. En Colombia se ha observado en climas fríos.

75. CONIF. Op. cit., p. 41.

76 MUNDO FORESTAL, OP.cit., p. 2

77 PEREZ, E. Op.cit., p. 487.

78 AREVALO, R. Y DEL CASTILLO, E., Op.cit., p. 46.

- **Propagación y crecimiento.** Según Arévalo, R. y Del Castillo, E. “La mejor forma es por semilla, se deja secar los frutos al sol durante 12 horas, luego se extrae las semillas, se las deja reposar en agua hirviendo durante 5 minutos y siembran en semillero a una profundidad no mayor a 2 cm. Se recomienda hacer el trasplante cuando la planta alcanza los 20 cm”⁷⁹.
- **Usos.** Según Pérez, E. *A. melanoxyton* se usa como. “estrato medio en la elaboración de cortinas rompevientos, su follaje se aprovecha en la alimentación animal, emite brotes por sus raíces y por eso es apta para la recuperación y conservación de suelos y para la formación de bosques protectores, su madera se utiliza como fuente dendroenergética”⁸⁰.

1.4 CONSTRUCCIONES

1.4.1 Lombricero. Chamorro, B. y Salas, O afirman que: ‘Es el lugar donde se transforman residuos orgánicos en forma funcional y rentable, la lombricultura ofrece mayores ventajas ya que permite manejar grandes cantidades de materia orgánica en espacios reducidos, que en un proceso rápido elimina agentes desagradables’⁸¹.

CIAO afirma que:

Las camas son las construcciones que se hacen para criar las lombrices, se pueden hacer cajones de guadua, madera o cualquier otro material disponible en la finca. Por lo general son de 1m de ancho por 10m de largo y 40cm de alto. Una forma de construir las paredes es utilizar esterilla y cubrir todo el cajón con plástico negro, este debe de ir sostenido con palos debidamente clavados, las paredes también se pueden construir con Cuadros ⁸²

? **Lombricompuesto.** Sañudo, B., Checa, O., Arteaga, G. Afirman que ‘Es el sustrato resultante de la cría de la lombriz roja californiana *Eissenia foetida* sobre estiércol de ganado y otros residuos orgánicos, para constituirse en una fuente de nutrientes y microorganismos’⁸³

79 Ibid., p. 50.

80 PEREZ, E. Op.cit., p. 488.

81 CHAMORRO, Bernardo y SALAS, Oscar. Evaluación productiva y reproductiva de la lombriz roja californiana alimentada con tres recursos orgánicos. Pasto, 1994, p. 65 Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Zootecnia.

82 CIAO. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA -. Guías sobre tarea ambiental. Ibagué : CIAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 1998. 19 p.

83 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G., Op.cit., p 105.

CONVENIO CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO

El lombricompost es utilizado para fertilizar las plantas al usarlo como abono edáfico (2 Kg./planta) y a manera de abono foliar, disolviendo en agua (20 Kg de lombricompost/caneca de 65 litros.), añadiendo ceniza (2 Kg.), agua oxigenada (50cc) y sulfato de amonio (1 Kg.), utilizando un litro de la mezcla fermentada por bomba de 20 litros. Además se utiliza como materia prima para elaborar un abono orgánico más completo⁸⁴

Complementando a lo anterior Sañudo, B. et. al., afirman que: “con el compost se elabora un abono orgánico más complejo añadiéndole caldos microbiales y algunas fuentes químicas de fácil adquisición como urea, nitrato de potasio y sulfato de magnesio”⁸⁵.

1.4.2 Vivero. Según la FAO “Es la instalación donde se produce o multiplica material vegetal aplicando cuidados especiales, que será llevado posteriormente a un lugar definitivo”⁸⁶.

CORPONARIÑO afirma que: “Los viveros permanentes de carácter definitivo, poseen una infraestructura acorde con las exigencias de la producción de plantas haciéndose necesario su estudio detallado en cuanto a ubicación, superficie o tamaño, construcciones y de más facilidades, ya que están destinados a producir grandes cantidades de material vegetal”⁸⁷

1.5 EXTENSION RURAL

La FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS, propone que

Para difundir el conocimiento y promover la captación de nuevas ideas entre la población rural los técnicos utilizan una variedad de métodos y técnicas. Dichos métodos de extensión se pueden dividir en varios grupos como: Según sus objetivos, según el número de personas que lo reciben y según su modo de organización. La efectividad de cada método depende en términos generales de la economía de tiempo,

84 CONVENIO CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Preparación artesanal de Abonos orgánicos. En: Boletín técnico Pasto, Colombia. No .1 (1998); p. 15

85 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G., Op.cit., p 105.

86 FAO. Op.cit., p. 60.

87 CORPONARIÑO. Guía práctico; como hacer y manejar un vivero agroforestal. Tumaco – Nariño : CORPONARIÑO, 1994, p 1-46.

energía y recursos que se obtengan en relación con la naturaleza y extensión de los cambios que produce la conducta de los individuos.⁸⁸

88 FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Título. En : Boletín de extensión. No 73. (Oct., 1993); p. 17

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACION

El trabajo se realizó en las veredas: Tablón alto (Municipiopro de Iles) y Chalitala (Municipio de Tuquerres).

2.1.1 Iles. Se encuentra al sur-oeste de Colombia a unos 71 Km. de la ciudad de Pasto, a una altura de 2985 msnm., con una ubicación geográfica de 0° 58' latitud Norte y 77° 32' longitud Oeste. Tiene un área total de 8.400 Ha, posee una topografía plana del 10%, ondulada del 75%, quebrada del 15%, temperatura promedio de 12°C.

La vereda Tablón Alto dista 17 Km., del municipio de Iles, se encuentra ubicado a 2450 msnm. La tenencia de la tierra es de carácter minifundista, posee un clima seco, una precipitación de 800 mm anuales, los cultivos principales son el maíz, frijol arbustivo y trigo. En esta zona los recursos naturales se encuentran gravemente deteriorados, no existe bosque natural ni reciclaje de nutrientes, por lo tanto la producción agrícola es costosa y poco rentable, razón por la cual la migración hacia los cascos urbanos es muy significativa.

2.1.2 Túquerres. El municipio de Tuquerres se encuentra ubicado a 1° 2' 35'' latitud norte y 3° del departamento de Nariño a una distancia de 72 Km., por la carretera de la capital San Juan de Pasto, a 47 Km., de Ipiales, su temperatura promedio es de 11°C y su precipitación es de 1227.5 mm. Se encuentra ubicada entre los 1000 y 4000 msnm., con dos periodos de lluvias bien definidas la una de Febrero a Abril y la otra de Octubre a Diciembre, además se presentan heladas en el mes de Julio y Agosto y de Diciembre y Enero.

La vereda Chalitala se encuentra ubicado a 2750 msnm, dista 12 Km. de la cabecera municipal, se caracteriza por tener suelos en un nivel de degradación considerable puesto que han sido sometidos a una preparación mecánica intensiva (tracción a motor) durante muchos años. La mayoría de los habitantes de esta zona tradicionalmente se dedican al cultivo de maíz, trigo y papa, sumada a la actividad alfarera han contribuido al agotamiento de los recursos naturales puesto que utiliza suelo como materia prima para la elaboración de ladrillos y madera en grandes volúmenes para el abastecimiento de los hornos.

2.2 ACTIVIDADES REALIZADAS

2.2.1 Construcciones. En las 2 veredas (Tablón alto y Chalitala) se trabajó con modelos técnicos de composteras, lombriceros y viveros agroforestales.

✍ **Lombriceros.** Los lombriceros se construyeron uno en cada zona, los cuales poseen un tamaño de 8 m de largo por 4 m de ancho, en ellos se empleó los siguientes materiales: plástico calibre 6 (9 x 5 m), 12 guaduas (3 m largo), malla (24 x 2 m), alambre galvanizado (5 kilos), alambre de amarre (1 kilo) y mezcla de construcción; dentro de este espacio se construyeron 4 camas de 1.50 m de ancho por 3 m de largo y 0.50 m de alto, utilizando Cuadros que previamente han sido forradas con plástico negro, además se empleó guaduas de 90 cm como postes. (Anexo 1)

Para el sustrato de las camas se utilizó estiércol seco, residuos de cosecha en descomposición y fosforita Huila, en relación 10-5-1 respectivamente, el cual se tapo con un plástico durante 15 días volteándolo cada 2 días. Posteriormente el sustrato se llevó a las camas para la siembra de las lombrices (2 kg./cama). El alimento para las lombrices se preparó a partir de estiércol fresco, fosforita Huila y agua en relación 10-1-10 respectivamente, esta mezcla se distribuye en las camas a modo de hileras cada 8 días durante 8 meses tiempo aproximado para la maduración del lombricompuesto.

La evaluación de los lombriceros se realizó teniendo en cuenta la producción en kilogramos de lombricompuesto al cabo de ocho meses. Para lo anterior fue necesario los siguientes pasos:

- ? Se dejó de alimentar a las lombrices por un periodo de 15 días.
- ? Al cabo de este tiempo se depositó alimento para la lombriz en un extremo de cada cama, con el fin de que éstas se agrupen en un punto determinado.
- ? Se recolecto el lombricompuesto restante, con cuidado de no afectar las lombrices agrupadas.
- ? El material recolectado se pesó en empaques con capacidad de cincuenta kilogramos.
- ? El lombricompuesto se lo utilizó como fertilizante en los ensayos y en la elaboración de un abono orgánico más complejo.

✍ **Viveros.** Los viveros agroforestales se construyeron en las veredas anteriormente mencionadas. Se elaboraron con una dimensión de 8 x 8 m, para este modelo se utilizó los siguientes materiales: polisombra 65% (8 m), malla (32 x 2 m), guadua (17 de 3 m), mezcla de construcción, alambre galvanizado (2 Kg). (Anexo 2).

Dentro del vivero se demarcaron áreas de germinación y crecimiento utilizando bolsas de un kilo para los semilleros y de libra para el transplante de los árboles a producir.

Para el sustrato de los semilleros se utilizó arena, tierra cernida y lombricompost o abono orgánico en relación 1-2-1. El vivero se dividió en dos partes, una para semilleros cubierta con polisombra y la otra para el desarrollo de las plántulas hasta el momento de llevarlas a campo.

✍ **Propagación de las especies.** Las especies se propagaron por vía sexual y asexual

? **Vía sexual.** Los Eucaliptos *E. viminalis* y *E. grandis* se propagaron, espolvoreando en los semilleros (50 bolsas de 1 kg.) la cantidad de semilla que alcance en tres dedos.

Para las semillas de la Acacias, *A. melanoxylon*, *A. decurrens*, *A. mearnsii* y *A. baileyana* se les realizó un tratamiento pregerminativo con agua caliente durante 10 minutos, posteriormente se depositó 20 semillas por bolsa. (se realizaron 250 semilleros entre los dos viveros)

A las dos especies del género *Senna*, *S. viarum* y *S. pistaciifolia* se les realizó el mismo tratamiento que a las acacias, se sembró 20 semillas por bolsa (se utilizaron 50 bolsas de un Kg.)

A *Tecoma stans* no se le realizó ningún tratamiento pregerminativo, para esta especie se realizaron 35 semilleros con 20 semillas por bolsa.

Ambrosia sp, *Baccharia sp* y *Cedrela sp* se propagaron a manera de brinjal (20 cm de altura), depositando un individuo por bolsa de 1 libra, necesitando para estas especies un total de 450 bolsas

Con *Erythrina edulis* se utilizaron 21 bolsas para semillero, colocando 2 semillas en cada una de ellas.

? **Vía asexual.** Carica pentágona y *Tithonia diversifolia* se propagaron utilizando estacas de 30 cm de longitud, provenientes de ramas terciarias y dentro de esta de la parte media basal de la rama, obtenidas de plantas madres con buenas características fisiológicas y fitosanitarias. Se necesitó un semillero de 650 bolsas de una libra.

La forma de evaluar el funcionamiento del vivero se hizo llevando registros periódicos de producción del material vegetal del vivero, además se evaluó el porcentaje de germinación de las especies utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{NSG}}{\text{NSS}} \times 100$$

NSG = Número de semillas o estacas germinadas y/o rebrotadas

NSS = Número de semillas y/o estacas sembradas

Al final se estimó la producción del vivero en un año. Las especies del vivero fueron utilizadas en la implementación de los modelos estipulados en este proyecto.

2.3 CONSERVACION DE SUELOS

2.3.1 Barreras vivas. Este modelo se implantó en la vereda Tablón alto (Mpio de Iles), para el cual se utilizó un área que comprende 27 m de largo, y de 18 m de ancho, este valor fue determinado según la Cuadro de pendientes (Cuadro 1), dando como resultado un terreno con una pendiente entre 30 – 40 %. Por consiguiente la distancia entre curva es de 6 m. La elaboración de la barrera se la realizó con el agronivel o nivel en A.

Para la instalación de este modelo se utilizó 4 especies vegetales: pasto King grass *Pennisetum hybridum*, Alfalfa *Medicago sativa*, Botón de oro *Tithonia diversifolia* y pasto Brasileiro *Phalaris sp.* Por cada especie se realizaron 4 barreras, las cuales se sembraron a una distancia entre planta de 0.50 m para la Alfalfa y 0.75 m para las demás especies a utilizar. Cada barrera tuvo 6 m de largo sobre la curva a nivel por cada especie. (Anexo 3)

Cuadro 1. Cuadro de pendientes para determinar la distancia entre curvas a nivel.

% de pendiente (agronivel)	Distancia entre curva (m)
5 – 10	20
10 – 15	15
15 – 20	10
20 – 30	8
30 – 40	6
40 – 50	5

Las variables evaluadas en este modelo fueron porcentaje de sobrevivencia, altura y peso. Se analizaron utilizando la Cuadro de distribución de frecuencia con el objetivo de determinar el comportamiento inicial durante los seis primeros meses más no la capacidad de retención de suelo por parte de estas especies.

? **Porcentaje de sobrevivencia.** Para esta variable se tomó lecturas cada 15 días, replantando en aquellos donde los individuos hayan muerto.

? **Altura.** Después de la instalación en campo se realizaron cuatro evaluaciones, con un intervalo de 45 días y en cada una de ellas se evaluaron 7 plantas para *P. hybridum*, *Phalaris sp.* y *T. diversifolia* por cada barrera. Para *M. sativa* el total de plantas evaluadas fue de 11 plantas por cada barrera. La medición de altura de los pastos se efectuó con una cinta métrica, tomando la distancia comprendida entre el piso y la base de la última hoja formada completamente. Para *T. diversifolia* el cálculo de este dato se hizo tomando la distancia comprendida entre el piso y la yema apical.

? **Peso.** De la misma manera que la altura se tomaron cuatro evaluaciones con un intervalo de 45 días, utilizando una balanza para determinar el peso en verde de las especies utilizadas. Después de cada corte toda la fitomasa se colocó sobre las barreras para que sirva como obstáculo y ayudar a la retención de suelo.

Para el mantenimiento de las barreras vivas se realizaron labores de plateo cada vez que se evaluaba el modelo; se fertilizó con 1 Kg de abono orgánico y se controló químicamente algunas plagas defoliadoras con Clorpirifos 30 cc por bomba de 20 lts.

2.4 RECUPERACION DE SUELOS

2.4.1 Subsolador biológico. Se realizó en la vereda Chalitala (Túquerres), el subsolador biológico es una práctica de recuperación de suelos compactados en la cual se siembran especies de rápido crecimiento y un sistema radical profundo para optimizar las condiciones del suelo, junto con el agricultor se determinó utilizar las siguientes especies: Chilca *Baccharia sp.*, Marco *Ambrosia sp.* y Botón de Oro *Tithonia diversifolia*. Las cuales fueron dispuestas en el espacio a 1 x 1 m entre planta. Para este modelo se utilizó un lote de 4 x 4 m para cada especie nombrada. (Anexo 4)

Para la instalación de este modelo se realizó un ahoyado de 40 cm de ancho, 40 cm de largo y 50 cm de profundidad; en el momento de la siembra se adicionó 3 Kg. de abono orgánico y se le realizaron labores de mantenimiento tales como riego y plateo durante los primeros meses hasta su total adaptación.

La evaluación de este modelo se realizó teniendo en cuenta el comportamiento inicial de las especies, sin embargo por el corto periodo de permanencia en campo, no se evaluó el efecto de rompimiento del suelo por parte de las raíces.

Las variables analizadas son las siguientes:

? **Porcentaje de sobrevivencia.** El porcentaje de sobrevivencia se lo estimó durante dos meses a partir de la instalación en campo. Para lo anterior se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{\text{NPV}}{\text{NPS}} \times 100$$

NPV = Número de plantas vivas

NPS = Número de plantas sembradas

? **Peso.** Para esta variable se realizaron 4 mediciones, con una frecuencia de corte de 45 días. en cada una de ellas se evaluaron 9 plantas centrales por especie realizando un corte a una altura de 10 cm del suelo y la fitomasa obtenida se pesó en una balanza, este material se lo incorporó al suelo para contribuir a mejorar el contenido de materia orgánica en el área del subsolador. Los resultados se analizaron con la Cuadro de distribución de frecuencia.

2.4.2 Zanjas de alta fertilidad. Este ensayo fue realizado en la vereda de Tablón alto (Mpio de Iles) en el cual se establecieron 6 zanjas de alta fertilidad, las cuales median 40 cm de profundidad, 40 cm de ancho y 10 m de largo, la distancia entre zanjas fue de un metro. A cada zanja se adicionó residuos de cosecha de trigo en proceso de descomposición, caldo microbial y se tapó con tierra a manera de capas. Posteriormente a los 45 días se sembró *Vicia sativa* a manera de chorrillo sobre las zanjas de alta fertilidad (5 x 10 m) y de igual manea en otro lote adyacente sin realizar las zanjas el cual se utilizó como testigo (5 x 10 m), solo se sembró la *Vicia sativa*. (Anexo 5)

Para evaluar el efecto de este modelo sobre el comportamiento de *Vicia sativa* se utilizó la prueba de "T" para las siguientes variables:

? **Altura.** Esta variable se obtuvo utilizando la cinta métrica, tomando la distancia comprendida entre el cuello de la raíz y la yema apical de cada planta.

? **Profundidad radical.** Para determinar esta variable se extrajo cuidadosamente las plantas con el fin de no causar daño y sacar la raíz principal en su totalidad. Posteriormente se eliminó el exceso de tierra y se procedió a determinar la distancia entre el cuello de la raíz y la cofia.

? **Biomasa aérea.** Utilizando una balanza se pesó la totalidad del follaje, exceptuando el sistema radical.

Por zanja de alta fertilidad y por surco del testigo se identifico tres puntos, cada uno de un metro con el fin de determinar las tres variables anteriores en 10 plantas por metro, en el momento en que se encuentren en estado de floración.

2.4.3 Reforestación recuperadora. Para establecer este modelo en la zona de Iles se necesitó un lote de 36 m de longitud, la distancia vertical la determinó la pendiente, (6 m al compararla con el Cuadro 1). Se trazaron tres curvas a nivel,

en cada una se sembraron 18 metros de árboles de Quillotocto *Tecoma stans* y 15 metros de Alcaparro Gigante *Senna viarum*, intercalando la especie cada cinco metros; la distancia entre plantas fue de 1 m. (Anexo 6)

La evaluación de este modelo se llevó a cabo a los 90 días de haber instalado las especies en campo mediante la medición de tres variables y así determinar el comportamiento inicial de las especies. Sin embargo no se evaluó el efecto de los árboles sobre la fertilidad de los suelos debido a que ello se puede apreciar después de un periodo de tiempo más extenso.

? **Porcentaje de sobrevivencia.** Esta variable se midió durante tres meses a partir de la instalación en campo mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{\text{NPV}}{\text{NPS}} \times 100$$

NPV = Número de plantas vivas

NPS = Número de plantas sembradas

? **Altura.** Para esta variable se utilizó una cinta métrica con el fin de determinar la distancia comprendida entre el cuello de la raíz y la yema apical de todos los individuos de las dos especies.

? **Numero de hojas.** Para determinar esta variable se contabilizó el numero total de hojas que se encontraran en cada árbol. Lo anterior con el fin de establecer un parámetro inicial que permita identificar cual de las dos especies involucradas en el ensayo aporta mayor cantidad de follaje verde.

Las variables altura, número de ramas y número de hojas se analizaron con el Cuadro de distribución de frecuencia.

2.5 REFORESTACION PRODUCTORA

Este modelo se estableció en la vereda de Chalitala, municipio de Túquerres, para su realización se utilizo árboles que se obtuvieron del vivero construido en la misma zona. Las especies de estudio se sembraron con técnicas silviculturales adecuadas tales como ahoyado previo, abonamiento con 2 Kg. de abono orgánico en el momento de la siembra y control de plagas defoliadoras con Clorpirifos en dosis de 30 cc por bomba de 20 lts. El modelo se instaló con el fin de obtener madera para solventar en un futuro las necesidades dendroenergéticas del agricultor puesto que su principal fuente de trabajo son las ladrilleras. Las especies elegidas en previo acuerdo con el agricultor fueron: *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus grandis* y *Acacia melanoxylon* que posteriormente se sembraron a manera de grupos o rodales.

Para este modelo se utilizó un área aproximada de 1296 metros cuadrados con un total de 324 árboles dispuestos en 3 bloques. Los bloques contienen 3 parcelas en donde cada una de ellas corresponde a una de las especies en estudio. Cada parcela contiene 36 árboles establecidos a una distancia de 2 x 2 m. (Anexo 7)

En la evaluación de este modelo se escogieron 16 árboles del centro de la parcela con el fin de analizar el comportamiento de altura en las especies durante los tres primeros meses de permanecer en campo. Para ello se utilizó el Cuadro de distribución de frecuencia.

Otro parámetro que se tuvo en cuenta en esta investigación fue el porcentaje de sobrevivencia en campo tomando lecturas durante los dos primeros meses a partir de su establecimiento.

2.6 DIFUSION DE LOS MODELOS AGROECOLOGICOS Y AGROFORESTALES

La metodología utilizada para realizar la difusión inicio con:

2.6.1 Visitas a campo. Esta actividad se realizó con el fin de identificar a los agricultores líderes de cada zona y personas interesadas en participar en las actividades planteadas en este proyecto. (Figura 22).

Se visitó el predio de los agricultores interesados y se realizó una entrevista informal con el objetivo de explorar el grado de interés y compromiso de los agricultores con las temáticas que plantea esta investigación. Los criterios que se tuvieron en cuenta se nombran a continuación:

- ? Sensibilidad para adoptar nuevas metodologías de manejo y uso de los recursos naturales.
- ? La finca demostrativa debe pertenecer a un agricultor que tenga buena empatía con los demás miembros de la comunidad.
- ? Disponibilidad de área suficiente dentro de la finca para la instalación de los modelos.
- ? La finca debe tener fácil acceso vial para realizar posteriores visitas con personas interesadas en conocer las propuestas.
- ? Las áreas en donde se instalarán los modelos deben contar con facilidades para realizar un manejo adecuado de los ensayos tales como riego, limpieza, control fitosanitario, disponibilidad de mano de obra, herramientas y seguridad.

2.6.2 Reuniones. Se efectuaron con el objetivo de socializar el proyecto a la comunidad como primera fase dentro de esta actividad. Otras reuniones se efectuaron con el propósito de elegir a agricultores interesados en implantar estas metodologías dentro de sus fincas y que posteriormente sirvan como modelo para mostrar a la comunidad de cada zona. (Figura 23).

La convocatoria para las reuniones se hizo a través de invitaciones personales y realizándolas en un sitio de fácil acceso para todos los asistentes. Al final de las sesiones se llevó control de asistencia con el fin de establecer un registro de las personas que acudían a recibir la información de este proyecto. Este registro se utilizó como base para tomar las decisiones respectivas para realizar las visitas a campo. (Anexo 8)

Las reuniones se llevaron a cabo con una estructura definida:

- ? Comunicación del orden del día
- ? Propuesta y discusión de la temática.
- ? Al final de la reunión se procedió a la identificación de conclusiones que permitieron avanzar en el desarrollo de la investigación.

2.6.3 Capacitaciones. Se efectuaron para que el agricultor adquiera y comparta nuevos conocimientos; en estas actividades se propusieron temas concernientes al proyecto a realizar y además algunos temas de interés elegidos por el mismo agricultor.

Los temas de capacitación expuestos en este trabajo se enfocaron en conservación y recuperación de suelos, elaboración de abonos orgánicos, sistemas agroforestales, construcción y manejo de viveros y lombriceros. Como iniciativa de los agricultores se eligió temas relacionados con manejo integrado de plagas y organización comunitaria.

Para desarrollar estas capacitaciones se utilizó el método demostrativo, el cual consiste en explicar paso a paso la metodología mientras que el expositor junto con los asistentes realizan simultáneamente la práctica del tema expuesto.

Complementando a lo anterior se realizaron días de campo en donde se explicó los avances de la investigación. A estos eventos se invitó a agricultores de la misma región, así como también a otros provenientes de veredas y municipios vecinos.

En estas actividades se procedió a dividir la totalidad de los asistentes en grupos relativamente pequeños, con el fin de facilitar el aprendizaje. Cada grupo visitaba una estación en donde se explicaba un tema en especial, los grupos se rotaban por

todas las estaciones de tal manera que permitía a los participantes escuchar la totalidad de exposiciones programadas para ese día.

Para una mejor comprensión de los temas se reforzó el conocimiento con la entrega de un boletín divulgativo. (Figura23)

En las capacitaciones al igual que en las reuniones y días de campo se llevó un registro, que se utilizó para estimar el grado de aceptación e interés por parte de los agricultores hacia la temática expuesta en esta investigación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONSTRUCCIONES

3.1.1 Producción y porcentaje de germinación en los viveros. Estas construcciones fueron creadas pensando en que su permanencia en la zona sea duradera y que sus beneficios sean constantes. La evaluación de los viveros se realizó a partir de la cantidad total de plantas producidas en ellos durante la duración del proyecto.

Los resultados se observan en los siguientes cuadros:

Cuadro 2. Especies propagadas durante un año en el vivero de Iles.

Especie	No. de plantas propagadas	% de germinación o prendimiento	Usos
<i>Acacia melanoxylon</i>	1100	67	Maderable, barrera rompevientos, forraje
<i>Senna pistaciifolia</i>	200	67	Protector, cerca viva
<i>Senna viarum</i>	210	63	Recuperador, abono verde
<i>Tecoma stans</i>	300	68	Ornamental, forraje, abono verde, recuperador
<i>Acacia decurrens</i>	280	63	Cerca viva, forraje, control de erosión
<i>Cedrela montana</i>	30	70	Maderable
<i>Carica pentágona</i>	190	82	Frutal
<i>Acacia mearnsii</i>	250	61	Ornamental, taninos, leña, control erosión
<i>Acacia baileyana</i>	50	53	Ornamental
<i>Tithonia diversifolia</i>	200	86	Ornamental, forrajera, abono verde
<i>Erythrina edulis</i>	30	71	Forraje, ornamental
Producción total	2840		

Cuadro 3. Especies propagadas durante un año en el vivero de Tuquerres.

Especie	No. de plantas propagadas	% de germinación o prendimiento	Usos
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1200	----	Maderable
<i>Eucalyptus grandis</i>	1000	----	Maderable
<i>Acacia melanoxylon</i>	1400	68	Maderable, barrera rompevientos, forraje
<i>Senna pistaciifolia</i>	100	60	Protector, cerca viva
<i>Senna viarum</i>	100	55	Recuperador, abono verde
<i>Tecoma stans</i>	180	68	Ornamental, forraje, abono verde
<i>Cedrela montana</i>	50	70	Maderable
<i>Ambrosia sp</i>	100	89	Recuperador, medicinal
<i>Baccharia sp</i>	200	83	Leña, subsolador, medicinal, forrajera.
<i>Tithonia diversifolia</i>	140	80	Ornamental, forrajera, abono verde
Producción total	4470		

La producción total de los dos viveros fue de 7310 plantas siendo suficiente para satisfacer los requerimientos de los modelos, las expectativas de los agricultores y aumentar la biodiversidad de las zonas en estudio. Parte del material propagado se entregó a los participantes que asistieron a los días de campo y que mostraron interés en implantar éstas especies en sus fincas. El seguimiento del material vegetal se llevó a cabo en cada modelo establecido.

SEMICOL afirma que: "Los porcentajes de germinación obtenidos en la presente investigación coinciden con datos propuestos por SEMILLAS COLOMBIANAS LIMITADA (SEMICOL) quienes para *Acacia melanoxylon*, *A. baileyana*, *A. mearnsii* y *A. decurrens* mencionan valores comprendidos entre el 50 - 75% utilizando un tratamiento pregerminativo"⁸⁹

Esta misma entidad reporta porcentajes de germinación para *Tecoma stans* de 50 - 70 %, para *Senna viarum* y *S. pistaciifolia* se encuentran entre 50 - 80 %, el porcentaje de *Solanum quitoense* de 50 - 75 % y de *Erythrina edulis* del 50 - 80%.⁹⁰

89 SEMILLAS COLOMBIANAS LIMITADA SEMICOL. Tienda agroforestal. Cartilla divulgativa. Bogotá : SEMICOL, 2003. p. 5- 8.

90 Ibid., p.5- 8.

Con respecto a los porcentajes de prendimiento por vía asexual, los datos encontrados en esta investigación fueron los siguientes:

Para las especies propagadas por estacas como *Tithonia diversifolia* se encontró un porcentaje del 80%, el cual indica que este arbusto presenta un prendimiento muy favorable por esta vía para los fines u objetivos que se planteen con ella.

Otra especie propagada por estacas fue *Carica pentágona* la cual presentó un 82% de prendimiento, una buena característica teniendo en cuenta que esta especie es un híbrido que carece de semillas viables para reproducirse.

En cuanto a prendimiento las especies propagadas por brinzales presentaron las siguientes características:

Cedrela montana mostró un 70 % valor semejante al encontrado al de propagación por semilla puesto que SEMICOL⁹¹ reporta para esta especie un 60 – 90 % de germinación, lo cual indica que esta especie da buenos resultados al propagarla por cualquiera de los dos métodos. Para *Baccharia sp.* y *Ambrosia sp.* Los porcentajes fueron de 83 y 89% respectivamente, esto se debe a que estas especies por ser nativas y rústicas son de fácil adaptación.

3.1.2 Producción de lombricompuesto. Los resultados encontrados en esta investigación se puede observar en el cuadro número 4.

Cuadro 4. Producción de lombricompuesto en Kilogramos por ciclo (ocho meses).

ZONAS	PRODUCCION KG/CICLO
CHALITALA	800
TABLON ALTO	700

La producción total del lombricompuesto de las dos zonas fue de 1.500 Kg procedentes de 2500 Kg de sustrato base. Esta práctica se convirtió en una buena alternativa para el agricultor ya que anteriormente las heces de los ganados las dejaba descomponer naturalmente sin manejo alguno, ocasionando problemas fitosanitarios a los cultivos por la proliferación de insectos y hongos, además ocasionaba olores desagradables en la finca. Con la construcción de los lombriceros se logró solucionar estos inconvenientes y utilizar organizada y eficientemente los subproductos orgánicos de su unidad productiva.

Por otra parte se produjo un ahorro en la adquisición de fertilizantes, puesto que un bulto de abono orgánico comercial cuesta entre \$15.000 - \$20.000. La

91 Ibid., p. 5– 8.

producción del lombricompuesto en la finca al agricultor le cuesta el estiércol del ganado, su mano de obra y dos bultos de fosforita Huila, que suman aproximadamente \$80.000 para producir una tonelada, Es decir el agricultor se estaría ahorrando de 220.000 a 320.000 pesos/Ton. Además hay que tener en cuenta que lo más costoso es la mano de obra, que el mismo agricultor la proporciona y muchas veces prefiere colocar su trabajo que pagar directamente con dinero en efectivo.

El lombricompuesto fue utilizado para fertilizar las plantas al usarlo como abono edáfico (2 Kg./planta) y como abono foliar el cual se obtiene disolviendo en agua (20Kg de lombricompuesto/caneca de 65 litros), añadiendo ceniza (2 Kg.), agua oxigenada (50cc) y sulfato de magnesio (1Kg), utilizando un litro de la mezcla fermentada por bomba de 20 litros.

La fertilización con lombricompuesto produjo buenos resultados en el comportamiento de las plantas puesto que en épocas difíciles no sufrieron efectos negativos marcados en su desarrollo, ya que el abono permitió mitigar efectos adversos debido al exceso de agua o veranos intensos. Por otra parte “el abono orgánico tiene una alta capacidad de intercambio catiónico además produce un efecto amortiguante que permite almacenar humedad y liberarla lentamente”.⁹².

Todo lo anterior permitió que las plantas utilizadas para los ensayos de esta investigación y que se fertilizaron con el lombricompuesto tuvieran una buena respuesta fisiológica que se manifestó en su follaje y altura.

3.2. CONSERVACION DE SUELOS

3.2.1 Evaluación barreras vivas. La evaluación de las barreras vivas se la realizó en 4 evaluaciones, cada 45 días después de instaladas en campo; donde se observó el comportamiento en cuanto a altura y peso durante este tiempo. Este ensayo no se evaluó con el fin de establecer que especie fue aquella que más suelo retuvo sino que se analizó el comportamiento en los seis meses de permanecer en campo.

✍️ Altura

? **Medicago sativa.** En el Cuadro 5 aparecen los datos iniciales de altura de esta especie forrajera evaluados cada 45 días después de la siembra.

92 CONVENIO CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Op.cit.,p. 25

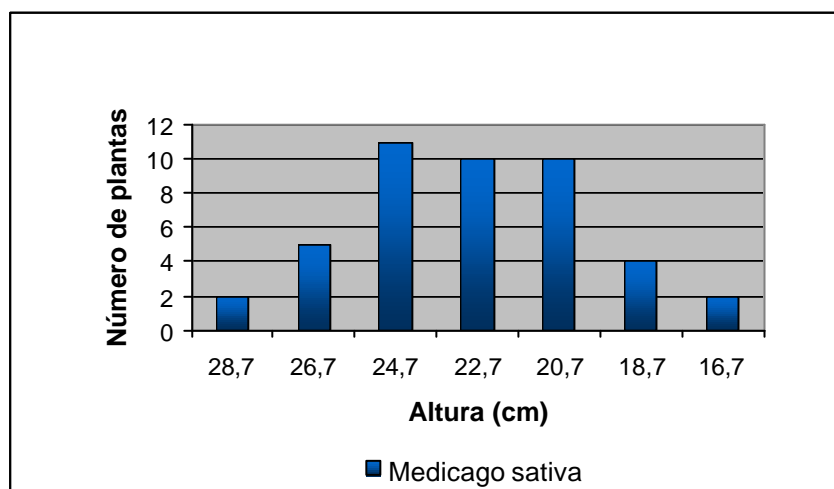
Cuadro 5. Altura promedio en centímetros durante 180 días, generada por *Medicago sativa* en el municipio de Iles.

Evaluación	Altura cm/corte
45 días	22.1
90 días	24.9
135 días	20.4
180 días	23.6

Los datos analizados mediante el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 9) muestran que existe un 70.4% de probabilidad de encontrar plantas de *M. sativa* que tengan una altura que oscila entre 20.7 cm. y 24.7 cm. Esto quiere decir que 31 plantas de las 44 evaluadas tienen un promedio de altura por corte de 22.7/cm. De acuerdo con ello se puede decir que el crecimiento de alfalfa en la vereda Tablón Alto (Municipio de Iles) fue acorde con sus posibilidades genéticas ya que Gohl, B. describe a esta especie como una “planta perenne que crece entre 20 y 40 cm. en condiciones de suelos fértiles y bien drenados”⁹³.

Igualmente se puede apreciar que existe un 15.9% de probabilidad de encontrar plantas con alturas superiores a los 26 cm.; por el contrario existe un porcentaje de 13.7% de encontrar plantas inferiores a 20 cm. Lo anterior se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Altura en centímetros de *Medicago sativa*, evaluada durante 180 días en el municipio de Iles.



93 GOHL, Bo. Op.cit., p. 550

? ***Tithonia diversifolia***. En el Cuadro 6 se encuentran los datos iniciales de altura en botón de oro, obtenidos cada 45 días después de la siembra.

Cuadro 6. Altura promedio en centímetros de *Tithonia diversifolia* cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.

Evaluación	Altura cm/corte
45 días	63.6
90 días	57.5
135 días	63.9
180 días	80.3

La variable altura analizada con el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 10) indica que existe un 53.5% de probabilidad de encontrar plantas de *T. diversifolia* que tengan una altura entre 64.2 cm y 82.2 cm. Además se puede observar un 14.2% de probabilidad de encontrar plantas de botón de oro con una altura inferior a 50 cm.

Estos datos muestran que el comportamiento de esta especie en la vereda Tablón Alto es bueno si se compara con lo descrito por Ríos, C.⁹⁴ quién encontró que “*T. diversifolia* a los 49 días después de la siembra alcanza una altura entre 44 a 48.5 cm, sembrado a 1.5m x 1m”. Dentro de la investigación se encontró resultados superiores a 60 cm (Cuadro 2) con una densidad de 0.75 m, posiblemente esto se deba a lo expresado por Ríos y Salazar, donde afirman que “*Tithonia diversifolia* sembrada a densidades altas genera una competencia mas marcada entre plantas por luz provocando una mayor elongación en los tallos y repercutiendo el desarrollo de las mismas”⁹⁵.

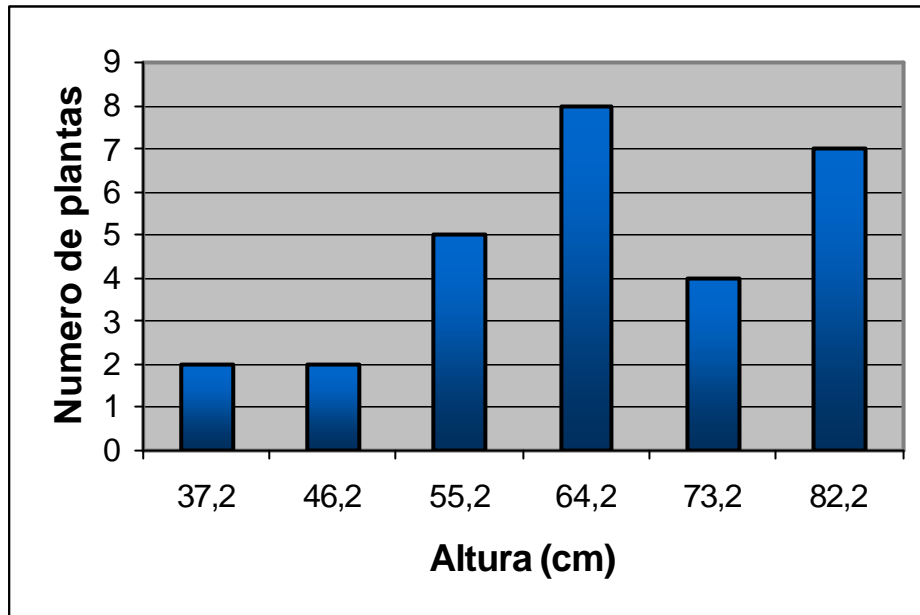
Además esta planta es de fácil adaptación el CIPAV menciona que “En Colombia esta planta crece desde el nivel del mar (30°C) hasta 2500 msnm (10°C) y precipitaciones de 500 – 5000 mm/año y en distintos tipos de suelo, de neutros a ácidos desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes”⁹⁶

94 RIOS, Clara. Op.Cit., p. 6-9.

95 RIOS, Clara Y SALAZAR, Amparo. Op.Cit., 2003

96 CIPAV. Op.Cit., p. 41

Figura 2. Altura en centímetros de *Tithonia diversifolia*, estimada durante 180 días en el municipio de Iles.



? *Phalaris sp.* En el Cuadro 7 se encuentran los datos preliminares de altura en pasto Brasileiro, obtenidos cada 45 días durante 6 meses.

Cuadro 7. Altura promedio en centímetros de *Phalaris sp.* generada cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.

Evaluación	Altura cm/corte
45 días	73.9
90 días	68.6
135 días	69.9
180 días	55.4

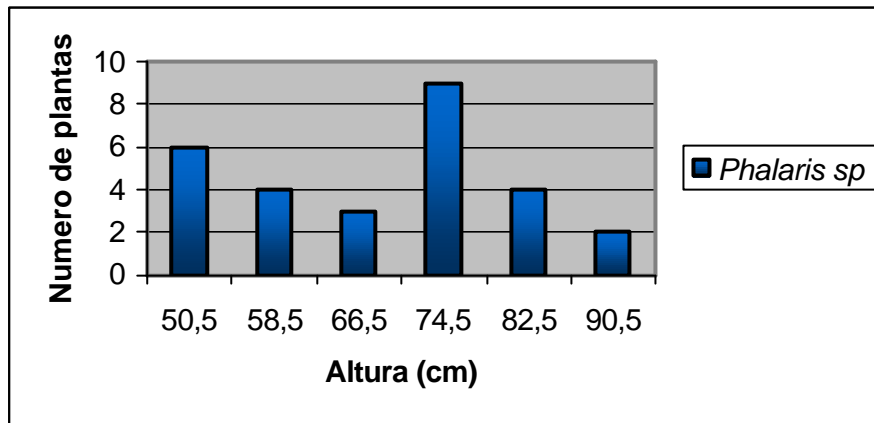
La altura de pasto Brasileiro se analizó con el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 11) obteniendo una probabilidad de 53.6% de encontrar plantas de *Phalaris sp.*, que posean una altura entre 74.5 cm. y 90.5 cm. A su vez se puede observar un 46.4 % de probabilidad de encontrar plantas de *Phalaris sp* con una altura promedio de 58.5 cm. por corte cada 45 días. Este comportamiento se puede observar en la figura 3.

Dentro del estudio se observó que los datos obtenidos en altura no fueron los esperados puesto que la planta no expresó su potencial genético frente a la altura porque según el CENIAP “esta especie alcanza una altura de 3 metros cada 4

meses en condiciones de suelos fértiles”⁹⁷ razón por la cual esta especie no logra un desarrollo esperado debido a que en la zona de estudio las condiciones de fertilidad y propiedades físicas del suelo no son las mejores para un comportamiento adecuado de esta planta.

Además esta planta es de fácil adaptación el CIPAV menciona que “En Colombia esta planta crece desde el nivel del mar (30°C) hasta 2500 msnm (10°C) y precipitaciones de 500 – 5000 mm/año y en distintos tipos de suelo, de neutros a ácidos desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes”⁹⁸

Figura 3. Altura en centímetros de *Phalaris sp.* cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Iles.



? ***Pennisetum hybridum.*** En el Cuadro 8 aparecen los datos iniciales en altura de este pasto evaluado cada 45 días durante 6 meses.

Cuadro 8. Altura promedio en centímetros durante 6 meses, encontrada en *Pennisetum hybridum* en el municipio de Iles.

Evaluación	Altura cm/corte
45 días	84.8
90 días	68.8
135 días	76.4
180 días	84.3

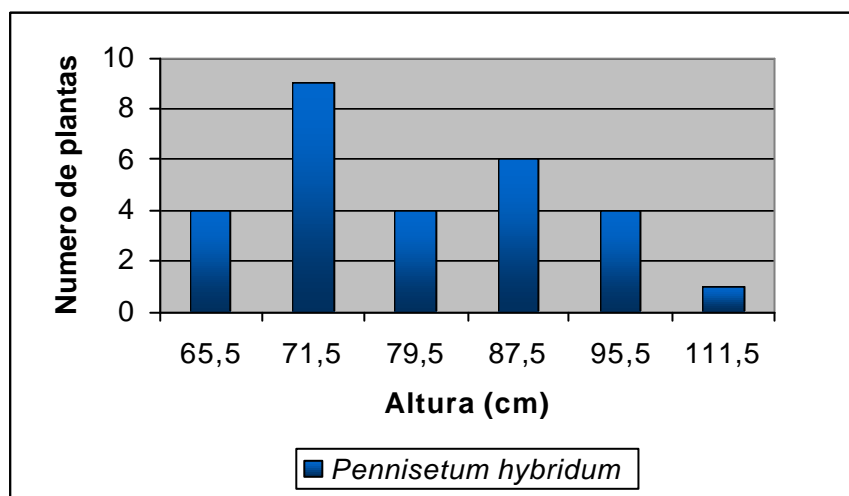
97 CNEIAP. Op.cit., 2004.

98 CIPAV. Op.cit., p. 41

Los datos valorados a través del Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 12) indican que existe un 67.7% de probabilidad de encontrar plantas de *P. hybridum* que presenten una altura entre 71.5 cm y 87.5 cm. Esto muestra que de 28 plantas evaluadas 19 tienen un promedio de altura por corte de 79.5 cm. De acuerdo con ello se puede decir que el comportamiento de esta especie fue aceptable en la vereda Tablón Alto (Municipio de Iles), puesto que esta planta puede comportarse positivamente porque según Mila, A. describe a *P. hybridum* “Como una especie forrajera de crecimiento erecto, de fácil adaptación a condiciones ecológicas diversas de Colombia, especialmente en suelos de baja fertilidad natural, con excelente tolerancia a la sequía”⁹⁹. Lo anterior se puede observar en la figura 4.

El comportamiento inicial de esta especie observado en la vereda Tablón alto, concuerda con los datos encontrados por Arévalo, R. y Del Castillo, E. en un estudio realizado en el municipio de Imues (Zona triguera de Nariño) afirman que “*P. hybridum* se debe cortar cada 45 días cuando se cuente con buena humedad en el suelo. La altura de la planta al momento del corte debe ser de 1.5 a 1.8 metros”¹⁰⁰

Figura 4. Altura en centímetros de *Pennisetum hybridum*, evaluado durante 180 días en el municipio de Iles



99 MILA, Alberto. Op.cit., p. 157.

100 AREVALO, Rosa y DEL CASTILLO, Eric. Op.cit., p. 68 – 69.

✍️ **Peso**

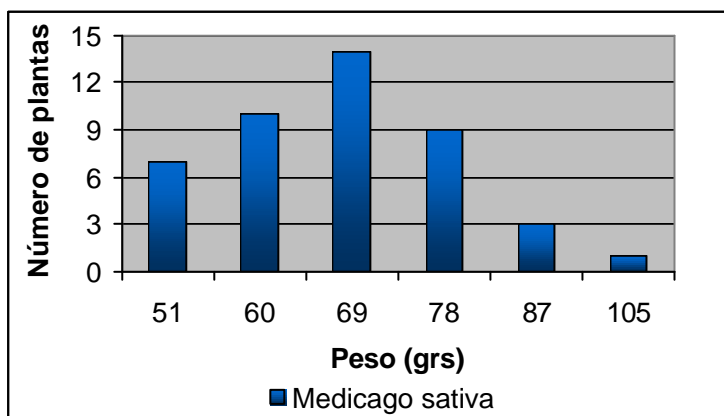
? **Medicago sativa.** En el cuadro 9 aparecen los datos iniciales de peso en alfalfa durante 180 días después de la siembra.

Cuadro 9. Peso promedio en gramos durante 180 días, generada por *Medicago sativa* en el municipio de Iles.

Evaluación	Peso en grs/corte
45 días	68.8
90 días	70.2
135 días	66.3
180 días	66.1

Los datos analizados mediante el cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 13) muestran que dentro del estudio realizado existe un 54.55% de probabilidad (24 plantas) de encontrar individuos de *M. sativa* que tengan un peso que se encuentre entre 60 y 69 grs. Por otro lado existe un 29.6% de encontrar plantas con peso superior a 75 grs. Lo anterior se puede observar en la figura 5. De acuerdo con ello se puede decir que el crecimiento de alfalfa en la vereda Tablón Alto (Municipio de Iles) fue acorde con sus posibilidades genéticas ya que Gohl, B. describe a esta especie como una “planta perenne que crece entre 20 y 40 cm en condiciones de suelos fértiles y bien drenados”¹⁰¹.

Figura 5. Peso en gramos de *Medicago sativa* evaluada durante 180 días en el municipio de Iles.



101 GOHL, Bo. Op.cit., p. 550.

? ***Tithonia diversifolia***. En la Cuadro 7 se encuentran los datos iniciales de peso en botón de oro obtenidos cada 45 días después de la siembra.

Cuadro 10. Peso promedio en gramos de *Tithonia diversifolia* cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.

Evaluación	Altura cm/corte
45 días	516.6
90 días	558.7
135 días	575.6
180 días	706.8

La variable peso analizada con el cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 14) indica que existe un 63.8% de probabilidad de encontrar plantas de *T. diversifolia* que tengan un peso superior a 632 grs. Además se puede observar que 7 plantas (25% de probabilidad) tienen un peso de 338.5 grs/planta/corte. Lo anterior se puede observar en la figura 6.

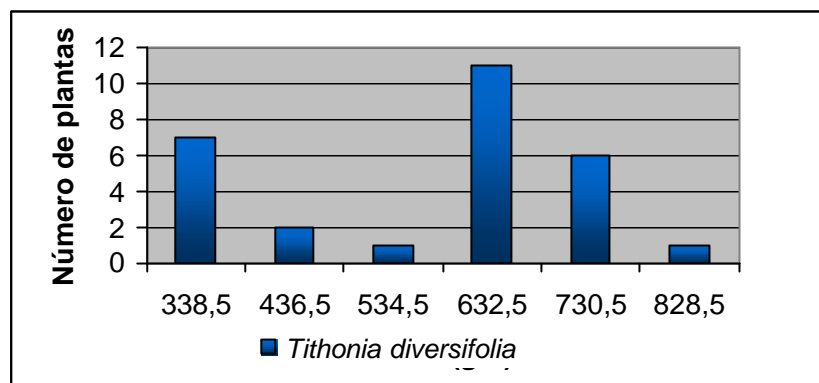
Los resultados encontrados en este estudio son considerablemente buenos si se comparan con los obtenidos con Criollo, C. y Usama, M quienes encontraron “producciones de forraje verde de 254 grs/planta en el municipio de Pasto en el año 2001”.¹⁰² Por otra parte son ligeramente menores a los datos obtenidos por Murgueitio¹⁰³ quién en un estudio realizado en el trópico medio encontró datos de 1160 grs/corte/planta, sin embargo hay que tener en cuenta que los pesos obtenidos en esta investigación proceden del trópico alto, y según el mismo autor “la producción de *T. diversifolia* en el trópico de altura es baja comparada con el rendimiento en el trópico medio y bajo”¹⁰⁴.

102 CRIOLLO, C. y USAMA, M. Op.cit., p.120.

103 MURGUEITIO, Enrique, Et. al. Op.cit., p. 67.

104 Ibid., 67p.

Figura 6. Peso en gramos de *Tithonia diversifolia*, estimado durante 180 días en el municipio de Iles.



? *Phalaris sp.* En el cuadro 11 se encuentran los datos preliminares de peso en pasto Brasileiro, obtenidos cada 45 días durante 6 meses.

Cuadro 11. Peso promedio en gramos de *Phalaris sp* cada 45 días durante seis meses en el municipio de Iles.

Evaluación	Peso grs/corte
45 días	624.8
90 días	576.5
135 días	570.5
180 días	589.4

El peso de pasto Brasileiro se analizó con el cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 15) obteniendo una probabilidad de 32.2% de encontrar plantas de *Phalaris sp.* que posean un peso entre 678.5 grs y 826.5 grs. A su vez se puede observar un 67.8% de probabilidad de encontrar plantas de *Phalaris sp* con un peso inferior a 605 grs/corte/planta. Este comportamiento se puede observar en la figura 7.

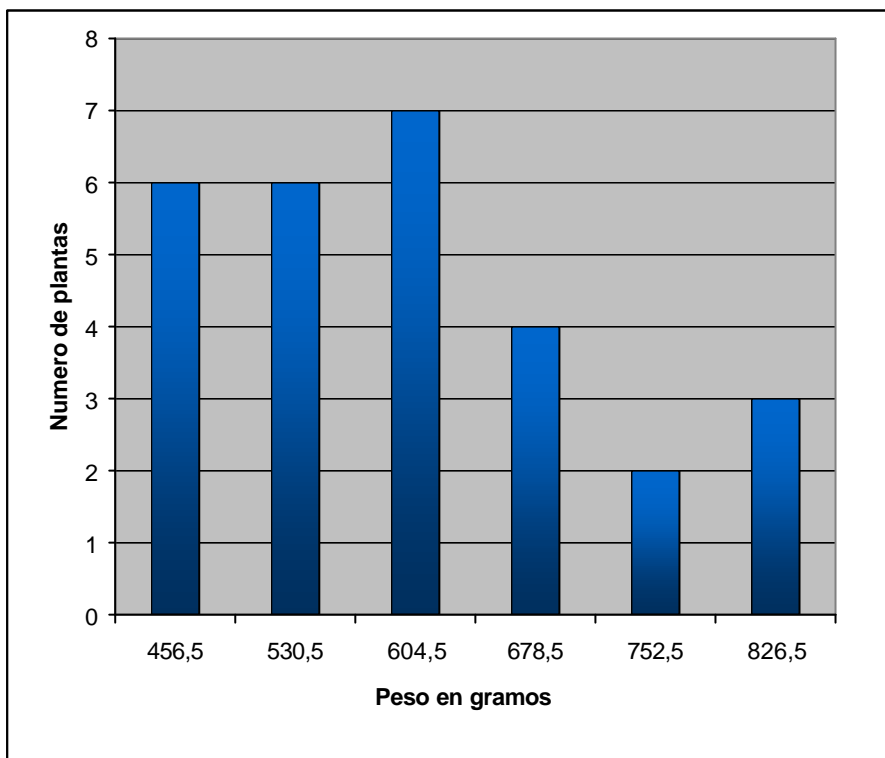
En el presente estudio se obtuvo un peso de 8.7 Ton/corte. Se puede decir que la planta no expresó su potencial genético en la zona, porque según el CENIAP “esta especie produce un promedio de 45 toneladas de materia seca (ms)/ha/año. En tres cortes sin riego y con complementario hasta 60 Ton ms/ha/año”¹⁰⁵.

Por lo cual se puede decir que esta especie no logró el desarrollo esperado, debido a que en la zona de estudio las condiciones de fertilidad y propiedades

105 CENIAP, Op.cit., p 58 .

físicas del suelo no son las mejores para un comportamiento adecuado de esta planta.

Figura 7. Peso en gramos de *Phalaris sp.* generado cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Iles.



? ***Pennisetum hybridum.*** En el Cuadro 12 aparecen los datos iniciales de peso en pasto king grass evaluado cada 45 días durante 6 meses.

Cuadro 12. Peso promedio en gramos durante 6 meses, encontrado en *Pennisetum hybridum* en el municipio de Iles.

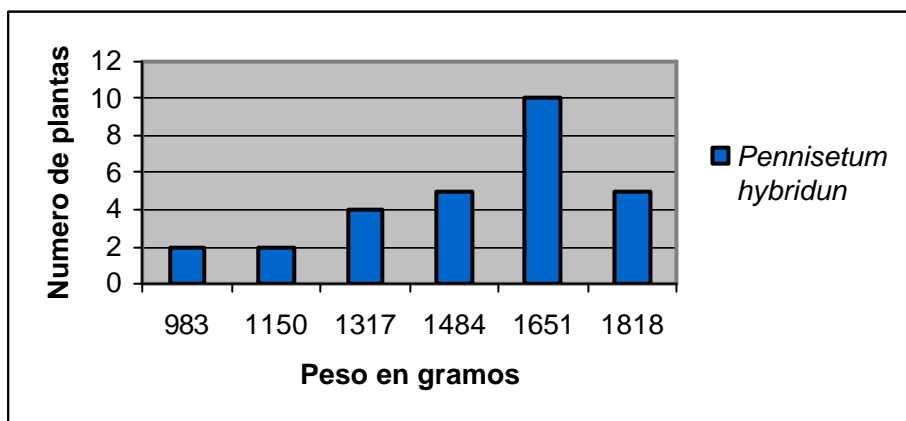
Evaluación	Altura cm/corte
45 días	1598.6
90 días	1237
135 días	1725.1
180 días	1662.1

Los datos valorados a través del cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 16) indican que existe un 71.3% de probabilidad para encontrar plantas de *P. hybridum*, que presenten un peso entre 1484 grs y 1818 grs. Esto muestra que de

28 plantas evaluadas 20 tienen un promedio de peso por corte de 1651 grs. Lo anterior se puede observar en la figura 8. Es decir que se obtuvo una producción de 29.4 Ton/ha/corte, De acuerdo con ello se puede decir que el comportamiento de esta especie en la vereda Tablón Alto (Municipio de Iles), fue aceptable, al comparar la producción con lo expuesto con Bernal, J quien afirma que: “Bajo condiciones favorables de manejo en climas cálidos, produce entre 50-60 Ton/ha de forraje verde cada 45 a 60 días. Se puede lograr 6 a 8 cortes al año con una producción de 60 a 80 Ton/ha/año de forraje seco. La calidad del forraje es relativamente baja (7% de proteína), pero permite suplementación”¹⁰⁶.

Por su parte Arévalo, R y Del Castillo, E en un estudio realizado con esta especie en el municipio de Imues (Nariño) afirma que “*P. hybridum* se debe cortar cada 45 días cuando se cuenta con una buena humedad en el suelo, el corte debe ser a ras del suelo para mantener una buena producción y se puede esperar 15.11 Ton/ha/corte de forraje verde”¹⁰⁷.

Figura 8. Peso en gramos de *Pennisetum hybridum*, evaluado durante 180 días en el municipio de Iles



3.3 RECUPERACION DE SUELOS

3.3.1 Zanjas de alta fertilidad

✍ **Altura.** En el municipio de Iles, *Vicia sativa* desarrolló la siguiente altura: 55.17 cm/planta/con tratamiento, 27.08 cm/planta/testigo. (Cuadro 13).

106 BERNAL, Javier, Op.cit., p 414 - 416

107 AREVALO, Rosa y DEL CASTILLO, ERIC, Op.cit., p 68 - 69

Al realizar la prueba de “T” (Anexo 17) se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la altura encontrada de *V. sativa* en cada tratamiento. Lo anterior se puede observar en la figura 9.

Cuadro 13. Altura en centímetros, generada por *Vicia sativa* en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.

Especie	Altura (cm) con zanja de alta fertilidad	Altura (cm) con labranza convencional
<i>Vicia sativa</i>	55.1 a	27.1 b

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de “T” ($P < 0.05$).

Al comparar los resultados obtenidos mediante prueba de T ($P < 0.05$), se determinó que existen diferencias significativas entre las alturas de *Vicia sativa* 55.1 cm/planta/con tratamiento y 27.1 cm/planta/sin tratamiento. Estadísticamente, la mayor altura de *Vicia sativa* se encontró en donde se realizó las zanjas de alta fertilidad (55.1cm) y la menor altura se presentó en el testigo sin realizar ninguna labor de acondicionamiento (27.1 cm). (Figura 9).

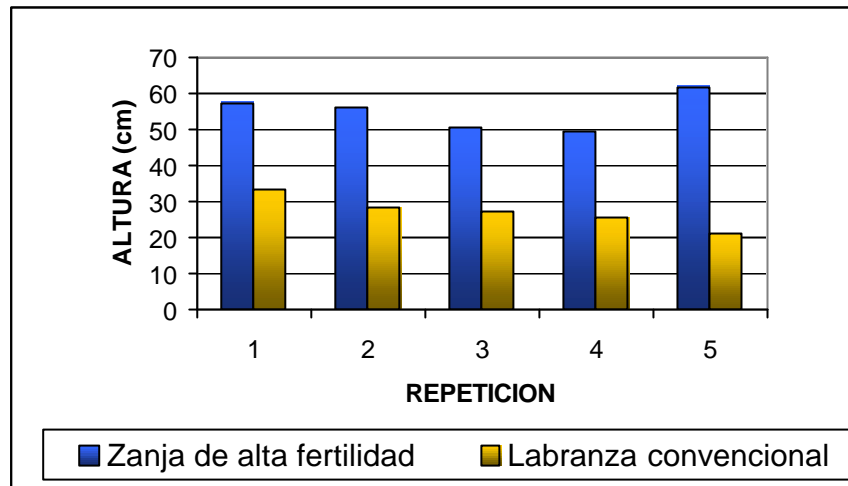
La diferencia anterior ocurrió, probablemente porque el tratamiento en el cual se acondicionó el suelo con la elaboración de la zanja, la incorporación de residuos de cosecha y caldos microbiales, mejoró las oportunidades para que la raíz profundice y absorba mayor cantidad de nutrientes, por consiguiente expresándose en una ganancia de altura. Esto concuerda con lo expresado por Sañudo, B., Ruiz, H. y Legarda, L. cuando afirman que al “remover el suelo dentro de la modalidad de zanjas se presenta una mejor respuesta del cultivo que cuando no se hizo ninguna labor de remoción dentro de estos suelos con alto grado de degradación”¹⁰⁸

Por otra parte Mejía, M. afirma que los caldos microbiales “logran un incremento de la población microbial heterótrofa, una liberación de nutrientes y enzimas, hormonas, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, etc., enriqueciendo relativamente los sustratos orgánicos sólidos en los cuales se aplican, mejorando la disposición de estos elementos para el desarrollo del cultivo (*Vicia sp.*)”¹⁰⁹.

108 SAÑUDO, B., RUIZ, H. Y LEGARDA, L. Op. cit., p. 213 – 218.

109 MEJIA, M. Op.cit., p. 252.

Figura 9. Altura en centímetros, generadas por *Vicia sativa* en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.



✍ **Profundidad radical** En el municipio de Iles, *Vicia sativa* desarrolló la siguiente profundidad radical: 25.1cm/planta/con tratamiento, 13.2 cm/planta/testigo. (Cuadro 14).

Al realizar la prueba de tratamientos apareados (Anexo 18) se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la profundidad radical encontrada de *V. sativa* en cada tratamiento. Lo anterior se puede observar en la figura 10.

Cuadro 14. Profundidad radical en centímetros, generadas por *Vicia sativa* en los tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.

Espece	Profundidad radical (cm) con Zanjas de alta Fertilidad	Profundidad radical (cm) con labranza convencional
<i>Vicia sativa</i>	25.1 a	13.2 b

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de "T" ($P < 0.05$).

Al comparar los resultados obtenidos mediante prueba de "T" ($P < 0.05$), se determinó que existen diferencias significativas entre los datos de profundidad radical de *Vicia sativa*: 25.1cm/planta con tratamiento y 13.2cm/planta sin tratamiento. Estadísticamente, la mayor profundización radical de *Vicia sativa* se encontró en donde se realizó las zanjas de alta fertilidad (25.1cm) y el menor dato se presentó en el testigo sin realizar ninguna labor de acondicionamiento (13.2cm). (Figura 10)

La diferencia anterior ocurrió, probablemente porque en el tratamiento se acondicionó la zanja para que la raíz profundice y absorba mayor cantidad de nutrientes, por consiguiente existió un mayor incremento tanto horizontal como vertical del sistema radical. Gracia, J., Aaron, M. Maestre, M y Blanco, J. con otros investigadores evaluando alternativas agronómicas para la recuperación de suelos aldoneros en el Valle del Cesar encontraron que:

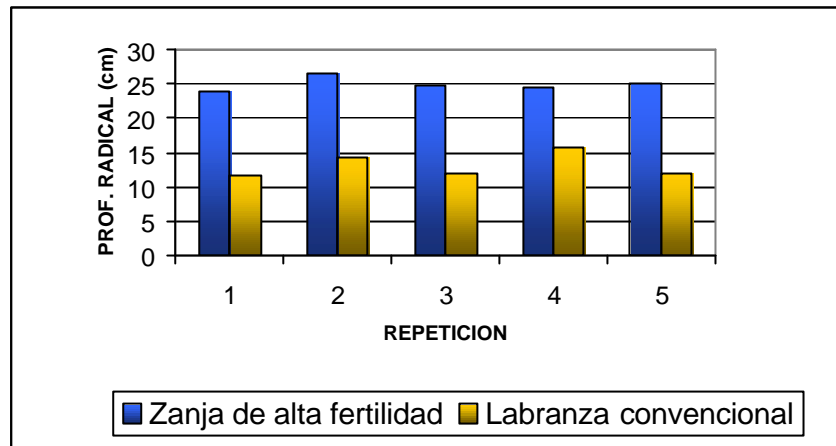
Como efecto de la labranza profunda (con cincel rígido) mejora en el suelo las condiciones adversas para el desarrollo de las plantas, además de esto complementando esta labranza con rotación y incorporación de un abono verde y aplicación de abono orgánico se logró mejorar aún mas las condiciones del suelo disminuyendo la densidad aparente especialmente a nivel superficial (0 –20 cm), la porosidad también se logró aumentar lo mismo que la materia orgánica¹¹⁰.

Gaviria y Villarreal citados por Rodríguez, J. y Saa, C. en un trabajo realizado para determinar el efecto de las prácticas de zanjales fértiles y siembra de abono verde sobre las propiedades físicas y productivas de baja fertilidad encontraron que: "El tratamiento con zanjales fértiles y abono verde produjo un efecto mayor que el testigo sobre las condiciones físicas del suelo al disminuir la resistencia a la penetración con 3.33 Mpa lote 1 y 3.34 Mpa lote 2, la densidad aparente, y aumentó la porosidad total, además del contenido de materia orgánica"¹¹¹.

110 GARCIA, J., AARON, M., MAESTRE, M y BLANCO, J. Op. cit., p 86.

111 RODRÍGUEZ, J. y SAA, C. Evaluación de algunas propiedades físicas y rendimiento de papa criolla *Solanum phureja* en dos lotes sometidos a recuperación mediante la utilización de zanjales de alta fertilidad, en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto. Pasto, 2004, 89 p. Trabajo de grado (ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Figura 10. Profundidad radical en centímetros, generadas por *Vicia sativa* en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.



? **Biomasa aérea.** En el municipio de Iles, *Vicia sativa* desarrolló los siguientes datos de peso en biomasa aérea 15.1 grs/planta/con tratamiento, 4.9 grs/planta/testigo. (Cuadro 15).

Al realizar la prueba de "T" (Anexo 19) se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los pesos de biomasa aérea de *V. sativa* en cada tratamiento. Lo anterior se puede observar en la figura 11.

Cuadro 15. Peso de biomasa aérea en gramos, generadas por *Vicia sativa* en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.

Especie	Biomasa aérea en grs/planta con Zanja de alta fertilidad	Biomasa aérea en grs/planta con labranza convencional
<i>Vicia sativa</i>	15.1 a	4.9 b

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de "T" ($P < 0.05$).

Al comparar los resultados obtenidos mediante prueba de T ($P < 0.05$), se determinó que existen diferencias significativas entre los datos de peso de la biomasa aérea de *Vicia sativa* 15.1 grs/planta/con tratamiento y 4.9 grs/planta/sin tratamiento. Estadísticamente, la mayor ganancia en peso de biomasa aérea de *Vicia sativa* se encontró en donde se realizó las zanjas de alta fertilidad (15.1 grs) y la menor cantidad de biomasa aérea se presentó en el testigo sin realizar ninguna labor de acondicionamiento (4.9 grs). (Figura 11)

La diferencia anterior ocurrió, probablemente porque en el tratamiento se acondicionó el suelo con la elaboración de la zanja, la incorporación de residuos de cosecha y caldos microbiales, ello mejoró la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo generando mejores oportunidades para que la raíz profundice y absorba mayor cantidad de nutrientes, por consiguiente hay una mayor producción de biomasa. Esto concuerda con la afirmación de Castro y Amezcua citados por García, J y Durán, R. quienes encontraron que: “con el uso de labranza profunda en suelos con limitaciones físicas se presentó disminución en la densidad aparente, aumentando el porcentaje de porosidad total, almacenamiento de humedad y biomasa aérea, con relación al uso de la labranza convencional.”¹¹²

García, J y Durán, R., en estudios preliminares afirman que: “Con cambios efectuados en las labores tradicionales de preparación de suelos y usando prácticas agronómicas apropiadas (zanjas fértiles) solas o combinadas es posible mejorar las condiciones adversas de los suelos e incrementar positivamente los rendimientos”¹¹³.

En cuanto a producción de forraje verde de *Vicia sativa* la FAO¹¹⁴ menciona rendimientos entre 15 y 25 y entre 40 y 45 Ton/ha/corte de forraje verde para épocas de verano e invierno respectivamente.

Moreno, T.¹¹⁵ menciona producciones de forraje verde de hasta 15 Ton/ha/corte; Arévalo, R y Del Castillo, E. reporta un peso de: “3.7 Ton/ha/corte. Los primeros reportes son de *Vicia sp.*, en condiciones óptimas de cultivo mientras que los reportes de Arévalo son en condiciones inadecuadas de fertilidad. En la presente trabajo los resultados obtenidos fueron de 5.2 Ton/ha de forraje verde.”¹¹⁶.

112 GARCIA, J y DURAN, R. Evaluación de sistemas de labranza sobre la producción de cultivos en suelos aldoneros del valle del Cesar, En: Suelos Ecuatoriales. Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. Vol. 30, No 1 (2000); p. 76

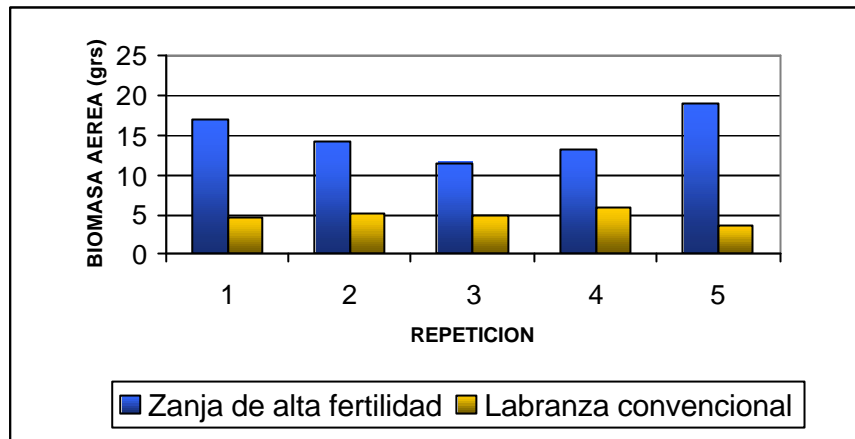
113 Ibid., p 76.

114 FAO. Op.cit., p. 181.

115 MORENO, T. Las leguminosas de grano: Una visión de conjunto. Madrid : Mundiprensa, 1983. p. 15.

116 AREVALO, R. DEL CASTILLO, E. Op.cit., p 86.

Figura 11. Peso de biomasa aérea en gramos, generadas por *Vicia sativa* en los dos tratamientos al cabo de 90 días en el municipio de Iles.



3.3.2 Subsolador biológico. Este modelo se estableció como una alternativa a largo plazo para la recuperación de suelos. Sin embargo en esta investigación la evaluación consistió en determinar el comportamiento inicial de *Tithonia diversifolia*, *Baccharia sp.* y *Ambrosia sp.* basándose en el porcentaje de sobrevivencia y la producción de forraje verde que se adicionó al suelo como aporte de materia orgánica, con ello se cumple uno de los objetivos del subsolador biológico. A causa de que el tiempo de estudio fue muy corto y por consiguiente no se encontraría o se podría determinar los verdaderos efectos en cuanto a la recuperación de los suelos por parte de este modelo no se evaluó los efectos de la penetración de las raíces que permiten la aireación del suelo y una adecuada infiltración de agua.

Las variables que se evaluaron fueron:

✍ **Porcentaje de sobrevivencia:** Los resultados que se obtuvieron en este estudio mostraron que en el primer mes el porcentaje de sobrevivencia fue mayor del 85%, esto quiere decir que por especie sobrevivieron 22 plantas de las 25 instaladas, por consiguiente solo se replantaron 2 – 3 plantas por cada especie. Para el segundo mes de su permanencia en campo no hubo necesidad de realizar replantes debido a que estas especies por sus características rústicas tuvieron una adaptación rápida que sumada a las labores de mantenimiento permitieron que la sobrevivencia de las especies fuera del 100%. Esto se puede apreciar en el cuadro 16.

Cuadro 16. Porcentaje de sobrevivencia de las especies del subsolador biológico en el Municipio de Túquerres.

Espece	Plantas sembradas	% de sobrevivencia en el mes 1	% de sobrevivencia en el mes 2
<i>Tithonia diversifolia</i>	25	88	100
<i>Baccharia sp.</i>	25	92	100
<i>Ambrosia sp.</i>	25	88	100

✍ **Peso.** Para determinar la producción de forraje verde por parte de las especies del subsolador biológico se realizaron cuatro evaluaciones cada 45 días durante 6 meses.

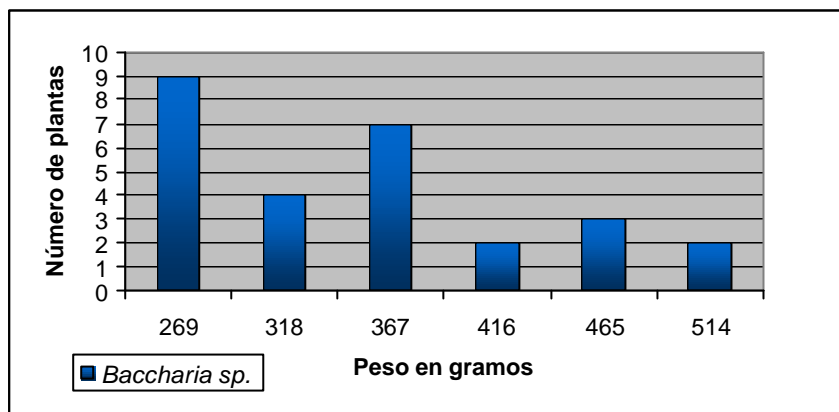
? ***Baccharia sp.*** En el municipio de Túquerres, *Baccharia sp.* presentó los siguientes datos de peso. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Peso promedio en gramos obtenido en *Baccharia sp.* en el municipio de Túquerres.

Evaluación	Peso en grs/corte
45 días	404.7
90 días	323.1
135 días	342.4
180 días	354.1

Los datos evaluados por medio de la Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 20) indican que existe un 25.9% de probabilidad para encontrar plantas de *Baccharia sp.*, que presenten un peso entre 416 grs y 514 grs. Esto muestra que de 27 plantas evaluadas 7 tienen un promedio de peso por corte superior a los 400 grs. Por otra parte hay un 74.1% de probabilidad de encontrar plantas de Chilca con pesos entre 269 y 367 grs. Lo anterior puede observar en la figura 12.

Figura 12. Peso en gramos de *Baccharia sp.*, evaluado durante 180 días en el municipio Túquerres.



? ***Ambrosia sp.*** En la vereda Chalitala (municipio de Túquerres), *Ambrosia sp.* presentó los siguientes datos de peso. (Cuadro 18).

Cuadro 18. Peso promedio en gramos obtenido en *Ambrosia sp.* en el municipio de Túquerres.

Evaluación	Peso en grs/corte
45 días	622
90 días	426
135 días	503
180 días	463

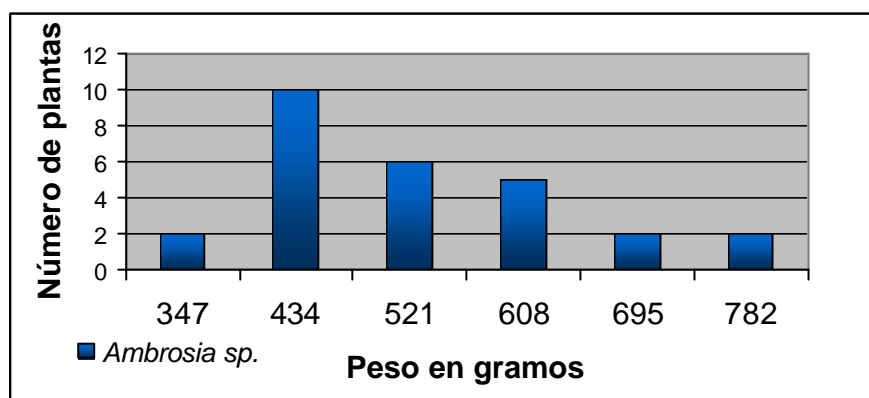
Los datos evaluados por medio de la Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 21) indican que existe un 33.31% de probabilidad para encontrar plantas de *Ambrosia sp.*, que presenten un peso entre 608 grs y 782 grs. Esto indica que de 27 plantas evaluadas 9 tienen un promedio de peso por corte superior a los 600 grs. Por otra parte hay un 66.69% de probabilidad de encontrar plantas de Marco con pesos entre 347 grs y 521 grs. Esto se puede observar en la figura 14.

Los datos promedio de peso fueron para *Ambrosia sp* 503.5 grs/planta y para *Baccharia* 356.1 grs/planta, estos resultados no se pueden discutir puesto que no se han encontrado datos acerca del comportamiento de estas especies bajo un sistema de manejo agronómico o agroforestal, por consiguiente esta investigación aporta bases para posteriores estudios con ellas.

Sin embargo estas especies tienen características óptimas para ser utilizadas como abonos verdes puesto que Acosta, M. menciona que: “El abono verde es la siembra de un cultivo hecho a propósito para incorporarse al terreno durante la época de floración, porque en este momento es mayor la riqueza nutritiva de los tejidos. Además durante esta etapa las plantas alcanzan su máximo desarrollo y tienen un alto contenido de agua que facilita una rápida descomposición”¹¹⁷.

Complementando lo anterior Sañudo. et. al., afirman que “son de crecimiento espontáneo la instalación de dichas especies es sencilla y es conveniente por un doble beneficio aporta mulch con las podas, y abren canales en el suelo dejados por las raíces al morir”¹¹⁸

Figura 13. Peso en gramos de *Ambrosia sp.* generado durante 6 meses en el municipio Túquerres.



☞ *Tithonia diversifolia* En la Cuadro 19 se encuentran los datos preliminares de peso en Botón de Oro, obtenidos cada 45 días durante 6 meses.

Cuadro 19. Peso promedio en gramos de *Tithonia diversifolia* cada 45 días durante seis meses en el municipio de Túquerres.

Evaluación	Peso grs/corte
45 días	878.4
90 días	703.7
135 días	771.2
180 días	792.8

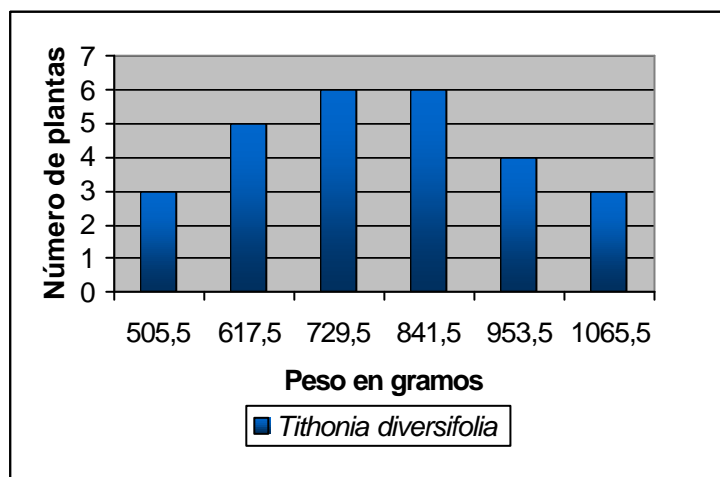
117 ACOSTA, M. Op.cit., p. 218.

118 SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G. Op.cit., p. 31.

El peso de Botón de Oro se analizó con la Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 22) obteniendo una probabilidad de 48.15% de encontrar plantas de *Tithonia diversifolia* que posean un peso entre 841.5 grs y 1065.5 grs. A su vez se puede observar un 51.85% de probabilidad de encontrar plantas de *Tithonia diversifolia* con un peso promedio de 617.5 grs por corte cada 45 días. Este comportamiento se puede observar en la figura 14.

Dentro del estudio se observó que los datos obtenidos en peso fueron superiores a los reportados por Criollo, C. y Usama, M. quienes afirman que: “la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en el trópico de altura es de 274 grs/planta”¹¹⁹. La diferencia entre los datos mencionados por estos autores y el presente estudio puede deberse a que la acción de las podas influye positivamente en la renovación de las plantas cuando estas crecen en medios ecológicos adversos, al tiempo que las condiciones ambientales favorables estimulan el potencial genético del material vegetal reflejándose en la producción de peso. Además la vereda Tablón Alto se encuentra en una zona de transición entre clima medio y frío presentando mejores condiciones climáticas para el desarrollo del Botón de Oro coincidiendo Murgueitio cuando afirma que “el rendimiento de *Tithonia diversifolia* en el trópico de altura es muy bajo comparándola con los rendimientos en los trópicos medio y bajo dónde se alcanzan producciones entre 70 – 80 Ton/ha/año de forraje verde con una densidad de 10000 a 20000 plantas/ha, realizando 6 cortes anuales (7Kg/planta/año)”¹²⁰.

Figura 14. Peso en gramos de *Tithonia diversifolia* cada 45 días durante 6 meses en el municipio de Tuquerres.



119 CRIOLLO, C. y USAMA, M. Op.cit., p. 48

120 MURGEITIO, Enrique, Et al. Op.cit., p. 67.

3.3.3 Reforestación recuperadora. Para este modelo se evaluaron las siguientes variables:

? **Porcentaje de sobrevivencia.** Los datos que se obtuvieron en este modelo mostraron que en el primer mes el porcentaje para *Tecoma stans* es de 85.2 y para *Senna viarum* es de 94.9. Para el segundo mes de permanencia en campo el porcentaje para la primera especie es de 96.3 % y para la segunda especie fue de el 100 %. Para el tercer mes no hubo necesidad de realizar la reposición de individuos (100% de sobrevivencia).

El comportamiento anterior ocurrió, probablemente porque según Mundo forestal¹²¹ *Senna viarum* al igual que *Tecoma stans* tiene un alto grado de adaptación a diferentes climas y suelos del país. Por otra parte Erazo, C y Rodríguez, C.¹²² afirman que estas especies se encuentran ampliamente diseminadas gracias a que su germinación y prendimiento natural son altos, no requieren de suelos fértiles y por ello se adaptan a condiciones adversas. *T. stans* presenta un porcentaje de supervivencia del 100%.

✍ **Altura**

? ***Tecoma stans*.** En el municipio de Iles, después de tres meses de evaluación esta especie desarrollo la siguiente altura.

Cuadro 20. Altura en centímetros en *Senna viarum* y *Tecoma stans* después de 90 días de la siembra en el municipio de Iles.

Especie	<i>Senna viarum</i>	<i>Tecoma stans</i>
Altura en cm	34.2	31.7

De acuerdo con el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 23) se puede observar que en *Tecoma stans* hay una probabilidad alta (74.2 %) de encontrar plantas que tengan una altura promedio entre 35.5 cm. El comportamiento de *T. stans*. se puede observar en la figura 16.

El incremento medio mensual para *Tecoma stans* en la vereda Tablón Alto municipio de Iles fue de 3.8 cm mientras que Erazo, C y Rodrigues, C. fue “de 3 a 5.4 cm en una investigación en CORPOICA (Pasto)”¹²³

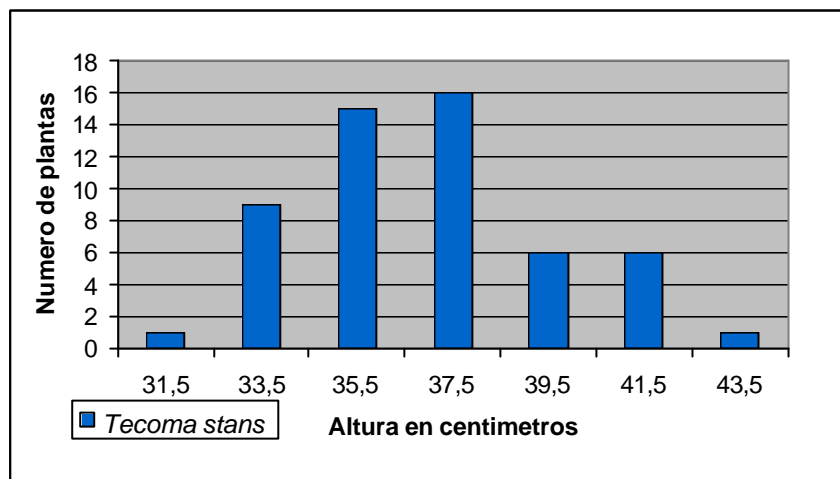
121 MUNDO FORESTAL. Op.cit., p. 2

122 ERAZO, C. y RODRIGUEZ, C. Op.cit., p.110

123 Ibid, p. 110

Mientras que en Costa Rica Mundo Forestal reporto un incremento de 3 cm mensuales¹²⁴, mientras que Arévalo, R y Del Castillo, E.¹²⁵ reportaron para esta especie un incremento medio mensual de 3.3 a 5.9 cm.

Figura 15. Comportamiento de *Tecoma stans* a los tres meses de su instalación en campo en el municipio de Iles.



? ***Senna viarum***. En el municipio de Iles, después de tres meses de evaluación esta especie desarrollo una altura promedio por planta de 34.2 cm (Cuadro 20)

De acuerdo con el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 24) se puede observar que en *Senna viarum* hay una probabilidad del 85.3 % de encontrar plantas que tengan una altura entre 36.5 y 40.5 cm. El comportamiento de esta especie se puede observar en la figura 16.

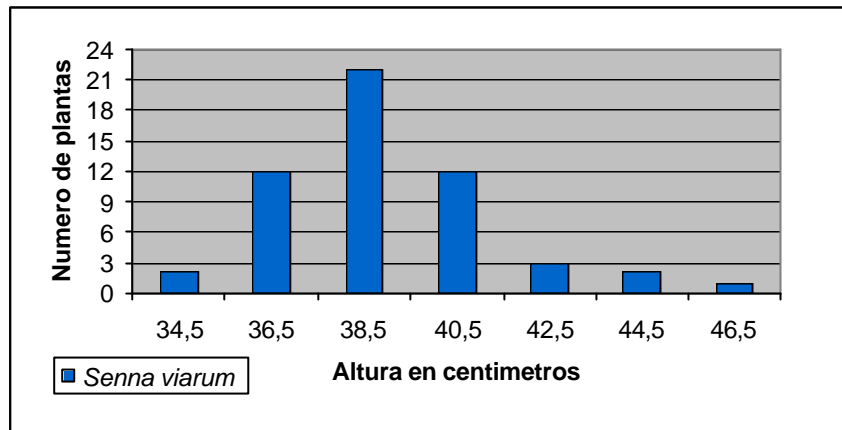
El incremento medio mensual para *Senna viarum* fue de 5.1 cm concordado con lo expuesto por Arévalo, R. y Del Castillo, E.¹²⁶ encontraron un incremento medio mensual que osciló entre 3.90 a 5.35 cm que concuerdan con las encontradas en la presente investigación (4.73 cm.)

124 MUNDO FORESTAL. Op.cit., p. 28

125 AREVALO, Rosa y DEL CASTILLO, Eric. Op.cit., p. 53

126 ARÉVALO, R. Y DEL CASTILLO, E. Op.cit., p. 53

Figura 16. Altura en centímetros generada por *Senna viarum* después de 90 días de instalado en campo en el municipio de Iles.



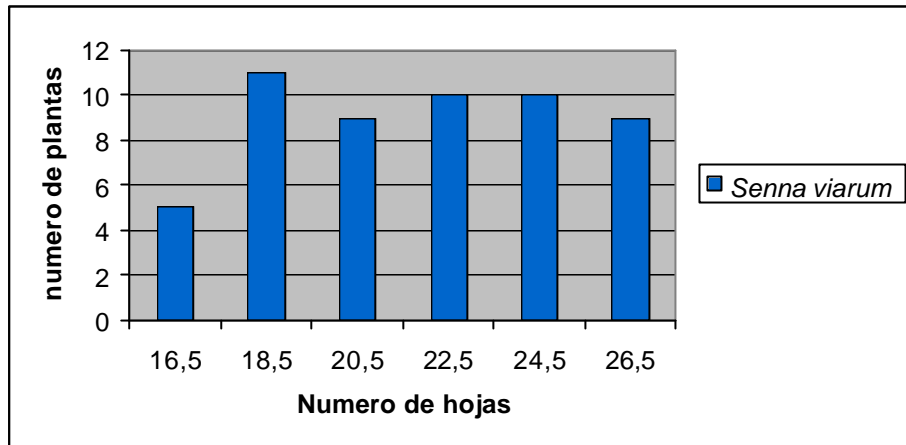
✍ **Numero de hojas.** En el municipio de Iles, las especies utilizadas desarrollaron los siguientes datos de número de hojas: *Senna viarum* 20.5 planta y *Tecoma stans* 22.4 planta. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Numero de hojas producidas por *Senna viarum* y *Tecoma stans* después de 90 días de instaladas en campo en el municipio de Iles.

Especie	<i>Senna viarum</i>	<i>Tecoma stans</i>
Numero de hojas	20.5	22.4

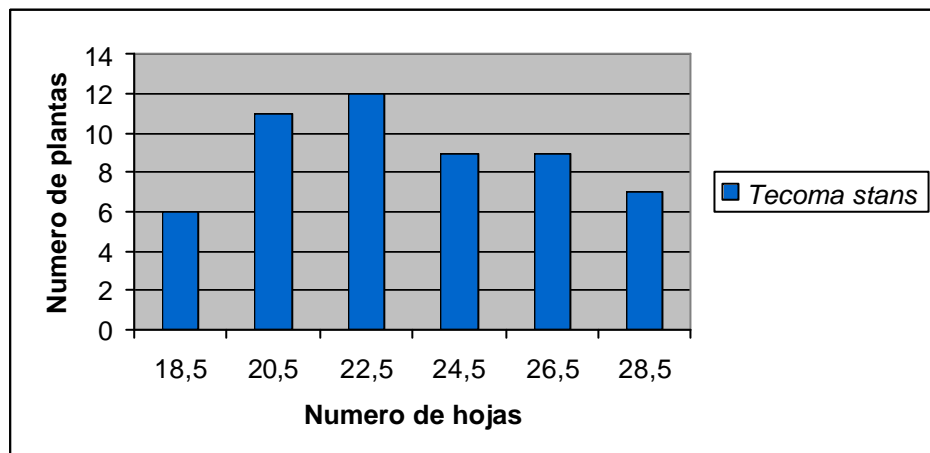
Según el Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 25) el comportamiento en cuanto a producción de hojas por *S. viarum* el 90.7% de las plantas evaluadas tiene un promedio de producción de hojas de 22.5 hojas/planta lo cual indica que esta especie tiene un comportamiento homogéneo debido a un alto porcentaje encontrado en esta evaluación. Figura 17

Figura 17. Numero de hojas de *Senna viarum* a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Iles



El cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 26) muestra que el comportamiento relacionado con la producción de hojas de *Tecoma stans* fue homogéneo puesto que existe un 75.1% de probabilidad de encontrar plantas con 23.5 hojas/planta. Lo anterior se puede observar en la figura 18.

Figura 18. Numero de hojas de *Tecoma stans* a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Iles



3.4 REFORESTACION PRODUCTORA

Para este modelo se evaluaron las siguientes variables:

3.4.1 Porcentaje de sobrevivencia Los datos que se obtuvieron en esta investigación mostraron que en el primer mes el porcentaje de sobrevivencia para *Acacia melanoxylon* fue del 99%, para *Eucalyptus grandis* fue del 89% y para *Eucalyptus viminalis* fue del 87%. Para el segundo mes de su permanencia en campo no hubo necesidad de realizar reposición de individuos. Por lo tanto se puede decir que las especies no han experimentado efectos negativos relacionados con las condiciones edafoclimáticas de la zona. Esto se puede apreciar en el cuadro 22.

Cuadro 22. Porcentaje de sobrevivencia de las especies leñosas en la reforestación productora en el Municipio de Túquerres.

Especie	Plantas sembradas	% de sobrevivencia en el mes 1	% de sobrevivencia en el mes 2
<i>Acacia melanoxylon</i>	108	99	100
<i>Eucalyptus grandis</i>	108	89	100
<i>Eucalyptus viminalis</i>	108	87	100

3.4.2 Altura. En el municipio de Túquerres las especies maderables desarrollaron las siguientes alturas: La especie *Acacia melanoxylon* 36.7 cm/planta, *Eucalyptus viminalis* 58.1 cm/planta, *Eucalyptus grandis* 42.3 cm/planta. (Cuadro 23).

Cuadro 23. Altura en centímetros, generadas por las especies maderables después de tres meses en campo en el municipio de Tuquerres.

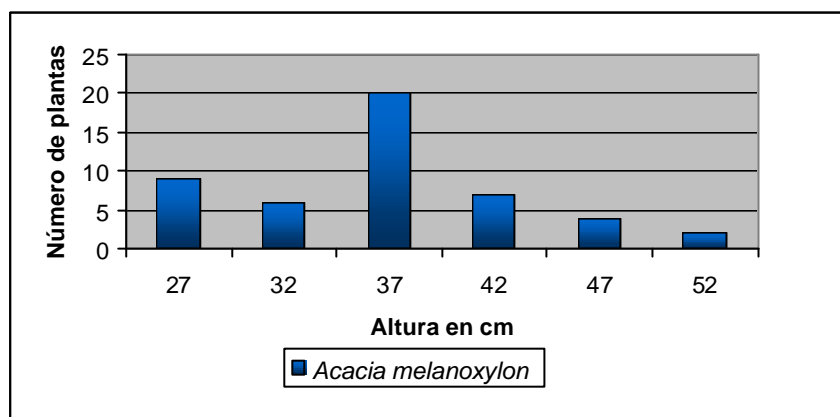
Especies	Altura (cm)
<i>Acacia melanoxylon</i>	36.7
<i>Eucalyptus grandis</i>	42.3
<i>Eucalyptus viminalis</i>	58.1

☞ ***Acacia melanoxylon.*** Al evaluar los resultados obtenidos mediante la Cuadro de distribución de frecuencia, (Anexo 27) se determinó que existe un 41.6% de probabilidad de encontrar plantas con una altura de 37 cm, además hay un 22.8% de probabilidad de encontrar plantas con una altura

mayor a 40 cm y un 31.25% de encontrar plantas con una altura menor a 33 cm. Lo anterior se puede observar en la figura 19.

El comportamiento *Acacia melanoxylon*, en los primeros tres meses de adaptación en campo en la vereda Chalitala es positivo puesto que las plantas obtuvieron un incremento promedio mensual de 5.6 cm, resultado que es similar al reportado por Arévalo, R y Del Castillo, E.¹²⁷ quienes encontraron que esta especie, en la zona de Imues, en el primer mes de establecimiento tiene un incremento promedio de 6.1 cm por planta.

Figura 19. Altura de *Acacia melanoxylon* a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres



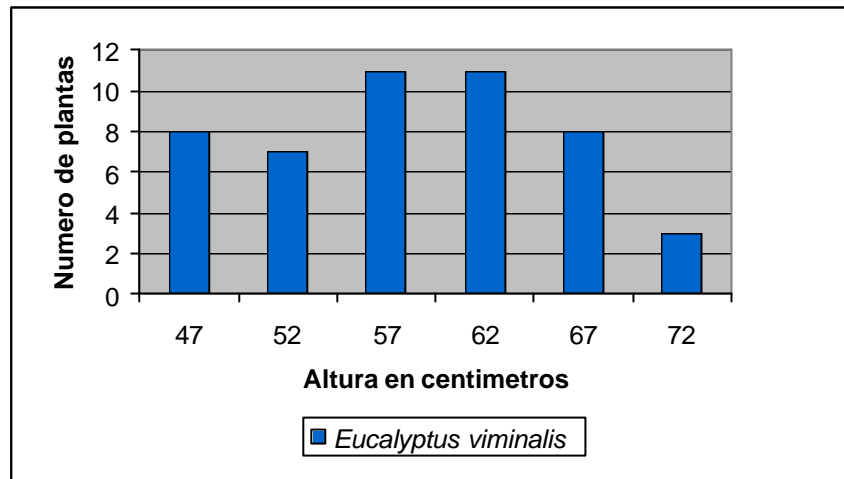
☞ ***Eucalyptus viminalis*.** El comportamiento de *Eucalyptus viminalis* se analizó con la Cuadro de distribución de frecuencia (Anexo 28) encontrándose que existe un 45.8 % de probabilidad para encontrar árboles de eucalipto con una altura entre 57 cm y 62 cm. El 23% de los árboles tienen una altura mayor de 67 cm. Por otra parte el 31.2 % tiene una altura menor de 57 cm. Esto se puede observar en la figura 20.

El 45.8% de los individuos presentan un comportamiento relativamente similar y probablemente esto se debe a que según CONIF “*E. viminalis* no es exigente en suelos ricos en nutrientes, por el contrario se usa para recuperar zonas erosionadas o agotadas por el mal uso agropecuario”¹²⁸

127 Ibid., p. 52.

128 CONIF. Op.cit., p. 145

Figura 20. Altura de *Eucalyptus viminalis* a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres.

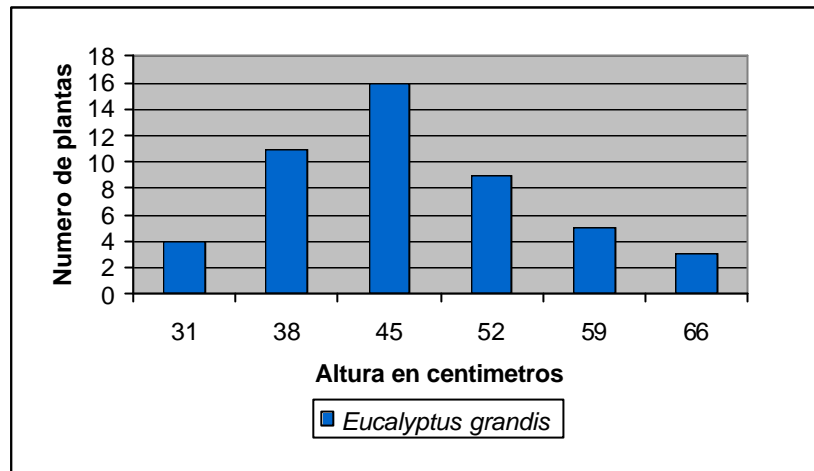


☞ ***Eucalyptus grandis***. Al evaluar los resultados obtenidos mediante la Cuadro de distribución de frecuencia, (Anexo 29) se determinó que existe un 68.8% de probabilidad de encontrar plantas con alturas superiores a 45 cm, además hay un 31.2% de encontrar plantas con alturas menores a 39 cm. Lo anterior se puede observar en la figura 21.

El comportamiento de *E. grandis* en los primeros tres meses de adaptación en campo en la vereda Chalitala es positivo puesto que las plantas obtuvieron un incremento promedio mensual de 6 cm, resultado que es similar al reportado por Arévalo, R y Del Castillo, E.¹²⁹ quienes encontraron que esta especie, en la zona de Imues, en el primer mes después de su establecimiento obtuvo un incremento promedio mensual de 6.1 cm/ planta.

129 ARÉVALO, R. Y DEL CASTILLO, E. Op.cit., p. 55

Figura 21. Altura de *Eucalyptus grandis* a los 90 días de permanecer en campo en el municipio de Túquerres



3.5 DIFUSION DE LOS MODELOS

La metodología utilizada para realizar la difusión inicio con:

3.5.1 Visitas a campo. Se realizaron tres visitas en cada municipio, ello permitió el reconocimiento de dos fincas teniendo en cuenta los criterios contemplados para este fin. Por la zona de Iles se escogió la finca del señor Tomás Andrade, en la vereda del Tablón Alto; esta finca se encuentra a 2450 msnm, presenta un clima medio y es de fácil acceso, se identificó como una zona estratégica porque el agricultor cuenta con gran acogida por la comunidad. La extensión de la finca es de 4 ha y presenta un deterioro generalizado de sus terrenos a causa de prácticas agrícolas inadecuadas.

En el municipio de Túquerres, vereda Chalitala, se trabajó con el señor Carlos Erazo quién mostró interés en involucrarse con el proyecto, colocando a disposición su finca la cual presenta características de deterioro de suelos debido a la explotación alfarera y agropecuaria intensiva.

Se puede resaltar que las zonas de estudio escogidas además de lo anterior, poseen una ubicación ideal donde los agricultores de la misma y de otras zonas así como estudiantes y personal involucrado con el campo pueden visitarlas fácilmente, logrando convertir los ensayos de este proyecto en modelos replicables.

3.5.2 Reuniones. Se efectuaron tres en cada zona, en la primera se presentó el deseo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño de trabajar con la comunidad. En la segunda sesión se trabajó en la socialización de los objetivos y metodología del proyecto. En la tercera se concertó las posibles fechas

para la realización de las diferentes actividades que se plantearon en el proyecto. Cada reunión se realizó con intervalos de ocho días, en un horario accesible a los agricultores, asistiendo un promedio de 15 personas por reunión en cada zona.

Las reuniones junto con las visitas de campo se efectuaron con el propósito de elegir a agricultores interesados en implantar los ensayos dentro de sus fincas y que funcionen como modelos para mostrar a la comunidad de cada zona.

3.5.3 Capacitaciones. Las capacitaciones dictadas en cada zona se programaron al mismo tiempo en que se implantaba cada ensayo. Se efectuaron en la finca modelo a manera de clase, reforzando los conocimientos adquiridos con días de campo y boletines. Las capacitaciones también se aprovecharon como reuniones para realizar una programación sobre los temas a seguir y las fechas de su realización.

3.6 TEMAS DE CAPACITACIÓN

Cuadro 24. Temas de las capacitaciones realizadas en las zonas de Chalitala (Mpio Túquerres) y Tablón Alto (Mpio Iles)

TEMA	ASISTENTES	LOCALIDAD
Sistemas Agroforestales	20	Túquerres - Iles
Barreras vivas	22	Túquerres - Iles
Lombricero y abonos orgánicos	28	Túquerres - Iles
Bosque recuperador	22	Iles
Subsolador biológico	18	Túquerres
Zanjas de alta fertilidad	19	Iles
Extractos vegetales	29	Túquerres - Iles
Manejo integrado de <i>Trialeurodes vaporarum</i>	23	Iles
Organización comunitaria	24	Túquerres - Iles
Haga un buen manejo de los plaguicidas	21	Túquerres
Bosque productor	23	Túquerres
Fertilizantes foliares	21	Túquerres - Iles
Manejo de viveros agroforestales	23	Túquerres - Iles

En general el grado de aceptación de los agricultores hacia las capacitaciones fue bueno ya que se contó con un grupo constante y relativamente numeroso que asistió a las actividades programadas.

3.6.1 Días de campo. Se realizaron cuatro días de campo entre la zona de Chalitala (Mpio de Tuquerres) y Tablón Alto (Mpio de Iles) con agricultores de la zona y de municipios vecinos (Ospina, Guaitarilla, Imues, El Contadero, Córdoba y Gualmatan) además asistieron estudiantes y docentes de la Universidad de Nariño del programa de ingeniería agroforestal.

En los días de campo la asistencia osciló entre 80 – 100 agricultores, que se dividieron en grupos pequeños con el fin de que capten los temas que se divulgaron a través de estaciones. En ellas se contó con el aporte de los agricultores, estudiantes y profesionales permitiendo tener varios puntos de vista sobre los modelos llegando a conclusiones reales y más acertadas.

Figura 22. Visitas a campo y reconocimiento de las zonas.



Figura 23. Reuniones con los agricultores.



Figura 24. Capacitaciones con el método demostrativo.



4. CONCLUSIONES

? *Ambrosia sp*, *Bacchiaria sp* y *Tithonia diversifolia* son especies que fácilmente se pueden reproducir de manera vegetativa (estacas y brinzales), sumado a su gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, las constituye en una buena alternativa para la recuperación de suelos.

? En el bosque productor establecido en la vereda Chalitala, municipio de Túquerres, las especies tuvieron una sobrevivencia del 100% al segundo mes de su permanencia en campo, además se encontró un promedio de altura para *Eucalyptus viminalis* de 58.1cm/planta, *Eucalyptus grandis* 42.3 cm y en *Acacia melanoxylon* el promedio de altura es de 36.7 cm. En las tres especies se encontró que el 68.8% de las plantas tienen una altura igual o superior al promedio.

? En el bosque recuperador *Tecoma stans* un porcentaje de sobrevivencia del 100% para el tercer mes y *Senna viarum* 100% hasta el segundo mes por otro lado *Tecoma stans* presentó un promedio de altura de 37.5 cm y *Senna viarum* 40.5 cm. Con la Cuadro de distribución de frecuencia se encontró que en *T. stans* el 53.6% de los individuos tienen una altura igual o superior al promedio y para la segunda especie el 33% de las plantas tienen una altura mayor o igual al promedio.

? Las zanjas de alta fertilidad mostraron ser realmente positivas, puesto que sus efectos producen respuestas benéficas en la fisiología y estructura de las plantas superando los resultados obtenidos con el método de labranza convencional. Esto se puede observar en el aumento de 28.1 cm/planta en altura, 11.9 cm/planta en la profundidad radical y en la ganancia en peso de biomasa aérea con 10.2 grs/planta en *Vicia sativa* utilizando el tratamiento de zanjas.

? Las especies utilizadas en las barreras vivas elaboradas en el municipio de Iles se comportaron favorablemente *Medicago sativa* presentó un promedio de altura de 23.5 cm, *Phalaris sp.* 66.9 cm, *Pennisetum hybridum* 78.5 cm y *Tithonia diversifolia* 63.3 cm. En cuanto a la producción de forraje verde las especies evaluadas generaron 67.9 grs, 590.3grs, 1555.7 grs y 589.4 grs respectivamente. Por su gran capacidad de rebrote y producción de forraje pueden usarse en la alimentación de especies menores en la finca.

5. RECOMENDACIONES

? Es necesario que se evalúe la pérdida de suelo en las barreras vivas involucrando al agricultor en este proceso para que pueda adquirir bases sólidas en la elección de una especie en particular y compruebe los beneficios de estos ensayos para su finca.

? Continuar con la evaluación del bosque productor y recuperador para observar la adaptación de las especies a través del tiempo, su producción de volumen dendroenergético y los beneficios ecológicos para así recomendar una alternativa a la región.

? Es muy importante que el agricultor participe activamente en la elección e implementación de los modelos que se propongan puesto que así se genera apropiación, responsabilidad y sentimiento de importancia por lo que se desea realizar.

? Continuar con la evaluación del subsolador biológico y analizar el efecto de las raíces sobre la estructura de los suelos compactados y determinar cual de las especies instaladas cumple con los objetivos propuestos por este modelo de recuperación de suelos.

BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, M. La Tierra agrícola: Nuestro recurso básico. Quito, Ecuador : publicaciones científicas NAS, 1986. 218 p.

AREVALO, R. DEL CASTILLO, E. Establecimiento y divulgación de modelos agroforestales en el municipio de Imues, departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 199 101 p. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño Facultad de ciencias agrícolas.

AREVALO, Rosa. Uso de caldos microbiales enriquecidos para la descomposición de residuos sólidos domésticos y producción de bioabonos de calidad. Pasto: 2003. 73 p. Trabajo de grado (Especialista en Ecología con énfasis en Gestión Ambiental). Universidad de Nariño, Departamento de Biología.

BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales. Bogotá : Banco Ganadero, 1988. 416 p.

BERNAL, Jorge. Pastos y forrajes tropicales 3 ed. Bogotá: Buda, 1994. 620 p.

CHAMORRO, Bernardo y SALAS, Oscar. Evaluación productiva y reproductiva de la lombriz roja californiana alimentada con tres recursos orgánicos. San Juan de Pasto: 1994, 65 p. Trabajo de grado (Zootecnistas) Universidad de Nariño. Facultad de Zootecnia.

CIAO. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA. Guías sobre tarea ambiental. Bogotá : CIAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 1998. 19 p.

CIPAV. Informe de avances enero de 1993 - Junio 1994. Cali : Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria, 1994. 70 p.

CONIF. CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. Bogotá : CONIF y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 1997. 145 p.

CONVENIO CORPOTRIGO - Universidad de Nariño. Preparación artesanal de Abonos orgánicos. En : Boletín técnico. Pasto, Colombia, No .1, (1998); p.

CORPONARIÑO. Guía práctico; como hacer y manejar un vivero agroforestal. Tumaco – Nariño : CORPONARIÑO, 1994, 115 p.

CRIOLLO, C. y USAMA, M. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl)(gray) en monocultivo y asociado con aliso *Alnus jurillensis* HBK, en la granja de Botana, municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2001, 156 p. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

DEL CASTILLO, C. y RUALES, G. Evaluación silvicultural de *Eucalyptus grandis* a partir del tercer año de establecimiento en diferentes arreglos en el núcleo uno del proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos, departamento de Risaralda. San Juan de Pasto, 2003, 141 p. Trabajo de grado (ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas, programa de Ingeniería Agroforestal.

DEL POZO, Manuel. La alfalfa: su cultivo y aprovechamiento. 3 e.d. Madrid : Mundi – Prensa, 1983. 380 p.

DIAZ, Einar. Modulo de Dasometría. Ibagué : CARDER, 1994. 52 p.

ERAZO, C. y RODRIGUEZ, C. Estudio preliminar del establecimiento de un arreglo multiestrato, con las especies (Acacia blanca *Acacia decurrens* Quillotocto *Tecoma stans* HBK y *Mora Rubus sp*) a cuatro distancias de siembra en un afloramiento de agua del centro de investigación CORPOICA Obonuco, municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2002. 110 p. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería agroforestal.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Cultivos forrajeros. México : Dirección general de educación tecnológica agropecuaria, 1977. 181 p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. En : Boletín de extensión. No 73. (Oct., 1993); p. 17

_____. Evite la Erosión con las Barreras Vivas. En : Boletín de extensión. No 51. (1980); 60 p

FOSTER, Albert. Métodos aprobados en la Conservación de Suelos. México : Trillas, 1985 .441p.

GARCIA, J y DURAN, R. Evaluación de sistemas de labranza sobre la producción de cultivos en suelos aldoneros del valle del Cesar, en: Suelos Ecuatoriales. En : Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. Vol. 30, No 1 (2000); p. 76

GARCIA, J., AARON, M., MAESTRE, M y BLANCO, J. Alternativas agronómicas para la recuperación de suelos aldoneros degradados en el valle del Cesar. En: Suelos Ecuatoriales. Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo. Vol. 30 No. 1 (2000); p. 86.

GOHL, Bo. Piensos tropicales. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Roma : Acribia, 1982. 550 p.

GOMEZ, Manuel, et. al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados como alimentación animal como fuente de proteína. Cali : CIPAV, 1995. 126 p.

GUERRERO, M. Evaluación de coberturas vivas con leguminosas sobre algunas propiedades edáficas bajo cultivar de manzano *Malus communis L.* En el altiplano de Pasto. San Juan de Pasto, 1993, 110 p. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas, programa de Agronomía.

IBRAHIM, M. PEZO, D. Sistemas silvopastoriles. Centro agronómico de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica : CATIE, 1999. 275 p.

MEJÍA, Mario. Agricultura sin agrotóxicos. 2. e.d. Cali : Editorial Muñoz Impresores, 1997. 252 p.

MILA, Alberto. Suelos, pastos y forrajes. Bogotá : Unisur, 2001. 267 p.

MORENO, T. Las leguminosas de grano: Una visión de conjunto. Madrid : Mundiprensa, 1983. 15 p.

MUNDO FORESTAL. Árboles del paraíso. [en línea] Costa Rica: 2001 – 2002 [citado 10 nov., 2004]. Disponible en Internet : <URL :<http://ww/catie/bibliotecavirtual/.../vainillo/ htm> >

MURGUEITIO, Enrique, et al. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali, Colombia : CIPAV, 1997. 67p.

NASH. Flora de Guatemala. Guatemala : Fieldiana: Botany 24, 1976. 330 p.

CENIAP. *Pennisetum hybridum*/ [en línea] [Colombia] CENIAP, 2003. [citado Nov. 19 2004]. Disponible en Internet : ?URL : <http://www.CENIAP.GOV.Ve/bdilgital/tdivul/fdo7/texto/avances.htm>?

_____. *Phalaris sp*/ [en línea]. [Colombia] CENIAP, 2003. [citado 19 Nov., 2004] disponible en Internet : <URL: <http://www.CENIAP.GOV.Ve/bdilgital/tdivul/fdo7/texto/avances.htm>?>

PEREZ ARVELAEZ, Enrique. Plantas útiles de Colombia. 4 e.d. Bogotá : Fondo FEN Colombia, DAMA jardín botánico José Celestino Mutis, 1996. 208 p.

RIOS, Clara y SALAZAR, Amparo. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico.[en línea]. [Cali, Colombi]. CIPAV – IMCA, Oct. 1995 [citado 13 de May., 2003]. Disponible en Internet URL: ?http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/lrrd/lrrd6/3/9.htm? .

RIOS, Clara. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Helms)(Gray). Cali, Colombia : CIPAV,1995. 125 p.

_____. Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Bogotá : Convenio Andrés Bello, 2002. 41p.

RODRIGUEZ, J. y SAA, C. Evaluación de algunas propiedades físicas y rendimiento de papa criolla *Solanum phureja* en dos lotes sometidos a recuperación mediante la utilización de zanjas de alta fertilidad, en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto. San Juan Pasto, 2004, 89 p. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

SALAMANCA, Rafael. Pastos y forrajes, producción y manejo. Bogotá : USTA, 1990. 320 p.

SAÑUDO, Benjamin. Comunicación personal Pasto, Colombia : Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas,2003. 135 p.

SAÑUDO, B., CHECA, O., ARTEAGA, G. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Universidad de Nariño – Corpotrigo, Facultad de Ciencias Agrícolas – VIPRI. Pasto 2001. 214 p.

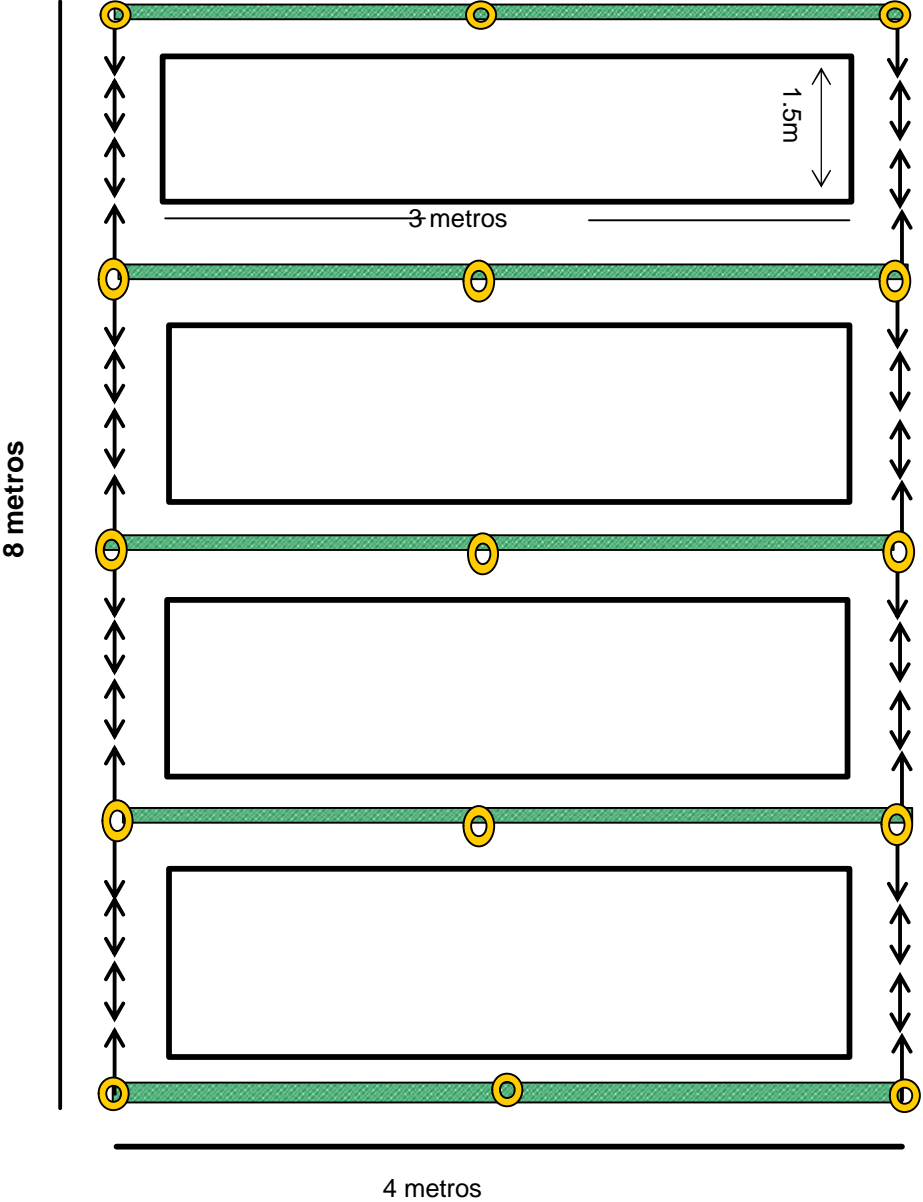
SAÑUDO, B., RUIZ, H. y LEGARDA, L. Las zanjas fértiles una alternativa de suelos degradados en el departamento de Nariño. En : Revista de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Vol. 18, No 2 (2001); p. 213– 218

TOKURA, Yuhi. et al. Especies forestales del Valle del Cauca. Bogotá : Lerner, 1996. 300 p.

ULLOA, C. y MOLLER, P. Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. 2. e.d. Quito, Ecuador : ABYA – YALA, 1995. 237 p.

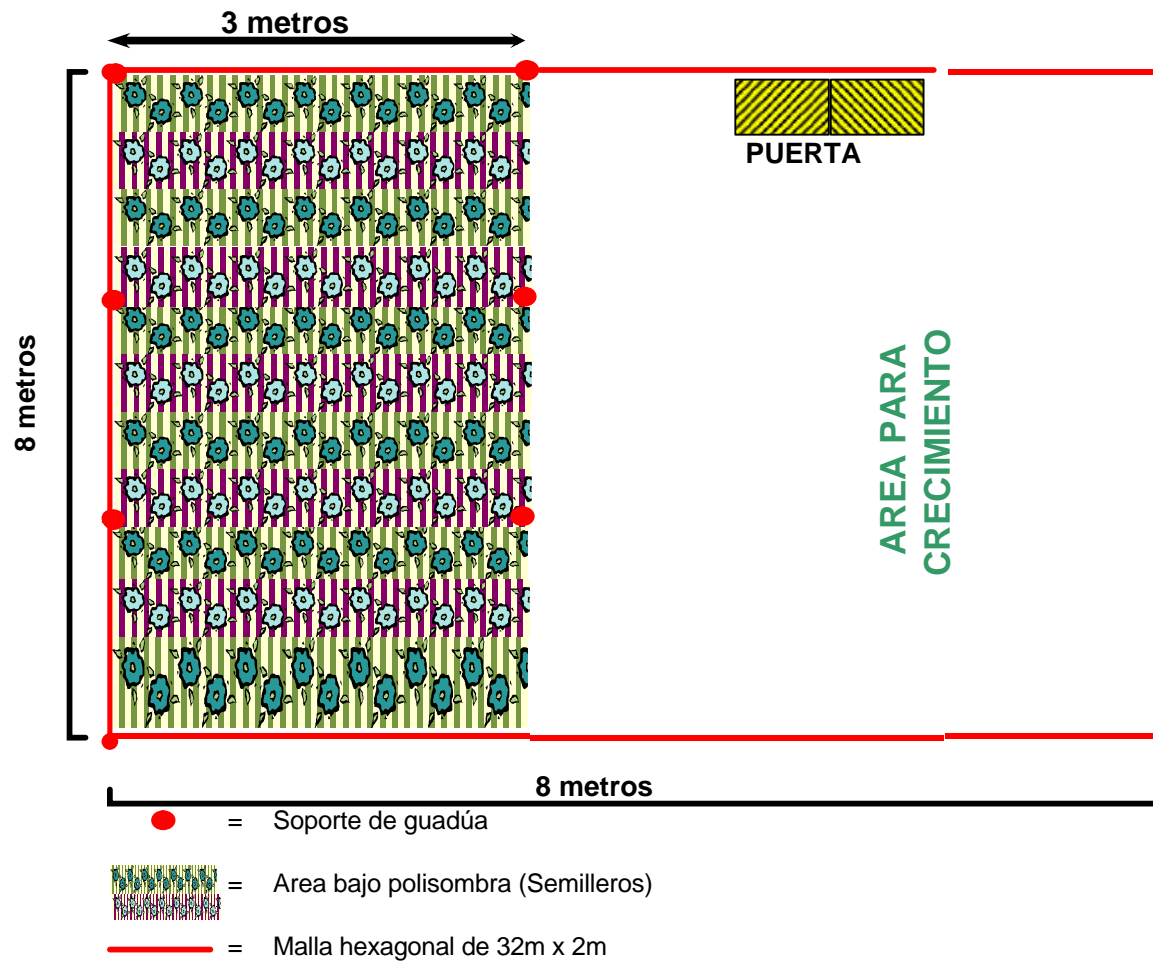
ANEXOS

Anexo 1. MODELO DE LOMBRICERO -- ILES Y TÚQUERRES



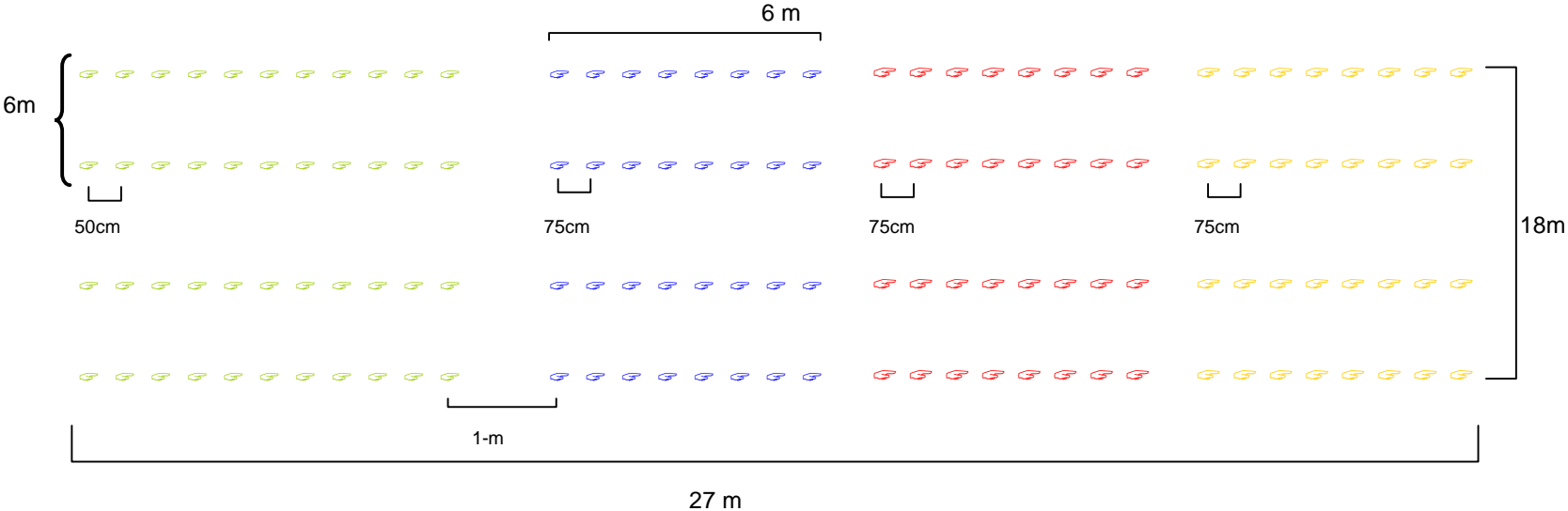
○	Soportes de guadúa
X	Malla 24m x 2,50m
□	Cama (madera + plástico)
■	Travesaño





Anexo 2. MODELO DE VIVERO -- ILES Y TÚQUERRES



Anexo 3. BARRRERAS VIVAS

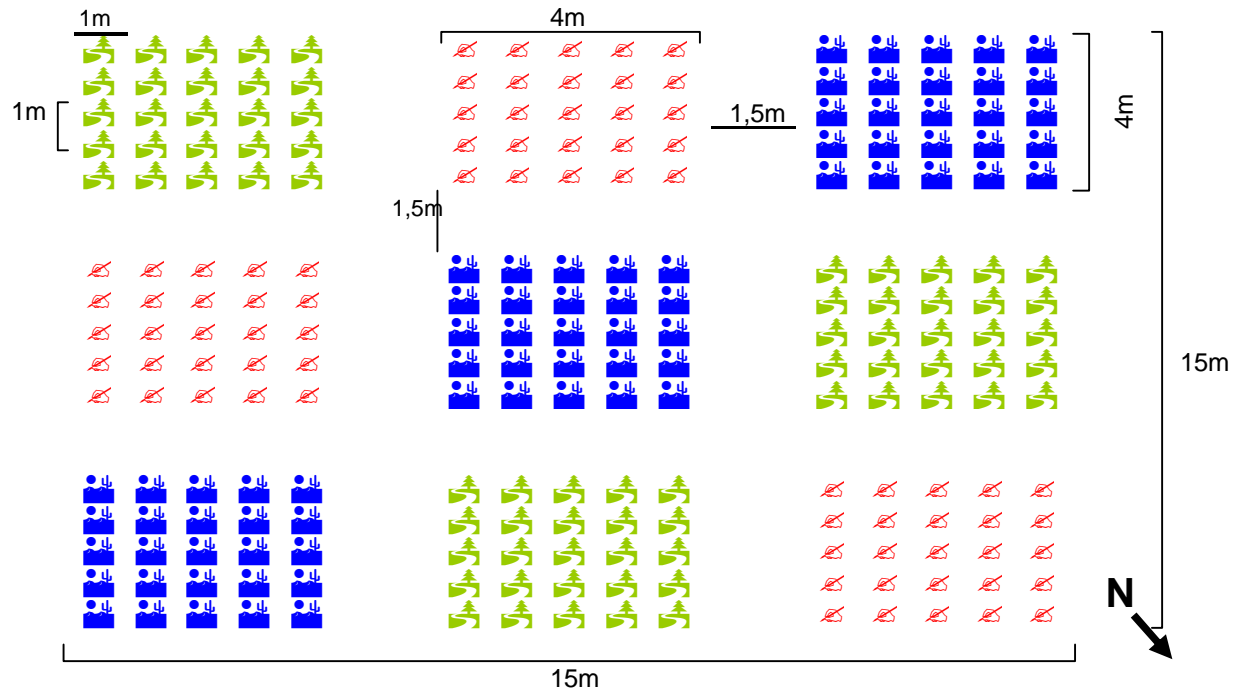
MAPA DE CAMPO ILES






	.= <i>Medicago sativa</i>
	.= <i>Pennisetum hybridum</i>
	.= <i>Phalaris sp.</i>
	.= <i>Tithonia diversifolia</i>

Anexo 4. SUBSOLADOR BIOLÓGICO

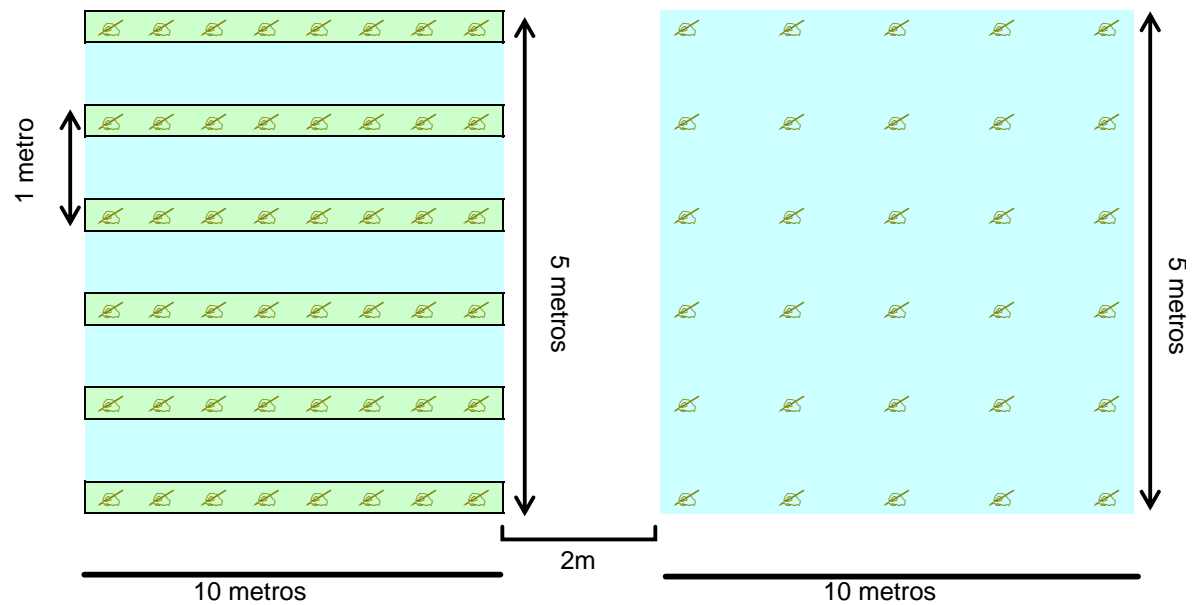
MAPA DE CAMPO - TÚQUERRES

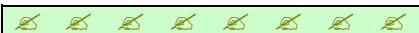



	=	T1	=	<i>Tithonia diversifolia</i>
	=	T2	=	<i>Baccharia sp.</i>
	=	T3	=	<i>Ambrosia sp.</i>

Anexo 5. ZANJAS DE ALTA FERTILIDAD

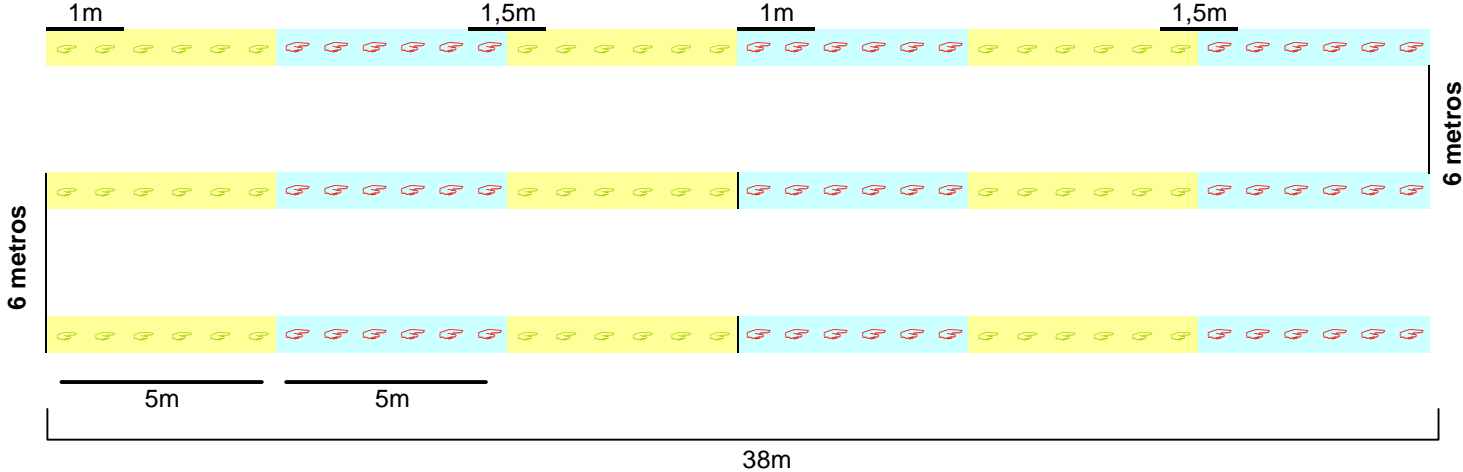
MAPA DE CAMPO





	= <i>Vicia sativa</i> con zanja de alta fertilidad
	= <i>Vicia sativa</i> sin zanja de alta fertilidad

Anexo 6. REFORESTACION RECUPERADORA

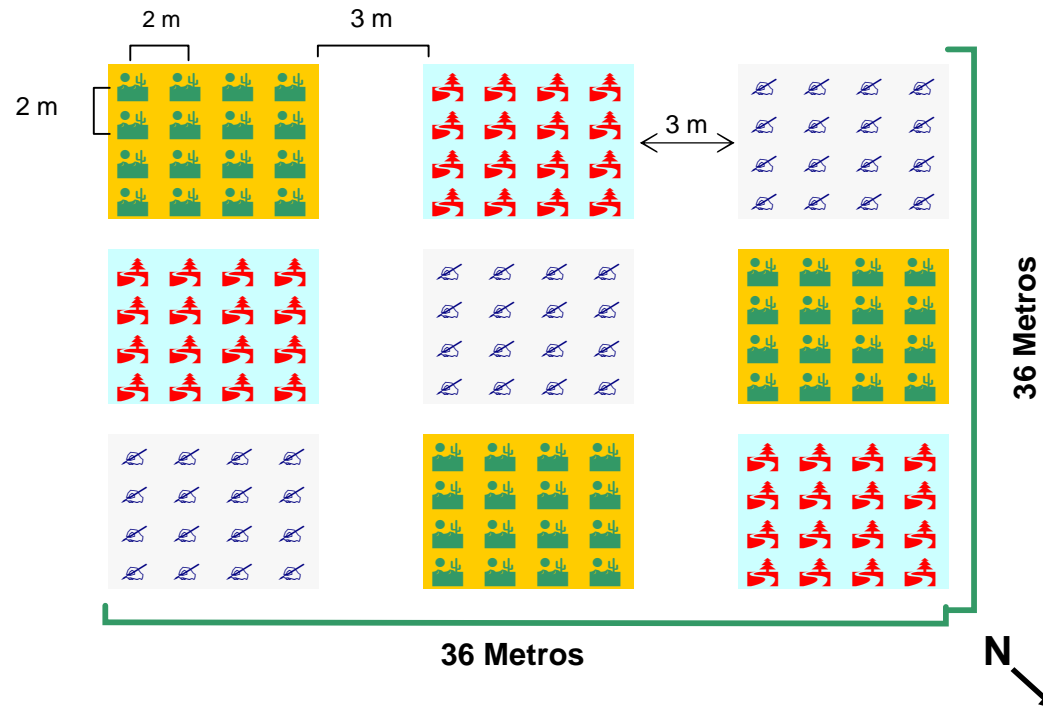
MAPA DE CAMPO - ILES






	=	<i>Tecoma stans</i>
	=	<i>Senna viarun</i>

Anexo 7. REFORESTACION PRODUCTORA

MAPA DE CAMPO TÚQUERRES



-  = *Eucalyptus viminalis*
-  = *Acacia melanxylon*
-  = *Eucalyptus grandis*

Anexo 9. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para *Medicago sativa*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	16,2	17,2	15,7	17,7	16,7	2	4,6	2	44
2	18,2	19,2	17,7	19,7	18,7	4	9,1	6	40
3	20,2	21,2	19,7	21,7	20,7	10	22,7	16	30
4	22,2	23,2	21,7	23,7	22,7	10	22,7	26	20
5	24,2	25,2	23,7	25,7	24,7	11	25	37	9
6	26,2	27,2	25,7	27,7	26,7	5	11,3	42	4
7	28,2	29,2	27,7	29,7	28,7	2	4,6	44	2

Anexo 10. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para *Tithonia diversifolia*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	33,2	41,2	32,7	41,7	37,2	2	7,1	2	28
2	42,2	50,2	41,7	50,7	46,2	2	7,1	4	26
3	51,2	59,2	50,7	59,7	55,2	5	17,8	9	24
4	60,2	68,2	59,7	68,7	64,2	8	28,5	17	19
5	69,2	77,2	68,7	77,7	73,2	4	14,5	21	11
6	78,2	86,2	77,7	86,7	82,2	7	25	28	7

Anexo 11. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para *Phalaris sp.*

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	47	54	46,5	54,5	50,5	6	21,4	6	28
2	55	62	54,5	62,5	58,5	4	14,3	10	22
3	63	70	62,5	70,5	66,5	3	10,7	13	18
4	71	78	70,5	78,5	74,5	9	32,2	22	15
5	79	86	78,5	86,5	82,5	4	14,3	26	6
6	87	94	86,5	94,5	90,5	2	7,1	28	2

Anexo 12. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura para *Pennisetum hybridum*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	60	67	59,5	67,5	63,5	4	14,2	4	28
2	68	75	67,5	75,5	71,5	9	32,1	13	24
3	76	83	75,5	83,5	79,5	4	14,2	17	15
4	84	91	83,5	91,5	87,5	6	21,4	23	11
5	92	99	91,5	99,5	95,5	4	14,2	27	5
6	100	107	99,5	107,5	103,5	0	0	27	1
7	108	115	107,5	115,5	111,5	1	3,9	28	1

Anexo 13. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Medicago sativa*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	47	55	46,5	55,5	51	7	15,9	7	44
2	56	64	55,5	64,5	60	10	22,7	17	37
3	65	73	64,5	73,5	69	14	31,81	31	27
4	74	82	73,5	82,5	78	9	20,45	40	13
5	83	91	82,5	91,5	87	3	6,81	43	4
6	92	100	91,5	100,5	96	0	0	43	1
7	101	109	100,5	109,5	105	1	2,33	44	1

Anexo 14. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Tithonia diversifolia*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	290	387	289,5	388	338,5	7	25	7	28
2	388	485	387,5	486	436,5	2	7,3	9	21
3	486	583	485,5	584	534,5	1	3,5	10	19
4	584	681	583,5	682	632,5	11	39,3	21	18
5	682	779	681,5	780	730,5	6	21,4	27	7
6	780	877	779,5	878	828,5	1	3,5	28	1

Anexo 15. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Phalaris sp.*

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	420	493	419,5	493,5	456,5	6	21,42	6	28
2	494	567	493,5	567,5	530,5	6	21,42	12	22
3	568	641	567,5	641,5	604,5	7	25	19	16
4	642	715	641,5	715,5	678,5	4	14,3	23	9
5	716	789	715,5	789,5	752,5	2	7,16	25	5
6	790	863	789,5	863,5	826,5	3	10,7	28	3

Anexo 16. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Pennisetum hybridum*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	900	1066	899,5	1067	983	2	7,1	2	28
2	1067	1233	1066,5	1234	1150	2	7,1	4	26
3	1234	1400	1233,5	1401	1317	4	14,5	8	24
4	1401	1567	1400,5	1568	1484	5	17,8	13	20
5	1568	1734	1567,5	1735	1651	10	35,7	23	15
6	1735	1901	1734,5	1902	1818	5	17,8	28	5

Anexo 17. Prueba “T” de la variable altura de *Vicia sativa* en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.

a. Cuadro de datos de la variable altura en cm por planta.

REPETICION	ZANJA DE ALTA FERTILIDAD	LABRANZA CONVENCIONAL	DIFERENCIA
1	57.5	33.1	24.4
2	56.26	28.4	27.86
3	50.7	27.1	23.6
4	49.46	25.6	23.86
5	61.96	21.2	40.76
SUMATORIA	275.88	135.4	140.48
PROMEDIO	55.17	27.08	28.09
% RELATIVO	203.73	100	103.73

b. Prueba “T” de student.

Error estándar de la media (Sd) = 3.25

$T_c = X \text{ diferencia} / Sd$

$T_c = 8,6$

$T_t = 2,776$ Al 0,05%

$T_c > T_t = \text{Es significativo}$

Anexo 18. Prueba “T” de la variable profundidad radical de *Vicia sativa* en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.

a. Cuadro de datos de la variable profundidad radical en cm por planta.

REPETICION	ZANJA DE ALTA FERTILIDAD	LABRANZA CONVENCIONAL	DIFERENCIA
1	24.1	11.6	12.5
2	26.7	14.3	12.4
3	24.9	12.1	12.8
4	24.6	15.7	8.9
5	25	12.1	12.9
SUMATORIA	125.3	65.8	59.5
PROMEDIO	25.1	13.2	11.9
% RELATIVO	190.5	100	90.5

b. Prueba “T” de student.

Error estándar de la media (Sd) = 0.75

$T_c = X \text{ diferencia} / S_d$

$T_c = 11.15$

$T_t = 2,776$ Al 0,05%

$T_c > T_t = \text{Es significativo}$

Anexo 19. Prueba “T” de la variable biomasa aérea de *Vicia sativa* en las zanjas de alta fertilidad en el municipio de Iles.

a. Cuadro de datos de la variable biomasa aérea en grs por planta.

REPETICION	ZANJA DE ALTA FERTILIDAD	LABRANZA CONVENCIONAL	DIFERENCIA
1	17.1	4.7	12.4
2	14.2	5.2	9
3	11.6	4.8	6.8
4	13.3	5.9	7.4
5	19.1	3.7	15.4
SUMATORIA	75.3	24.3	51
PROMEDIO	15.1	4.9	10.2
% RELATIVO	308	100	208

b. Prueba “T” de student.

Error estándar de la media (Sd) = 0.75

Sd = 13,1

Tc = X diferencia/Sd

Tc = 6,3

Tt = 2,776 Al 0,05%

Tc > Tt = Es significativo

Anexo 20. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Baccharia sp*

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	245	293	244,5	293,5	269	9	33,28	9	27
2	294	342	293,5	342,5	318	4	14,81	13	18
3	343	391	342,5	391,5	367	7	26	20	14
4	392	440	391,5	440,5	416	2	7,4	22	7
5	441	489	440,5	489,5	465	3	11,11	25	5
6	490	538	489,5	538,5	514	2	7,4	27	2

Anexo 21. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Ambrosia sp.*

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	304	390	303,5	390,5	347	2	7,4	2	27
2	391	477	390,5	477,5	434	10	37,1	12	25
3	478	564	477,5	564,5	521	6	22,2	18	15
4	565	651	564,5	651,5	608	5	18,5	23	9
5	652	738	651,5	738,5	695	2	7,4	25	4
6	739	825	738,5	825,5	782	2	7,4	27	2

Anexo 22. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable peso evaluado en *Tithonia diversifolia*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	450	561	449,5	561,5	505,5	3	11,11	3	27
2	562	673	561,5	673,5	617,5	5	18,52	8	24
3	674	785	673,5	785,5	729,5	6	22,22	14	19
4	786	897	785,5	897,5	841,5	6	22,22	20	13
5	898	1009	897,5	1010	953,5	4	14,82	24	7
6	1010	1121	1009,5	1122	1065,5	3	11,11	27	3

Anexo 23. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por *Tecoma stans*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	31	32	30,5	32,5	31,5	1	1,8	1	54
2	33	34	32,5	34,5	33,5	9	16,9	10	53
3	35	36	34,5	36,5	35,5	15	27,7	15	44
4	37	38	36,5	38,5	37,5	16	29,6	41	29
5	39	40	38,5	40,5	39,5	6	11,1	47	13
6	41	42	40,5	42,5	41,5	6	11,1	53	7
7	43	44	42,5	44,5	43,5	1	1,8	54	1

Anexo 24. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por *Senna viarum*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	34	35	33,5	35,5	34,5	2	3,7	2	54
2	36	37	35,5	37,5	36,5	12	22,2	14	52
3	38	39	37,5	39,5	38,5	22	40,9	36	40
4	40	41	39,5	41,5	40,5	12	22,2	48	18
5	42	43	41,5	43,5	42,5	3	5,5	51	6
6	44	45	43,5	45,5	44,5	2	3,7	53	3
7	46	47	45,5	47,5	46,5	1	1,8	54	1

Anexo 25. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable número de hojas generadas por *Senna viarum*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	16	17	15,5	17,5	16,5	5	9,3	5	54
2	18	19	17,5	19,5	18,5	11	20	16	49
3	20	21	19,5	21,5	20,8	9	17	25	38
4	22	23	21,5	23,5	22,5	10	19	35	29
5	24	25	23,5	25,5	24,5	10	19	45	19
6	26	27	25,5	27,5	26,5	9	17	54	9

Anexo 26. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable número de hojas generadas por *Tecoma stans*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	18	19	17,5	19,5	18,5	6	11,4	6	54
2	20	21	19,5	21,5	20,5	11	20,3	17	48
3	22	23	21,5	23,5	22,5	12	22,2	29	37
4	24	25	23,5	25,5	24,5	9	16,6	38	25
5	26	27	25,5	27,5	26,5	9	16,6	47	16
6	28	29	27,5	29,5	28,5	7	12,9	54	7

Anexo 27. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura generada por *Acacia melanoxylon*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	25	29	24,5	29,5	27	9	18,75	9	48
2	30	34	29,5	34,5	32	6	12,5	15	39
3	35	39	34,5	39,5	37	20	41,6	35	33
4	40	44	39,5	44,5	42	7	14,5	42	13
5	45	49	44,5	49,5	47	4	8,3	46	6
6	50	54	49,5	54,5	52	2	4,35	48	2

Anexo 28. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura en *Eucalyptus viminalis*.

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	45	49	44,5	49,5	47	8	16,6	8	48
2	50	54	49,5	54,5	52	7	14,58	15	40
3	55	59	54,5	59,5	57	11	22,9	26	33
4	60	64	59,5	64,5	62	11	22,9	37	22
5	65	69	64,5	69,5	67	8	16,6	45	11
6	70	74	69,5	74,5	72	3	6,42	48	3

Anexo 29. Cuadro de distribución de frecuencia de la variable altura en *Eucalyptus grandis*

Número de Clase	Límite de Clase		Límite Real		Valor Central	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Menor Que	Mayor Que
	Inferior	Superior	Inferior	Superior					
1	28	34	27,5	34,5	31	4	8,3	4	48
2	35	41	34,5	41,5	38	11	22,9	15	44
3	42	48	41,5	48,5	45	16	33,3	31	33
4	49	55	48,5	55,5	52	9	18,7	40	17
5	56	62	55,5	62,5	59	5	10,4	45	8
6	63	69	62,2	69,5	66	3	6,4	48	3