

**EFFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
ARBUSTIVAS *Baccharis polyantha*, *Tithonia diversifolia* y *Ambrosia tenuifolia*,
EN LA RECUPERACIÓN PARCIAL DE UN SUELO DE LA VEREDA
TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES**

**RONALD JEISON ANDRADE RIASCOS
JAIRO IVÁN ERAZO DE LA CRUZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO – COLOMBIA
2005**

**EFFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
ARBUSTIVAS *Baccharis polyantha*, *Tithonia diversifolia* y *Ambrosia tenuifolia*,
EN LA RECUPERACIÓN PARCIAL DE UN SUELO DE LA VEREDA
TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES**

**RONALD JEISON ANDRADE RIASCOS
JAIRO IVAN ERAZO DE LA CRUZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESIDENTE
BENJAMIN SAÑUDO SOTELO I.A**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO – COLOMBIA
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:

Benjamín Sañudo Sotelo I.A
Presidente de Tesis

Jesús Castillo Franco I.Agr Ph.D.
Delegado asesor

Olga Insuasty Santacruz I.A Esp.
Jurado

Javier García Alzate I.A M.Sc
Jurado

San Juan de Pasto, octubre de 2005

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la fuerza necesaria para cumplir todas mis metas.

A mis padres Tomas y Esperanza
por su amor incondicional
que me brindaron, en toda mi vida,
en especial en esta etapa que culmino.

A mis hermanos Geovanny, Henry y Gina
por su apoyo incondicional
brindado durante todos estos años
que gracias a ellos
hicieron posible este triunfo

A la memoria de Segundo Parra Guerrero,
amigo y compañero, que con su alegría
siempre permanecerá en nuestros corazones.

A mis familiares y amigos
por sus consejos y apoyo
que me dieron la fortaleza para seguir adelante

RONALD JEISON ANDRADE RIASCOS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme el valor y ser mi guía durante esta etapa de mi vida.

A mis padres, Samuel y Piedad, por apoyarme y brindarme todo su amor, porque sin ellos este y muchos otros triunfos no serian posibles.

A mis hermanos Olger y Samuel, por su alegría, colaboración y estar siempre presentes en los momentos más difíciles.

A mi sobrina Maria Camila, por irradiar alegría y amor desde el momento que llego a nuestras vidas.

·
A la memoria de Segundo Parra Guerrero, amigo y compañero, que su recuerdo siempre perdurara en nuestros corazones.

A mis familiares y amigos , por compartir los buenos y malos momentos.

JAIRO IVÁN ERAZO DE LA CRUZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas por su colaboración y apoyo brindados en el transcurso de este trabajo:

BENJAMIN SAÑUDO SOTELO I.A. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

GERMAN ARTEAGA MENESES I.A M.Sc. Decano de la Faculta de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

JESÚS CASTILLO FRANCO I.A. Ph.D. Docente Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

OLGA INSUASTY SANTACRUZ I.A Esp. Docente Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

JAVIER GARCÍA ALZATE I.A M.Sc. Docente Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

ALVARO CASTILLO MARIN I.A Esp. Secretario Académico Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

Todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. MARCO TEORICO	22
1.1 DEGRADACION DEL SUELO	22
1.1.1 Erosión	22
1.1.1.1 Clases de erosión	22
1.1.1.2 Factores de la erosión	24
1.1.1.3 Consecuencias de la erosión	24
1.2 CONSERVACION Y RECUPERACION DE SUELOS	25
1.2.1 Sistemas de conservación de suelos	26
1.2.1.1 Barreras vivas	26
1.2.1.2 Distribución adecuada de cultivos	26
1.2.1.3 Rotación de cultivos	26
1.2.1.4 Plantas de cobertura y abonos verdes	26
1.2.1.5 Zanjas de infiltración	27
1.2.1.6 Construcción de pircas	27
1.2.1.7 Recuperación de cárcavas	27
1.3 ABONOS VERDES	27
1.3.1 Aspectos generales	27
1.3.2 Efectos en las propiedades químicas y físicas del suelo	29
1.4 <i>Tithonia diversifolia</i>	31

1.4.1	Clasificación	31
1.4.2	Descripción	32
1.4.3	Distribución	32
1.4.4	Usos	32
1.5	<i>Baccharis polyantha</i>	34
1.5.1	Clasificación	34
1.5.2	Descripción	34
1.5.3	Distribución	34
1.5.4	Usos	35
1.6	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	35
1.6.1	Clasificación	35
1.6.2	Descripción	35
1.6.3	Usos	36
2.	DISEÑO METODOLOGICO	37
2.1	LOCALIZACIÓN	37
2.2	DISEÑO EXPERIMENTAL	37
2.3	DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL	37
2.4	IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	37
2.4.1	Tratamiento 1.	37
2.4.2	Tratamiento 2.	39
2.4.3	Tratamiento 3.	40
2.4.4	tratamiento 4.	40
2.5	ABONAMIENTO ORGANICO	41

2.6 LABORES DE CULTIVO	42
2.7 EVALUACIONES EN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS	42
2.7.1 Crecimiento de las especies arbustivas	42
2.7.2 Peso total	42
2.7.3 peso de hojas	42
2.7.4 Peso de tallos	43
2.7.5 Longitud y peso de raíces	43
2.8 INCORPORACION DE BIOMASA	43
2.9 SIEMBRA DE TRIGO Y LABORES DE CULTIVO	43
2.10 EVALUACIONES EN TRIGO	45
2.10.1 Altura de plantas	45
2.10.2 Número de tallos totales y efectivos por m ²	45
2.10.3 Número de granos por espiga	45
2.10.4 Peso de 1000 granos	45
2.10.5 Rendimiento de grano seco	45
2.11 ANALISIS ESTADISTICO	46
2.12 ANALISIS ECONOMICO	46
2.13 DIVULGACION COMUNITARIA	47
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1 EVALUACIONES EN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS	48
3.1.1 Altura	48
3.1.2 Número de ramas	50
3.1.3 Peso total	52

3.1.4	Peso de hojas	54
3.1.5	Peso seco de hojas	54
3.1.6	Peso de tallos	55
3.1.7	Peso seco de tallos	56
3.1.8	Longitud y peso de raíces	57
3.2	EVALUACIONES EN TRIGO	57
3.2.1	Tallos totales y efectivos de trigo/m ²	57
3.2.2	Altura plantas de trigo (cm).	58
3.2.3	Número de granos por espiga	60
3.2.4	Peso de 1000 granos de trigo	61
3.2.5	Producción de grano seco (kg/ha)	61
3.3	ANALISIS ECONOMICO	62
3.3.1	Análisis de sensibilidad	65
3.4	DIVULGACION COMUNITARIA	67
4.	CONCLUSIONES	69
5.	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFIA	71
	ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Promedio general de altura de las especies arbustivas por corte.	48
Tabla 2. Altura de <i>Baccharis polyantha</i> , <i>Tithonia diversifolia</i> y <i>Ambrosia tenuifolia</i> .	49
Tabla 3. Número de ramas para el primer corte.	50
Tabla 4. Número de ramas para el segundo corte.	50
Tabla 5. Número de ramas para el tercer corte.	51
Tabla 6. Peso total de las especies por corte.	52
Tabla 7. Peso total de las especies arbustivas.	53
Tabla 8. Peso de hojas de las especies.	54
Tabla 9. Peso seco de hojas por corte.	55
Tabla 10. Peso seco de hojas.	55
Tabla 11. Peso de tallos.	56
Tabla 12. Peso seco de tallos.	56
Tabla 13. Tallos totales y efectivos de trigo/m ² .	58
Tabla 14. Altura plantas de trigo (cm).	60
Tabla 15. Número de granos/espiga	61
Tabla 16. Producción de grano seco kg/ha	62

Tabla 17. Costos totales de producción de trigo (\$/ha)	63
Tabla 18. Costos de implantación de las especies arbustivas	64
Tabla 19. Tabla de retribución	65
Tabla 20. Costos de implantación con una disminución del 55.92% correspondiente a mano de obra.	66
Tabla 21. Tabla de retribución para una disminución del 55.92% del total de la inversión.	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mapa municipio de Iles en el Departamento de Nariño.	38
Figura 2. Tratamiento T1: Testigo	39
Figura 3. Tratamiento T2: <i>Tithonia diversifolia</i> .	39
Figura 4. Tratamiento T3: <i>Ambrosía tenuifolia</i>	40
Figura 5. Tratamiento T4: <i>Baccharis polyantha</i>	41
Figura 6. Sistema radicular de las especies.	44
Figura 7. Roturación del terreno para la posterior siembra de trigo	46
Figura 8. Parcelas de trigo en cada tratamiento, cerca de la cosecha	59
Figura 9. Días de campo con agricultores de las veredas Tablón Alto, Tablón Bajo, Tamburán y Urbano (Iles), San Francisco (Contadero), y Chair (Córdoba).	68

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Distribución experimental utilizada.	76
Anexo B. Análisis de varianza y prueba Tukey para altura (cm) de las especies arbustivas.	77
Anexo C. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de ramas de las especies arbustivas.	78
Anexo D. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso total (gr) de las especies arbustivas.	79
Anexo E. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso de hojas (gr) de las especies arbustivas.	80
Anexo F. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso seco de hojas (gr) de las especies arbustivas.	81
Anexo G. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso de tallos (gr) de las especies arbustivas.	82
Anexo H. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso seco de tallos (gr) de las especies arbustivas.	83
Anexo I. Análisis de varianza para longitud de raíces (cm) y peso de raíces (gr) de las especies arbustivas.	84
Anexo J. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de tallos totales y efectivos de trigo por metro cuadrado.	85
Anexo K. Análisis de varianza y prueba Tukey para altura de plantas de trigo (cm).	86
Anexo L. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de granos por espiga.	87
Anexo M. Análisis de varianza para peso de 1000 granos (gr).	88
Anexo N. Análisis de varianza y prueba Tukey para producción de grano seco (Kg/ha).	89
Anexo O. Listas de asistencia de agricultores a días de campo.	90
Anexo P. Boletín divulgativo	95

GLOSARIO

ALELOPATIA: Efecto que ejerce unas plantas con sustancias químicas que inhiben el crecimiento de otras plantas.

ANDEVA: O análisis de varianza, es una técnica estadística que sirve para desglosar o partir de una varianza total en varios componentes de variación identificables. En síntesis, es un proceso analítico de composición de la suma de cuadrados asociados a cada componente del modelo.

ARBUSTO: Planta de tallos leñosos que difiere de los árboles sobre todo por su altura que es menor y por estar ramificada desde la base.

ASTERICEAE: Familia de plantas dicotiledóneas, herbáceas o arbustiva que se distinguen por sus hojas simples o sencillas reunidas en cabezuelas.

BIOMASA: Materia total de las plantas que corresponde a tallos, hojas, flores frutos, desarrollado durante un tiempo determinado.

CANGAGUA: Material parental.

CAPA ARABLE: Capa del suelo en la cual se pueden desarrollar cultivos agrícolas de tipo comercial.

CURVAS A NIVEL: Punto que se unen a la misma altura

ESCORRENTIA: Drenaje externo del suelo.

HOJAS CADUCAS: hojas de árboles y plantas que se les cae al empezar una estación desfavorable.

HUMUS: Resultado de la descomposición de la materia orgánica que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos.

LIGNIFICAR: Proceso de desarrollo de algunas plantas en la cual pasan de consistencia herbácea a leñosa

LIXIVIACION: proceso de disolución y transporte de las sales solubles por el movimiento del agua hasta horizontes inferiores.

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

PODAS: Operación que consiste en eliminar de las plantas leñosas las ramas y ápices de ramas para aliviar la carga que le imponen a esta, con el fin de erradicar enfermedades o elementos lesionados, para aumentar el número de rebrotes en el caso de especies forrajeras, para aumentar la cantidad y calidad de flores o frutos, o para dar a ésta alguna forma artificial.

PROLIFICA: Capacidad que tienen las especies para reproducirse de forma rápida y efectiva.

REBROTE: Tallo nuevo que se genera de una planta, después de que se la ha podado o eliminado la dominancia apical.

SUBSUELO: Terreno que está debajo de la capa arable o en general debajo de una capa de tierra.

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la vereda Tablón Alto Municipio de Iles, desde el mes de diciembre del 2002 hasta abril de 2005, y consistió en la evaluación del efecto del establecimiento de botón de oro *Tithonia diversifolia*, chilca *Baccharis polyantha* y marco o altamisa *Ambrosia tenuifolia* en la recuperación parcial de un suelo deteriorado.

Se trabajo con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos correspondieron a testigo (Terreno inalterado); *Tithonia diversifolia*; *Ambrosia tenuifolia* y *Baccharis polyantha*. Se contó con un lote de 40.50 m x 15.0 m, donde se trazaron 12 parcelas de 4m x 9m.

Antes de la floración se evaluó la altura y la biomasa de cada una de las especies, luego se procedió a cortar, picar e incorporar las plantas al suelo superficial, esta labor se ejecuto por tres oportunidades, además después del último corte se evaluó la longitud y el peso de las raíces de estas especies

Después del último corte se un lapso de 45 días para proceder a roturar las parcelas, incluido el testigo. En seguida se sembró al voleo la semilla de trigo C2 a razón de 120 kg/ha.

Cerca de la cosecha de trigo se midió la altura, el número de tallos totales y efectivos por metro cuadrado, el numero de granos por espiga, como también el peso de 1000 granos y la producción de grano seco.

La inversión para la implantación de cada una de estas especies para la recuperación parcial de un suelo deteriorado es de \$ 3'880.700, esta inversión es retribuida parcialmente en el primer ciclo de un cultivo en este caso trigo. Los avances y resultados de este estudio se compartieron a la comunidad de las veredas Tablón Alto, Tamburán y Urbano del municipio de Iles; vereda Chair del municipio de Córdoba y vereda San Francisco del municipio de Contadero, a través de actividades de extensión rural, mediante dos días de campo, donde se entrego a cada uno de los asistentes un boletín, donde se explicaba el proceso de recuperación parcial de un suelo.

ABSTRACT

This work was carried out in the Tablón Alto footpath located in to the municipality of Iles, since the December month of the 2002 until April month of the 2005 This work is about the evaluation of establishment effect of botón de oro *Tithonia diversifolia*, chilca *Baccharis polyantha* and marco *Ambrosia tenuifolia* in the partial of a damaged soil.

A random block design with four treatments and three repetitions was used. Treatments correspond to witness (unchanged soil); *Tithonia diversifolia*; *Ambrosia tenuifolia*; *Baccharis polyantha*. A 40.50 meter x 15.0 meter plot was used. A total number of 12 parcels of 4 meters x 9 meters were on plot.

Before flowering, height and biomass of each species were tested. After it, it was continued cutting, slitting and incorporating plants to superficial soil. This work was executed three times. Root length and weight were tested after last cutting.

After last cutting a 45 – day period was taken to label parcels, witness was included. After that, 120 Kg/ha of wheat C2 seed was grown scattering.

Height of wheat was measured near to harvest, number of total and effective stems a square meter to number of grains per spike, the 1000 - grains weight and the product evaluation of dried grain.

The inversion to implement each species to gain the partial recovery of damaged soil was \$ 3'880.700 This value is partially repaid in the first cycle of cultivation in this case, wheat. Advances and results of this study were shown to community of Tablón Alto, Tamburán and Urbano footpaths into the municipality of Iles, Chair footpath into the municipality of Córdoba, and San Francisco footpath into the municipality of Contadero through training activities in two field days. A bulletin was delivered to each assistant were the process of partial recovery of soil was explained.

INTRODUCCION

En la zona triguera del departamento de Nariño, es preocupante el deterioro de los suelos como consecuencia de un laboreo inadecuado, desprotección superficial, falta de reposición orgánica, inadecuadas practicas agronómicas. El problema es mas pronunciado en la mayoría de regiones bajo los 2600 metros de altura, en donde la capa superficial es pequeña y está sentada sobre un material parental compactado, denominado CANGAGUA CIEGA, que imposibilita el movimiento y almacenamiento adecuado de agua, a la vez que predispone a un lavado del suelo superficial por arrastre.

Las practicas convencionales de manejo de suelos no ofrecen resultados favorables por las mismas características de formación y evolución del sustrato, quedando como única posibilidad la implantación de especies vegetales cuyo sistema radical sea profundo y a la vez, haga una subsolación del horizonte interno, además de ofrecer buenas perspectivas en el aporte de biomasa verde.

Las especies chilca *Baccharis polyantha*, botón de oro *Tithonia diversifolia* y marco o altamisa *Ambrosia tenuifolia* de la familia ASTERICAE, se comportan bien en suelos degradados, por lo que es necesario su estudio en el aspecto de promover una recuperación a un plazo relativamente corto y permitir una cosecha rentable de trigo en lotes ya abandonados para la actividad agrícola, las cuales son frecuentes en la vereda Tablón Alto del municipio de Iles.

El presente trabajo se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Determinar el crecimiento de las plantas de botón de oro, chilca y marco en un suelo con problemas de deterioro de la vereda Tablón Alto, municipio de Iles.

Evaluar los aportes de biomasa verde a través de tres cortes y la profundización final del sistema radical.

Evaluar el efecto del establecimiento de las especies en estudio, sobre los componentes de producción y rendimientos de grano seco de trigo C2 (ICA Yacuanquer x Tiba 63).

Divulgar la practica ante la comunidad rural de la vereda y regiones aledañas con problemática similar, mediante actividades de extensión rural participativa.

1. MARCO TEORICO

1.1 DEGRADACION DEL SUELO

García¹, afirma que la degradación del suelo es un proceso que disminuye la calidad y cantidad de suelo, y de esta manera disminuyendo la fertilidad natural que se puede dar por varios procesos como: erosión, salinización, contaminación, drenaje, acidificación y pérdida de la estructura del suelo, o a una combinación de ellos. La degradación del suelo también está ligada a procesos desarrollados a mayor escala, como la desertización.

El proceso de degradación más importante es la pérdida de suelo por acción del agua y el viento como también los movimientos masivos, por la acción del hombre y animales.²

1.1.1 Erosión:

Según Porta, López, y Roquero³, se define la erosión como la perdida gradual del material que constituye el suelo, al ir siendo arrastradas las partículas (disgregadas, arrancadas y transportadas), a medida que van quedando en la superficie. Este proceso se caracteriza por ser lento; no obstante en relación con la velocidad de la formación del suelo se debe considerar como un proceso rápido, donde hay una disminución de materiales superficiales, lo cual conlleva a características menos favorables para el crecimiento de raíces y para el suministro de nutrientes y agua. Por tal razón disminuye la capacidad de producción de biomasa vegetal, hay menor protección del suelo y como el proceso es progresivo, finalmente el terreno se vuelve improductivo.

1.1.1.1 Clases de erosión

Erosión hídrica: Carrasco J y Reckman⁴, aseguran que la fuerza con la que caen las gotas de agua al suelo producen salpicadura sobre los agregados de un suelo desnudo, liberando pequeñas partículas (arcillas, limo, arena) que

¹ GARCIA CAMARERO, J. Los sistemas vitales suelo agua y bosque: su degradación y restauración. En: Hojas Divulgadoras. Madrid. Vol. 8, No. 3 (1989); p. 6.

² Ibíd., p. 7.

³ PORTA, Jaime., LOPEZ, Marta. Y ROQUERO, Carlos Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 1994. p. 590 – 591.

⁴ CARRASCO, Jorge. Y RECKMAN, Oscar. La conservación de suelos. En: Investigación y progreso agropecuario. Quilamapu. Chile. No. 59 (ene. – mar. 1994); p. 18.

antes estaban bien cohesionadas entre si, Este proceso se conoce con el nombre de erosión por salpicadura.

Dentro de la erosión hídrica, aseguran Porta, López, y Roquero⁵, que hay procesos de erosión laminar y erosión por surcos y cárcavas, donde la primera corresponde a la pérdida de una capa de suelo uniforme, en un terreno inclinado y afecta las partículas liberadas por salpicadura, en cambio la erosión por surcos y cárcavas se produce porque el agua no es absorbida rápidamente y empieza a correr sobre la superficie, pasando de un flujo laminar a un flujo de mayor concentración, para arrastrar suelo, formando canales, que luego se transforman en cárcavas.

Erosión eólica: Bowen y Kratky⁶, sostienen que es un proceso erosivo causado por el viento arrastrando la parte más fértil del suelo, la cual se da en suelos desnudos, donde el viento al chocar con la superficie puede transportar desde partículas finas hasta arenas, siendo estas las más frecuentes, En casos especiales las partículas pueden volar algunos miles de kilómetros para depositarse en regiones totalmente distintas.

Erosión acelerada o antropica: Según Cervantes, y Romero⁷, es propiciada por la intervención humana al utilizar sistemas y herramientas inadecuadas en los cultivos, el exceso de pastoreo, la instalación de industrias, la construcción de carreteras; que destruyen parcial o totalmente el dosel protector de la vegetación acelerando la erosión, La deforestación se transforma en la causa principal de la pérdida de protección del suelo y actúa como un detonador del comienzo de los diferentes procesos erosivos.

Erosión natural o geológica: Consiste en el desgaste natural de la superficie terrestre donde no hay intervención del hombre; es un proceso muy lento casi imperceptible que tiende a buscar equilibrio entre el suelo, la vegetación, los animales y el agua. La erosión geológica contribuye a la formación del relieve, a la meteorización de las rocas y a la formación de los suelos⁸.

⁵ PORTA, Jaime., LOPEZ, Marta. Y ROQUERO, Carlos, Op. Cit., p. 594 – 595.

⁶ BOWEN, John. Y KRATKY, Bernard. Control de la erosión: Métodos para evitar la pérdida del valioso suelo. En: Agricultura de las Américas. Kansas. Vol. 32, No. 8 (ago 1983); p. 6 – 7.

⁷ CERVANTES, Clara. Y ROMERO, Jorge. Conservación de suelos. En: Colombia sus gentes y regiones. Bogotá. No. 25 (mar 1992); p. 34 – 35.

⁸ Ibíd., p. 34.

1.1.1.2 Factores de la erosión. Carrasco y Reckman⁹, afirman que la erosión de los suelos depende de la interacción de factores como:

Inclinación del terreno: Entre mayor sea la pendiente del terreno, mayor es su susceptibilidad a la erosión.

La intensidad de las lluvias y su frecuencia: Cuanto mas intensas y frecuentes sean las lluvias en un determinado lugar, mayor será el arrastre de suelo.

Densidad de la cubierta vegetal: Entre mas densa sea la cubierta de el suelo, menor será el riesgo de erosión.

La longitud de la pendiente: Entre mas extenso el terreno es mas susceptible a erosionarse, y aun mas cuando este no posee ninguna barrera que impida el arrastre de suelo, ya sea una barrera vegetal u otra que impida el escurrimiento de el agua.

El tipo de suelo: la erosión de los suelos también esta relacionada con su constitución. Los suelos mas sueltos como los arenosos muestran mayor susceptibilidad a la erosión que los suelos arcillosos y los que contienen mucha materia orgánica. Los dos últimos tienen mayor grado de cohesión y por lo tanto resisten mejor el impacto de las gotas de lluvia.

El estado del suelo: El suelo con un exceso de preparación es más sensible a la erosión, que otro que esta conformado por uno por terrones grandes, mientras más preparado este el suelo se produce mayor arrastre de partículas por el agua.

1.1.1.3 Consecuencias de la erosión

Los procesos erosivos anteriormente descritos, según Cervantes, y Romero¹⁰, conllevan a la perdida de suelo en mayor o menor cantidad. Los efectos mas notables son la disminución de la productividad de la tierra debido a la perdida de materia orgánica y reducción de la capa arable, como también la perdida de nutrientes como consecuencia de desprendimiento y transporte de materiales finos y además de la compactación de la zona radicular, se pierde la agregación de partículas, dando como resultado una estructura desorganizada donde hay tendencia a encostramientos o endurecimientos, reduciendo la capacidad de infiltración y aumentando la escorrentía.

⁹ CARRASCO, Jorge. Y RECKMAN, Oscar., Op. cit., p.18 -19.

¹⁰ CERVANTES, Clara. Y ROMERO, Jorge. Op. cit., p. 37.

1.2 CONSERVACION Y RECUPERACION DE SUELOS

Sicard¹¹ señala que la conservación de suelos son todas las practicas que conducen a disminuir los riesgos de erosión en el suelo, cuando los suelos han sufrido un deterioro se procede a una recuperación de suelos, que son aquellas practicas que permiten mejorar la fertilidad del suelo y hacerlo apto para la producción de cultivos.

El mismo autor afirma que la conservación de suelos en Colombia tuvo sus inicios en los años cincuentas y sesentas, en la que sobresalieron las obras civiles como las de contención, acequias, terraplenes y gaviones. Estas prácticas consideraban un comportamiento netamente físico del recurso suelo entendido como un componente abiótico, relacionado a las condiciones del relieve y a las características climáticas locales¹².

Posteriormente el suelo tuvo una interpretación diferente, la cual proponía que este dejaba de ser un componente abiótico y se definía como un cuerpo natural que contiene organismos y que permite el desarrollo vegetal en condiciones normales. De esta manera las practicas de conservación se ampliaron incluyendo además de las obras civiles, manejos propios de la agronomía como son el uso de coberturas, cultivos múltiples, rotación de cultivos, barreras vivas, abonos verdes, incorporación de residuos y compostaje¹³.

Como dice Jansen, y Fehrenbacher¹⁴, el primer paso al planear la recuperación de las tierras de cultivos erosionados es estabilizar la superficie, para controlar las fuerzas erosivas futuras. Los planes para controlar la erosión deben ser compatibles con el uso económico de la tierra; de otra manera con el tiempo el agricultor podría abandonar estas medidas de control y permitir que el suelo se degrade nuevamente.

¹¹ SICARD, Ferry. Relaciones comunidad y academia en la conservación de suelos bajo criterios de Agricultura Biológica. En: Geotrópica. Bogota. No 2 (Ago 1997); p. 51.

¹² Ibid., p. 51

¹³ Ibid., p. 51.

¹⁴ JANSEN, Iván. Y FEHRENBACHER, Joe., Rehabilitación de suelos dañados. En: Agricultura de las Américas. Kansas. Vol. 32. No.2 (Feb 1983), p. 32, – 34.

1.2.1 Sistemas de conservación de suelos

Jiménez, Muschler y Kopsell, afirman que “el manejo y la conservación de suelo incluye dos aspectos fundamentales: el control de la erosión y el mantenimiento (o mejoramiento) de la fertilidad”¹⁵

Los sistemas de conservación de suelo se dividen en culturales, agronómicos y mecánicos. Las practicas culturales y agronómicas, se consideran mas adecuadas sencillas y económicas¹⁶.

1.2.1.1 Barreras vivas. Valenzuela y Carrasco¹⁷, definen esta practica como una hilera de plantas (árboles, arbustos, pastos) establecidas en laderas y en curvas a nivel, con el fin de reducir la velocidad del agua de lluvias que escurre sobre la superficie del terreno y retener los materiales transportadas por ella.

1.2.1.2 Distribución adecuada de cultivos. Cervantes y Romero¹⁸, afirma que los cultivos temporales deben adecuarse en lugares donde no estén sujetos al arrastre superficial, con el fin de que las labores de preparación, manejo y explotación no aceleren el proceso de erosión.

1.2.1.3 Rotación de cultivos. Consiste en sembrar cultivos distintos en tiempos diferentes. Además de cambiar la densidad de cobertura en un mismo terreno, lo cultivos que se rotan deben tener e lo posible requerimientos nutricionales diferentes y no ser susceptible a las mismas plagas y enfermedades¹⁹.

1.2.1.4 Plantas de cobertura y abonos verdes. Las plantas de cobertura son cultivos anuales o perennes los cuales sirven para proteger el suelo de las gotas de lluvia, amortiguando la fuerza con que estas caen, estas pueden cortarse y enterrarse y se llaman abonos verdes, el cual incrementan el contenido de materia orgánica benéfica para la producción agropecuaria²⁰.

¹⁵ JIMENEZ, Francisco, MUSCHLER, Reinhold, Y KOPSELL, Edgar. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba: CATIE/GTZ. 2001. p. 29.

¹⁶ Ibid., p.29.

¹⁷ VALENZUELA, Jorge, Y CARRRASCO, Jorge. Obras para conservación de suelos. En: Investigación y progreso agropecuario. Quilamapu. Chile. No. 61 (jul – sep 1994), p. 31.

¹⁸ CERVANTES, Clara. Y ROMERO, Jorge. Op. cit., p. 37.

¹⁹ Ibid., p. 38.

²⁰ Ibid., p. 40

1.2.1.5 Zanjas de infiltración. Carrasco, y Reckman²¹, afirman que son acequias hechas a curvas a nivel, cuyo objetivo es detener el escurrimiento del agua y favorecer su infiltración en el suelo. Estas deben ser protegidas en la parte superior con arbustos y en la parte inferior con árboles.

1.2.1.6 Construcción de pircas. Son muros de piedras localizados transversalmente a la máxima pendiente del terreno, cuya finalidad es detener la pérdida del suelo y lograr que este se fije en la parte superior de los muros, para lograr estabilidad se debe sembrar árboles y arbustos en su base²².

1.2.1.7 Recuperación de cárcavas. La recuperación de estas se realiza mediante el repoblamiento con vegetación permanente (pastos, arbustos o árboles). También se puede hacer dentro de estas diques con piedras, palos rollizos, con ramas, etc., para detener el escurrimiento del agua y del suelo²³.

1.3 ABONOS VERDES

1.3.1 Aspectos generales

Cerisola²⁴, define el abono verde como la practica que consiste en sembrar plantas de crecimiento rápido, que se cortan y se entierran donde han sido sembrados con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo activando la población microbiana del suelo.

Ríos²⁵, afirma que los abonos verdes se convierten en una práctica para mejorar las propiedades del suelo y ayudar a mejorar las condiciones de los cultivos subsiguientes aumentando los elementos indispensables para el desarrollo de las plantas. El efecto mejorador de los abonos verdes depende en gran medida, no solo de la especie del cultivo utilizado, sino de la succulencia y volumen de la fitomasa incorporada.

²¹ CARRASCO, Jorge. Y RECKMAN, Oscar., Op. cit., p.20.

²² Ibid., p. 20.

²³ Ibid., p. 20.

²⁴ CERISOLA, Carlos. Lecciones de agricultura biológica. Chile: Mundi-Prensa, 1989. p. 27.

²⁵ RÍOS, Clara. La Huerta Orgánica. Convenio IMCA - CIPAV - ETEC. Cali: 1997B. p. 17.

Whyte et al²⁶, sostiene que los suelos pueden enriquecerse en nitrógeno y materia orgánica cultivando plantas y enterrándolas después sin aprovechar en ninguna otra forma el crecimiento apical. El crecimiento apical o herbáceo es probablemente el más importante para aumentar el nitrógeno en el suelo, mientras que el sistema radical es importante porque extrae los nutrientes del suelo, sobre todo tratándose de especies con raíces profundas,

Según Ontiveros²⁷, la práctica de abono verde se emplea tanto para el crecimiento y mejoramiento de las plantas, así como para lograr una buena estructura del suelo, sobre todo aquellos en los que predominan las texturas arcillosas pesadas.

Los abonos verdes tienen los siguientes fines: Aumentar el abastecimiento de nitrógeno, evitar que los nutrientes del suelo principalmente los nitratos se lixivien durante los periodos que el suelo permanece en descanso como también el de aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo y además de protegerlo contra factores erosivos como la lluvia y el viento²⁸.

Águila²⁹, reporta que las características de una planta para que pueda ser utilizada como abono verde son: presentar rápido crecimiento inicial (agresividad inicial), en suelos de baja fertilidad, hacer una eficiente cobertura del suelo; producción de grandes cantidades de fitomasa (materia verde y seca); tener la capacidad de reciclaje de nutrientes; facilidad de implementación y manejo a nivel de finca; presentar un bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera afectando a los demás cultivos; presentar raíces profundas y bien desarrolladas; ser de fácil manejo para su incorporación al suelo y posterior implantación de cultivo; presentar diferentes utilidades para uso múltiple en la finca; presentar resistencia a la sequía y/o heladas.

Cerisola³⁰, indica que el crecimiento de las plantas utilizadas como abonos verdes; es un factor importante, es decir si su crecimiento es rápido, mayor es la posibilidad de ser introducido en una rotación como un medio de mejoramiento del suelo. Otra característica a tener en cuenta en las plantas

²⁶ WHYTE, R. et al. Las leguminosas en la agricultura. Roma: FAO, 1955. p 321 – 322.

²⁷ ONTIVEROS, D . El empleo de las leguminosas como abono verde. Colombia: Tierra. 22 (7). 1967. P. 500

²⁸ Ibid., p. 510.

²⁹ AGUILA, H. Agricultura general y especial. Santiago, Chile: Universitaria, 1987. pp. 34 – 40.

³⁰ CERISOLA, Carlos., Op.cit., p. 28 -29.

son las de poseer raíces fuertes, porque de esta manera rompen la roca madre, produciendo una liberación y movilización de nuevos nutrientes de difícil asimilación por otras plantas.

Sin embargo, a veces es difícil obtener un cultivo intercalado de leguminosas, pues pueden ser tan valiosos como alimento de ganado, que sería antieconómico usarlo como abono verde. Además, las semillas de las legumbres son caras, casi prohibitivo su uso para los abonos verdes; algunas leguminosas no encajan dentro de las rotaciones comunes de tal forma que puedan ser luego enterradas convenientemente como abono verde³¹.

Sánchez³², sostiene que los abonos verdes generalmente son efectivos para el cultivo siguiente. Esa practica se limita a agricultura mecanizada porque las altas necesidades de energía son generalmente demasiado grandes para operación manual y se dispone de otras alternativas más provechosas en el uso de la tierra.

Bunch³³, señala que una desventaja de los abonos verdes es que el mejoramiento del suelo ocurre a través de varios años. Por lo tanto, los agricultores no observan los resultados inmediatamente, después de la adopción inicial de esta practica, lo cual complica la adopción de los abonos verdes por parte del agricultor.

1.3.2 EFECTOS EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO

Sánchez, argumenta que en general, los efectos favorables del abonado verde no acaban en el aspecto nutricional sobre el cultivo, sino que alcanzan a todos los componentes relacionados con la fertilidad global del suelo agrícola ya que:

Estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, además por los exudados radiculares, por la formación de sustancias prehúmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos. Durante el desarrollo vegetativo protegen al suelo de la erosión y la desecación mejorando la circulación del agua en el mismo, como también de asegurar la renovación del humus estable, acelerando su mineralización

³¹ Ibid., p.30 -33

³² SÁNCHEZ, P. Suelos del trópico. San José de Costa Rica: IICA. 1981. pp. 121 -124.

³³ BUNCH, R. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos. Tegucigalpa: Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. Informe técnico No. 3. 1995. p.6

mediante el aporte de un humus más "joven" y más activo. También enriquecen el suelo en nitrógeno, si se trata de plantas leguminosas e impiden en gran medida la lixiviación del mismo y de otros elementos asimilables para los cultivos³⁴.

Para Ontiveros³⁵, el reciclaje de nutrientes puede ocurrir porque estos al ser lixiviados hacia las capas profundas del suelo, que están fuera del alcance de las raíces de los cultivos, son enviados hasta la superficie para que sean puestos a disposición de estos, mediante el sistema radical de las plantas utilizadas como abonos verdes, después de su incorporación y mineralización de su biomasa los nutrientes que se han localizado en la capa arable son incorporados al tejido vegetal del abono verde y protegido de un posible arrastre por la erosión.

El mismo autor afirma que aproximadamente la mitad de la materia seca de la hojarasca proveniente del abono verde se mineraliza dentro de las primeras ocho a diez semanas; después de este lapso de tiempo la tasa de descomposición de materia disminuye (Las tasas de descomposición de la hojarasca varían del 50% al 500% por año). Alrededor del 50% del potasio se libera dentro del primer mes, el fósforo, el calcio, magnesio y azufre quedan libres más rápidamente que la materia orgánica, pero el nitrógeno se mineraliza lentamente³⁶.

Bunch³⁷, señala que los abonos verdes son capaces de agregar al suelo hasta 50 ton/ha de materia orgánica (peso fresco) en cada aplicación con buenas cantidades de nitrógeno. Esta materia orgánica, a su vez tiene toda una serie de efectos positivos sobre el suelo, tales como mejorar sus capacidades de retención de agua, aumentar el contenido de nutrientes y al mismo tiempo, lograr un equilibrio de estos y del pH.

Labrador³⁸, argumenta que el suelo se activa con la incorporación del abono verde, pero los posibles rebrotes y germinaciones son destruidos con las sucesivas labores agrícolas. Además, al no hacer labores excesivamente

³⁴ *Ibíd.*, p. 127.

³⁵ ONTIVEROS, D, *Op. cit.*, p. 511 – 515.

³⁶ *Ibíd.*, p.518 – 520.

³⁷ BUNCH, R. *Op. cit.*, p. 4.

³⁸ LABRADOR Maria. *La Materia Orgánica en los Agrosistemas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España: Ediciones Mundi-Prensa. 1996. pp. 71 –73.

profundas e ir profundizando poco a poco, las raíces muertas se irán descomponiendo conforme avanzan las del cultivo.

Sañudo, Checa y Arteaga³⁹, señalan que existen ciertas especies de crecimiento espontáneo como chilca *Baccharis polyantha*, quillotocto *Tecoma stans* y guandul *Cajanus cajan*, las cuales producen un sistema radicular amplio y capaz de atravesar el sustrato compactado. La instalación de estas especies, es conveniente como practica de recuperación de suelos por que tienen un doble beneficio uno de los cuales es aportar mulch con las podas además de abrir canales en el subsuelo, dejados por las raíces al morir. Los mismos autores recomiendan para esta práctica un cultivo en surcos cada tres metros y entre plantas a un metro de distancia.

Bunch⁴⁰, sostiene que, algunas especies de plantas con su poderoso sistema radical actúan aflojando el suelo contribuyendo de esta manera a la meteorización mecánica o física y al mismo tiempo extrayendo nutrientes del subsuelo y llevándolos a la superficie para ser utilizados en futuros cultivos.

Darwich⁴¹, concluye que las plantas gracias al sistema radical ayudan a agregar las partículas de suelo de diferentes maneras, con la excreción de compuestos orgánicos gelatinosos por las raíces que sirven de ligamento entre las sustancias inorgánicas, las pequeñas raíces mantienen juntas las partículas de suelo, la deshidratación que las raíces producen al suelo causan grietas al contraerse lo que origina el rompimiento del mismo como también la formación de agregados.

1.4 *Tithonia diversifolia*

1.4.1 Clasificación

De acuerdo con Cronquist⁴² se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

³⁹ SAÑUDO, Benjamín. CHECA CORAL, Oscar. Y ARTEAGA, German. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Pasto – Colombia: CORPOTRIGO, Udenar- Unigraf, 2001, p. 33.

⁴⁰ BUNCH, R. Op .cit., p.7 – 8.

⁴¹ DARWICH, N. A. "Manual de fertilidad de suelos". Balcarce. Argentina: 1989. p. 119.

⁴² CRONQUIST, Arthur. Introducción a la botánica. México. Continental. 1969. p. 628.

Familia: Astericeae (Compositae)

Género: Tithonia

Especie: diversifolia

1.4.2 Descripción

Tithonia diversifolia es una planta semileñosa de 3.0 m de altura y 4.0 cm de diámetro, con varios tallos desde la base, hojas simples alternas, espiraladas, sin estipulas; pecíolo de 3 a 15 cm de largo, pubescente, plano en la parte superior con base abrasadora, los pecíolos opuestos se unen en la parte media de las ramas; posee hojas redondeadas y lobuladas, ápice aluminado, borde irregularmente dentado consistencia membranácea, trinervada; haz verde opaco, áspero al tacto, envés pálido, las hojas viejas se tornan amarillas al caer. Flores grandes y vistosas de color amarillo, pedúnculo de 6 a 12 cm de largo. Fruto aquenio de color morado al madurar⁴³.

Tithonia diversifolia posee un gran volumen radicular y una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, soporta la poda a nivel del suelo y la quema, tiene un rápido crecimiento, baja demanda de insumos y en el manejo para su mantenimiento⁴⁴.

1.4.3 Distribución

Especie típica de áreas abiertas a lo largo de las vías y en rastrojos principalmente en el piso premontano de valles interandinos se encuentra entre 1000 y 2600 m, esta especie es mas abundante en las partes mas bajas⁴⁵.

1.4.4 Usos

Utilizada como especie ornamental, apta para protección y recuperación de áreas degradadas, por su rusticidad y rápido crecimiento⁴⁶

⁴³ TORO, J. Árboles y arbustos del Parque Regional Arvi. Medellín: CORANTIOQUIA. 2000. p. 58.

⁴⁴ RIOS, Clara. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 1997. p. 115-126.

⁴⁵ TORO, J., Op. cit., p.58

⁴⁶ Ibid., p.58.

La producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo, por su gran valor nutricional es utilizado en la alimentación de aves, bovinos y cerdos⁴⁷.

Acumula tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, posee altos niveles de fósforo, lo que es indispensable para la utilización de abono verde, además de ser una especie que soporta condiciones adversas del suelo⁴⁸.

Según Cairns citado por Ríos⁴⁹ *Tithonia diversifolia*, puede estar jugando un papel muy importante en la retención de nutrientes del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación, y en el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un papel importante en su movilización. Este hecho además de la baja o nula demanda de capital o laboreo, es interesante en especial cuando estos recursos son escasos. Es así como se puede cambiar el concepto de barbechos con malezas al de abono verde o cultivo de cobertura.

Criollo y Usama⁵⁰, realizaron un estudio en la Granja Experimental Botana Municipio de Pasto, donde evaluaron el comportamiento agronómico, producción de biomasa y valor nutricional de *Tithonia diversifolia* a diferentes densidades de siembra en monocultivo y como componente de un sistema silvopastoril con *Alnus jorullensis*. El mejor comportamiento lo obtuvieron a una distancia de siembra iguala 0.50 m x 1.0 m para *Tithonia diversifolia* en asocio con *Alnus jorullensis* a una distancia de 3 m x 3 m con resultados iguales a 363.38 gr/planta, 50.5 cm. de altura; logrando así la mayor producción proteica por hectárea (1197.2 kg/ha) determinando así el potencial forrajero de la especie en el trópico alto.

⁴⁷ RIOS, Clara., Op. Cit., p.58

⁴⁸ WANJAU. S, MUKALAMA. J y THIJSEN. R. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. Boletín de ILEIA: Marzo de 1998. 25 p.

⁴⁹ CAIRNS. M. Study on Farmer Management of Wild Sunflowers (*Tithonia diversifolia*) short communication. Citado por RÍOS Clara. *Tithonia diversifolia* (helms) Gray. Una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. CIPAV – FAO. Jun 1998 [citado 19 Mayo 2003] Disponible en Internet. URL: <<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR 1/Rios 14. pdf>>

⁵⁰ CRIOLLO, Yali. y USAMA Mónica. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Helms) (Gray) en monocultivo y asociado con aliso *Alnus junillensis* HBK en la granja de Botana, Municipio de Pasto. Pasto 2001. Trabajo de grado. (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 101.

Cabrera y Leiton⁵¹, mencionan que en la implantación de modelos agroecológicos y agroforestales, las barreras vivas de *Tithonia diversifolia* a una distancia de 5 m entre barrera viva y 0.50 m entre plantas. Donde obtuvieron una biomasa igual a 549 gr/planta en Mapachico Municipio de Pasto y 744 gr/planta en Arguello Bajo Municipio de Yacuanquer, siendo mayor en este último debido a las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de esta especie.

1.5 *Baccharis polyantha*

1.5.1 clasificación

De acuerdo con Cronquist⁵² se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Astericeae (Compositae)

Género: Baccharis

Especie: polyantha

1.5.2 Descripción

Arbusto hasta 4.0 m de altura y 5.0 cm de diámetro, usualmente con varios tallos desde la base, abundante ramificación que empieza desde el suelo. Copa en forma redondeada; follaje verde claro; hojas de 12 cm, alternas, de borde aserrado y nerviación curva. Flores blancas que están agrupadas en racimos de 1 cm de diámetro, los frutos están reunidos en pequeños globos vellosos de color carmelita de 5 mm de diámetro el cual contienen una sola semilla⁵³.

1.5.3 Distribución

Especie que ocupa sitios abiertos, rastrojos y bosques secundarios en altitudes comprendidas entre los 1600 y 3300 m.s.n.m. En Colombia esta presente en las tres cordilleras⁵⁴.

⁵¹ CABRERA, Oscar y LEITON, Hernán. Implementación de modelos agroecológicos y agroforestales en la vereda de Arguello Bajo del Municipio de Yacuanquer y en el Corregimiento de Mapachico del Municipio de Pasto Departamento de Nariño. Pasto. 2005. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. P. 69. 70.

⁵² CRONQUIST, Arthur. , Op. Cit., p. 628.

⁵³ BARTHOLUMAUS A. et. al., El manto de la tierra. Flora de los Andes. Bogota: CAR/GTZ/KFW. 1995. p. 109.

⁵⁴ TORO., Op. cit., p.52.

1.5.4 Usos

Esta planta es apropiada para el control de erosión por su adaptación a suelos de baja fertilidad. Sus hojas se utilizan para aliviar dolores reumáticos, al cocinar los tallos se obtiene una bebida antidiabética. Es importante anotar que esta planta es tóxica al ingerirse en grandes cantidades⁵⁵.

Baccharis Poliantha fue utilizada por Ayte y Narváez⁵⁶, al igual que Guarango *Caesalpinia spinosa* y Quillotocto *Tecoma stans* donde evaluaron su valor nutricional para utilizarlo en el levante de cuyes *Cavia porcellus*, Estos autores concluyeron que *Baccharis sp.* y *Caesalpinia spinosa* se los puede catalogar como una alternativa proteica en la alimentación del cuy y otras especies animales.

1.6 *Ambrosia tenuifolia*

1.6.1 Clasificación

De acuerdo con Cronquist⁵⁷ se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Astericeae (Compositae)

Género: *Ambrosia*

Especie: *tenuifolia*

1.6.2 Descripción

Esta especie mide entre 1.0 m a 2.0 m, sus flores son de color amarillo presentan una inflorescencia en capítulos, posee tallos rectos con algunas ramificaciones, tiene gran cantidad de follaje que posee un olor característico. Es de fácil propagación por esta razón se la puede encontrar en poblaciones agregadas en caminos, linderos, y orillas de carreteras⁵⁸.

⁵⁵ BARTHOLUMAUS, A., et. al., Op cit. p. 109.

⁵⁶ AYTE, Jaime y NARVAEZ, Carlos. Evaluación del valor nutritivo de forrajes chilca *Baccharis sp.*, guarango *Caesalpinia spinosa* y quillotocto *Tecota stans* en la etapa de levante de cuyes *Cavia porcellus*. Pasto. 1999. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. P. 91. 92. 93.

⁵⁷ CRONQUIST, Arthur. , Op. Cit., p. 628.

⁵⁸ PEREZ, E. Plantas útiles de Colombia. Bogotá: Ed. Pérez Arvelaez, 4ta Ed. 1996. p. 297.

1.6.3 Usos

Debido a las características de *Ambrosia tenuifolia*, de las ramas y follaje de esta planta se obtienen extractos útiles en la protección de los cultivos contra plagas, minimizándolos costos de producción al agricultor, enfocándose hacia la agricultura ecológica, además de su potencial efecto sobre parásitos de animales domésticos⁵⁹.

⁵⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL – UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Prácticas agroecológicas de manejo de suelo y ambiente. .San Juan de Pasto: Enero, 2004. p. 14.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACION

El presente estudio se realizó desde el mes de diciembre de 2002 hasta el mes de abril de 2005, en la vereda Tablón Alto, que se encuentra ubicado a una distancia de 17 Km. del municipio de Iles (Figura 1), a 2450 metros de altura sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 16° C, donde predomina el clima frío moderado. La mayoría de los suelos poseen una capa arable menor de 10 centímetros y asentada sobre un material parental denominado cangagua ciega, con una pendiente del 30%, y que están abandonados para toda actividad agrícola.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajó con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a un testigo (terreno inalterado) y establecimiento de parcelas de Chilca *Baccharis polyantha*, Botón de oro *Tithonia diversifolia* y Marco *Ambrosia tenuifolia*.

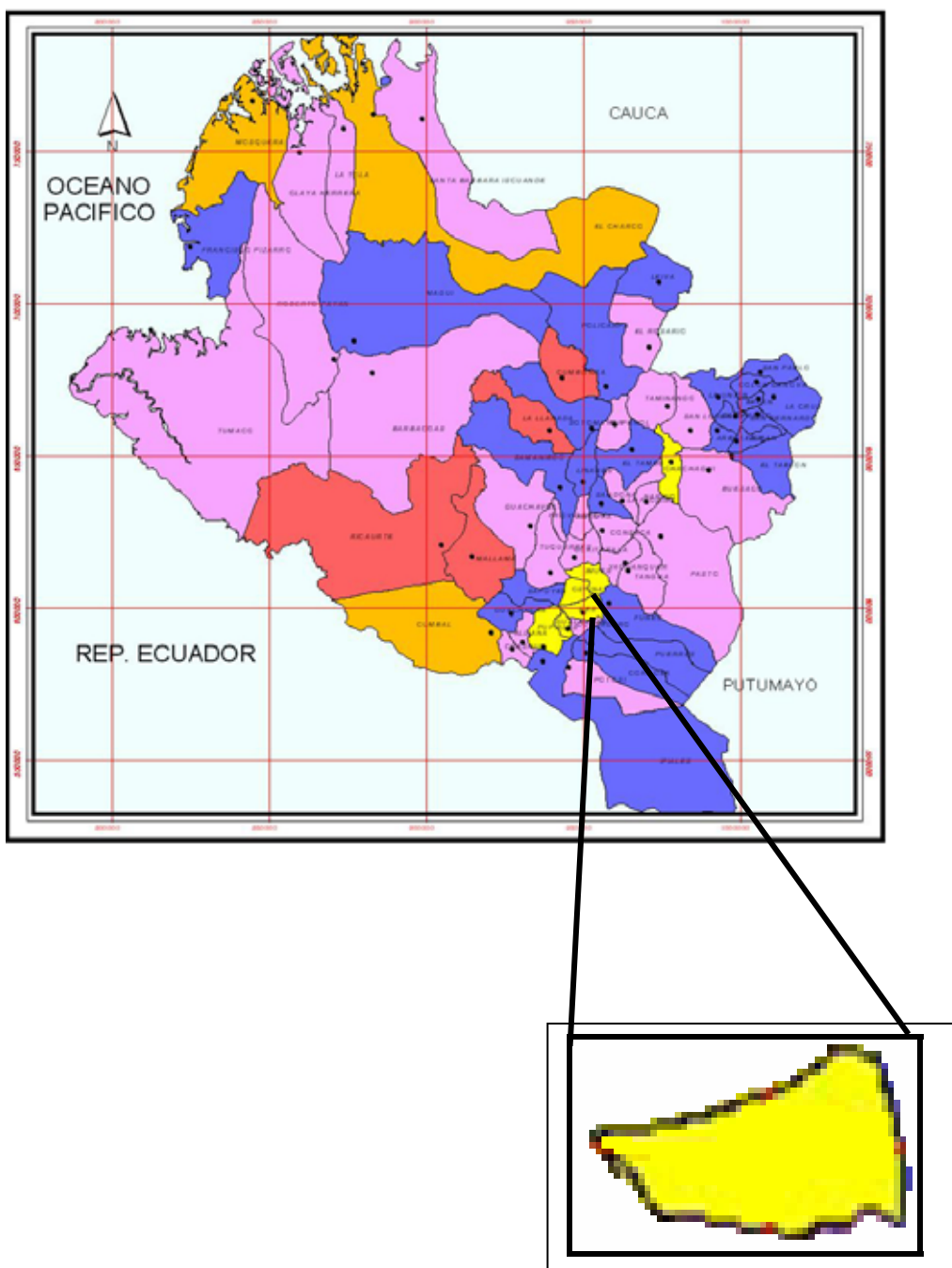
2.3 DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL

Se contó con un lote de 15.00 metros de ancho por 40.50 metros de largo en donde se trazaron 12 parcelas de 4.00 x 9.00 metros y separadas por calles de 1.50 metros, distribuidas en tres bloques, de tal manera que en cada bloque se encuentran cuatro parcelas, en donde van los cuatro tratamientos distribuidos al azar (Anexo A).

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

2.4.1 Tratamiento 1. (T1). Correspondió al testigo, que fueron las parcelas, en los cuales no se hizo disturbación del terreno. Estas parcelas únicamente fueron perturbadas cuando se hizo la preparación del suelo para la siembra de trigo (Figura 2).

Figura 1. Localización del municipio de Iles en el Departamento de Nariño.



MUNICIPIO DE ILES

Fuente: Alcaldía Municipal de Iles – 2005.

Figura 2. Tratamiento T1: Testigo



2.4.2 Tratamiento 2. (T2). Correspondió al establecimiento de plantas de la especie Botón de oro *Tithonia diversifolia* la cual se sembró en huecos de 30 cm de ancho, por 30 cm de largo y 40 cm de profundidad, a un metro de distancia entre planta y planta de tal manera que en cada parcela se abrieron cinco hileras de 10 huecos cada una (Figura 3).

La especie *Tithonia diversifolia* se propago vegetativamente por medio de estacas, enraizadas en bolsas de una libra en un sustrato compuesto por dos partes de suelo fértil, una parte de arena fina y una parte de lombricompost. El enraizamiento duro cuatro meses, momento en el cual se transplantaron al campo.

Figura 3. Tratamiento T2: *Tithonia diversifolia*.



2.4.3 Tratamiento 3. (T3). Correspondió a la implantación de plantas de la especie Marco *Ambrosía tenuifolia* las cuales fueron sembradas en huecos de 30 cm de ancho, por 30 cm de largo y 40 cm de profundidad, a un metro de distancia entre planta y planta de tal manera que en cada parcela se abrieron cinco hileras de 10 huecos cada una (Figura 4).

Para la obtención del material vegetal de *Ambrosía tenuifolia* se recolectaron plántulas en crecimiento espontáneo, que se encuentran en la región, a las cuales se les hizo un corte parcial de raíces, para ser transplantadas a bolsas plásticas de una libra con un sustrato constituido por una parte de arena fina dos partes de suelo fértil y una parte de lombricompost. Cuando en estas plántulas se observó un enraizamiento total, que para este estudio fue a los cuatro meses de haberlas recolectado, se procedió al trasplante a las parcelas.

Figura 4. Tratamiento T3: *Ambrosía tenuifolia*



2.4.4 Tratamiento 4. (T4). Correspondió al establecimiento de plantas de la especie Chilca *Baccharis polyantha*, las cuales se sembraron en huecos de 30 cm de ancho, por 30 cm de largo y 40 cm de profundidad, a un metro de distancia entre planta y planta de tal manera que en cada parcela se abrieron cinco hileras de 10 huecos cada una (Figura 5).

Para la obtención de plantas de *Baccharis polyantha* se procedió a recolectar plántulas en crecimiento espontáneo, que se encuentran en la región, realizando poda parcial de raíces para transplantar a bolsas plásticas de una libra con un sustrato constituido por una parte de arena fina dos partes de suelo fértil y una parte de lombricompost. Cuando se observó un

enraizamiento total, que para este estudio fue después de cuatro meses de haberlas recolectado, se procedió al transplante a las parcelas.

Figura 5. Tratamiento T4: *Baccharis polyantha*



2.5 ABONAMIENTO ORGANICO

En cada uno de los 50 huecos de cada parcela se colocó un kilo de abono orgánico compuesto de 300 kilos de residuos de cosechas, 400 kilos de estiércol de ganado, 200 kilos de tierra de zanja, 20 kilos de mantillo de bosque, 10 kilos de fosforita y 20 kilos de excedentes de hortalizas o tejidos vegetales picados. Estos materiales se colocaron en capas y se humedecieron con caldo microbial para luego ser mezclado con azadón, formando un montón y remojando con agua hasta dejar la mezcla bien suelta. Después el montón se cubrió con un plástico y cada dos días se destapo para mezclarlo y remojarlo ligeramente con agua, hasta cuando en el interior del presente una temperatura agradable⁶⁰.

El caldo microbial que se utiliza en la elaboración de este abono orgánico esta compuesto por tres litros de leche cruda, un galón de melaza, dos kilos de urea, un kilo de nitrato de potasio un kilo de sulfato de magnesio, cinco kilos de estiércol fresco de ganado, cinco kilos de tierra de zanja, 20 centímetros cúbicos de agua oxigenada y 200 litros de agua. Luego en un tanque se mezcló el estiércol fresco de ganado y tierra de de zanja con suficiente agua. En otro recipiente con agua tibia se hizo un diluido con la melaza y la leche, vertiéndolo para revolver y colocar más agua. Luego a esa mezcla se le agrego la urea, el nitrato de potasio y el sulfato de magnesio, revolviéndolo y

⁶⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL – UNIVERSIDAD DE NARIÑO, Op. cit., p. 18 - 19

agregándole mas agua hasta completar la cantidad recomendada. En seguida se adicionó el agua oxigenada, se revolvió, para después tapan el tanque no herméticamente y se dejó fermentar por diez días⁶¹.

2.6 LABORES DE CULTIVO

Se trabajo manteniendo el área de ploteo limpia de cada una de las especies sembradas en cada parcela, esta labor se realizo utilizando azadón. Además se proporciono el riego necesario para el crecimiento de las plantas.

2.7 EVALUACIONES EN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS

Las evaluaciones y los cortes en *Tithonia diversifolia*, *Ambrosia tenuifolia* y *Baccharis polyantha* se realizaron por tres oportunidades, con excepción de la evaluación de longitud y peso de raíces, que fue realizada solo una vez después del ultimo corte.

El transplante de las especies arbustivas a las parcelas se realizo en el mes de marzo de 2003. La primera evaluación y primer corte se realizo en el mes de diciembre de 2003, (diez meses después del transplante de las plantas), el segundo corte y segunda evaluación se realizo en el mes de abril de 2004 (cinco meses después del primer corte) y el ultimo corte se realizo en el mes de octubre de 2004 (siete meses después del segundo corte).

2.7.1 Crecimiento de las especies arbustivas

Apenas inicio la floración de las especies establecidas, se tomaron diez plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela y se midió la altura de cada planta desde la base hasta la parte terminal, con una regla graduada en cm. De estas mismas diez plantas se contó el número de ramas de cada una.

2.7.2 Peso total

En las diez plantas tomadas al azar de los surcos centrales de cada parcela, se determino el peso de la biomasa con la ayuda de una balanza.

2.7.3 Peso de hojas

En cada planta se le extrajo todas las hojas y se determino el peso de estas con la ayuda de una balanza. Luego las hojas de cada planta, se colocaron a secar en papel periódico por un lapso de 15 días, para posteriormente determinar el peso seco de cada planta, para esto se utilizo una balanza.

⁶¹ Ibid. , 2004.

2.7.4 Peso de tallos

De cada una de las diez plantas se determino el peso de tallos con la ayuda de una balanza. Los tallos obtenidos de cada planta en la anterior evaluación se los pica, en trozos de 10 cms aproximadamente, luego se los coloco a secar en papel periódico por un lapso de 15 días, donde se determino el peso seco de tallos de cada planta con la utilización de una balanza.

2.7.5 Longitud y peso de raíces

Después del tercer corte de las plantas que fue a los 19 meses de su establecimiento se extrajeron diez plantas de cada especie con su sistema radical intacto, con lo cual se determino la longitud y peso total, tratando de perturbar el terreno lo menos posible (Figura 6).

Para extraer el sistema radical se realizo una zanja a una distancia que no permita la destrucción de raíces laterales, (un metro aproximadamente) pero cerca para minimizar la cantidad de suelo que se debe excavar. Se exponen las raíces con herramientas pequeñas, se remueve cuidadosamente para evitar daño en las raíces y determinar su longitud al igual que su peso⁶².

2.8 INCORPORACION DE BIOMASA

Después de las tres evaluaciones, las plantas se cortaron y picaron bien, para mezclar la biomasa con el suelo, por medio de azadón. En el último corte se extrajeron las raíces, las cuales se fraccionaron con machete para su incorporación al suelo.

2.9 SIEMBRA DE TRIGO Y LABORES DE CULTIVO

Después del tercer y de la mezcla de biomasa con el suelo, se dejo un lapso de 45 días para proceder a roturar las parcelas con azadón (Figura 7), incluido el testigo (T1), (Suelo sin disturbación de terreno), enseguida se sembró al voleo la semilla de trigo C2 (ICA Yacuanquer x Tiba 63 x Bola), 120 kilos por hectárea, y se hizo una fertilización a razón de 200 kg/ha, rico en fósforo (10 - 30 - 10) después se procedió a tapar la semilla con rastrillo.

⁶² SCHLÖNVOINGT, Andrea., et. al. Estudios ecológicos de raíces en sistemas agroforestales: experiencias metodológicas en el CATIE. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 2000. p. 20 – 21.

Figura 6. Sistema radicular de las especies.



Tithonia diversifolia



Ambrosia tenuifolia



Baccharis polyantha

2.10 EVALUACIONES EN TRIGO

2.10.1 Altura de plantas

Cerca de la cosecha del trigo, de cada parcela se extrajo al azar 10 plantas para medir la altura desde el nivel del suelo hasta la última espiguilla y de esta manera obtener un promedio.

2.10.2 Número de tallos totales y efectivos por m²

Cuando el cultivo de trigo se encontraba en la época de madurez fisiológica, en cada parcela se lanzó un cuadro, de 50 cm x 50 cm, al azar por tres veces consecutivas y así obtener un promedio de tallos; de donde se obtuvo el número de tallos por m² realizando una regla de tres simple.

2.10.3 Número de granos por espiga

Cuando el cultivo se encontraba cerca de la cosecha se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela y de cada planta se contó el número de granos por espiga de forma manual.

2.10.4 Peso de 1000 granos

De cada parcela se contaron 1000 granos libre de impurezas, de forma manual y luego se procedió a realizar el pesaje de cada muestra en una balanza electrónica.

2.10.5 Rendimiento de grano seco

Cuando el trigo estuvo listo para la cosecha, se hizo el corte de un área de 3 m x 8 m para obtener un área útil de 24 m² de cada parcela para obtener los rendimientos de grano seco a una humedad del 14%. Después de la trilla se limpio de forma manual, se pesó la producción del área útil de cada parcela y al mismo tiempo se determinó la humedad del grano en base a una muestra de 250 g que se determinó en el medidor de humedad.

El rendimiento del área útil (24 m²) de cada unidad experimental se llevó a Kg/ha, ajustando al 14% de humedad comercial, mediante la utilización de la fórmula:

$$\text{Kg/ha} = \frac{100 - \text{Humedad actual}}{100 - \text{Humedad deseada (14\%)}} \times \frac{\text{Peso del área útil} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{área útil}}$$

Figura 7. Roturación del terreno para la posterior siembra de trigo



2.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas en las especies arbustivas *Tithonia diversifolia*, *Ambrosía tenuifolia* y *Baccharis polyantha*, como también los datos obtenidos en las evaluaciones en trigo se interpretaron estadísticamente por medio del análisis de varianza y la prueba de significancia de Tukey.

2.12 ANÁLISIS ECONOMICO

Para el análisis económico se realizó un presupuesto total, que consiste en analizar costos totales en la producción de trigo, también se calculo los ingresos netos al igual que la rentabilidad del cultivo en los diferentes tratamientos.

El ingreso neto se lo calculo mediante la siguiente formula:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso bruto} - \text{costo total}$$

La rentabilidad se la calculo mediante la siguiente formula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$$

También se hizo un presupuesto total para la implantación de los tratamientos, utilizados en la recuperación parcial de suelos que para este caso fueron las especies arbustivas donde se calcula los costos en cuanto a mano de obra e insumos. Además se realizo un análisis sobre la retribución, que hace el cultivo

de trigo en el primer ciclo a la inversión realizada en la implantación de las especies arbustivas.

2.13 DIVULGACIÓN COMUNITARIA

Todos los avances del trabajo se dieron a conocer a la comunidad rural de la vereda Tablón Alto del Municipio de Iles y regiones adyacentes, mediante demostraciones de método, en donde se explicaba a los agricultores asistentes la manera de propagar las especies utilizadas, las labores culturales a seguir y el uso que se les daría como abono verde y subsoladores a las mismas con el fin de mejorar las condiciones de suelos.

Las demostraciones de resultados se realizaron mediante los días de campo, donde asistieron agricultores de algunas veredas de los municipios de Contadero, Córdoba e Iles. En donde se explicaba y demostraba de manera práctica los resultados de este trabajo en cuanto a recuperación y comportamiento de las especies en esta zona.

Después de cada labor de extensión se realizó la entrega de boletines didácticos a cada uno de los agricultores que asistieron a los días de campo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EVALUACION EN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS

3.1.1 Altura En el análisis de varianza (Anexo B) se determinaron diferencias altamente significativas entre cortes y especies, pero no hay diferencias para la interacción cortes por especie.

En la Tabla 1 se puede observar que en el primer corte se obtuvo un promedio general de altura con 111.51 cm, con diferencias significativas respecto al tercer corte con 97.13 cm, pero sin diferencias significativas con relación al segundo corte en el cual el promedio fue de 105.98 cm. Lo anterior indica que las especies evaluadas disminuyen altura a través de los cortes, porque al someterlas a un daño mecánico, como son los cortes que se realizaron, disminuye la capacidad de crecimiento, como respuesta a las condiciones del suelo.

Tabla 1. Promedio general de altura de las especies arbustivas por corte.

Cortes	Altura (cm)
1	111.51 A
2	105.98 A B
3	97.13 B

Comparador (0.05)= 9.736

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Con relación a lo anterior Garcidueñas⁶³, manifiesta que el crecimiento integral de una planta depende de su constitución genética, pero también es una expresión de la planta ante variaciones o deficiencias de los factores del medio. Las plantas adoptan periodos de crecimiento lento como mecanismos de supervivencia.

Esta afirmación concuerda con Raven⁶⁴, quien sostiene que las partes aéreas de árboles y arbustos perennes pueden sobrevivir a las condiciones

⁶³ GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología vegetal aplicada. México: Mc Graw Hill. 1993. p. 114.

⁶⁴ RAVEN, Peter. Biología de las plantas. Barcelona: Reverte. 1992. p. 25.

desfavorables del medio, que normalmente se ve reflejado en la interrupción de su crecimiento.

En la Tabla 2, se observa que *Tithonia diversifolia* alcanzo la mayor altura con un promedio general de 125.167 cm, con un incremento diario igual a 0.7 cm/día, con diferencias significativas respecto a *Baccharis polyantha* con 95.033 cm y *Ambrosia tenuifolia* con 94.511 cm, además de un incremento diario igual a 0.53 cm/día para las dos ultimas especies, sin encontrar diferencias significativas entre ellas

El incremento diario en este trabajo para *Tithonia diversifolia* fueron de 0.7 cm/día que en comparación con el descrito por Ríos⁶⁵ que fue de 1.9 cm/día es menor, esto debido a las diferencias de altitud de los lugares donde se realizaron los estudios ya que para Ríos fue realizado en Buga (Valle del Cauca) a una altura de 1000 msnm. en comparación con Tablón Alto que esta ubicado a una altura de 2450 msnm. Como también a la diferencia de suelos ya que el lote donde se realizo el trabajo estaba en abandono por su baja fertilidad y compactación.

Tabla 2. Altura de *Baccharis polyantha*, *Tithonia diversifolia* y *Ambrosia tenuifolia*.

Especies	Altura (cm)	Incremento
<i>Tithonia diversifolia</i>	125.167 A	0.7 cm/día
<i>Baccharis polyantha</i>	95.033 B	0.53 cm/día
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	94.511 B	0.53 cm/día

Comparador (0.05)= 9.736

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Tithonia diversifolia muestra mayor velocidad de crecimiento, además tiene mayor respuesta a las adiciones de material orgánico y tiene mejor adaptación a suelos con condiciones de baja fertilidad natural. Esto se ve reflejado en una mayor altura en comparación con las otras dos especies.

⁶⁵ RIOS, Clara. *Tithonia diversifolia* (helms) Gray. Una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. CIPAV – FAO. Jun 1998 [citado 19 Mayo 2003] Disponible en Internet. URL: <[http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR 1/Rios 14. pdf](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR%201/Rios%2014.pdf)>

Esta afirmación concuerda con Ríos⁶⁶, asegurando que *Tithonia diversifolia* tiene un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, como también un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo.

3.1.2 Número de ramas

En el Análisis de Varianza (Anexo C) se observan diferencias altamente significativas para cortes y especies como también para la interacción corte por especie.

En el primer corte (Tabla 3.) *Tithonia diversifolia* tuvo el mayor número de ramas con 31.63, con diferencias altamente significativas respecto a *Baccharis polyantha* con 18.27 ramas y *Ambrosia tenuifolia* con 13.13 ramas, sin diferencias significativas entre estas dos últimas especies.

Tabla 3. Número de ramas para el primer corte.

Especies	Número de ramas
<i>Tithonia diversifolia</i>	31.63 A
<i>Baccharis polyantha</i>	18.27 B
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	13.13 C

Comparador (0.05) = 4.544

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Para el segundo corte (Tabla 4.) *Baccharis polyantha* con 15.4 ramas y *Tithonia diversifolia* con 14.23 ramas sin diferencias significativas entre estas dos especies, pero mostraron diferencias significativas con respecto a *Ambrosia tenuifolia* con 6.97 ramas.

Tabla 4. Número de ramas para el segundo corte.

Especies	Número de ramas
<i>Baccharis polyantha</i>	15.4 A
<i>Tithonia diversifolia</i>	14.23 A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	6.97 B

Comparador (0.05) = 4.544

⁶⁶ Ibid., 2003.

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

En el tercer corte *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha* con 16.53 y 13.63 ramas respectivamente no mostraron diferencias significativas entre si y únicamente *Tithonia diversifolia* difirió significativamente con *Ambrosia tenuifolia* que tuvo 10.73 ramas (Tabla 5).

Tabla 5. Número de ramas para el tercer corte.

Especies	Número de ramas
<i>Tithonia diversifolia</i>	16.53 A
<i>Baccharis polyantha</i>	13.63 A B
<i>Ambrosia tenuifolia.</i>	10.73 B

Comparador (0.05) = 4.544

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Es probable que genéticamente *Tithonia diversifolia* sea más prolífica; o que esta especie muestra mejor capacidad de adaptación a las condiciones de suelo; observándose también que *Baccharis polyantha* es más inestable y que probablemente *Ambrosia tenuifolia* es menos tolerante a las condiciones físicas desfavorables de suelo.

Por otra parte Ríos⁶⁷, citado por Cuastumal, Romo y Romo afirma que *Tithonia diversifolia* crece bien en diferentes climas y varias clases de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad.

Observando el comportamiento de las especies, referente al número de ramas, se observó que la cantidad de ramas disminuye cada vez que se realiza un corte, esto debido a una disminución de la capacidad de rebrotes por labores mecánicas generando un desequilibrio fisiológico en las plantas.

⁶⁷ RIOS, Clara. Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro, citado por CUAUSTUMAL, Héctor., ROMO, Luís. y ROMO, Fernando. Implementación de prácticas agroecológicas y agroforestales andinas en las veredas de Tablón Alto (Municipio de Iles) y Chalitala (Municipio de Tuquerres). Pasto. 2005. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 64.

Con relación a lo anterior Criollo y Usama⁶⁸, afirman que a medida que se realizan cortes, se produce una lenta recuperación del área foliar afectando de esta manera la actividad fotosintética e inhibiendo el crecimiento de nuevos brotes.

3.1.3 Peso total En el análisis de varianza (Anexo D.) se observaron diferencias altamente significativas entre cortes y especies, pero no se encontraron diferencias significativas para la interacción corte por especie.

En el primer y tercer corte se presenta los mayores pesos de 898.89 g/planta. y 823.46 g/planta. respectivamente sin diferencias significativas entre si, pero con diferencias significativas respecto al segundo corte con 642.94 g/planta., posiblemente porque después del primer corte hay un proceso de readaptación a las nuevas condiciones por lo que se baja la producción de biomasa, pero a medida que hay crecimiento radical se vuelve a normalizar el crecimiento aéreo (Tabla 6). Además porque del primer corte al segundo corte hay un lapso de cinco meses, que es menor en comparación con respecto al lapso de tiempo del primer corte que fue de diez meses y siete meses para el tercer corte.

Al respecto Gómez⁶⁹, manifiesta que mientras las plantas forrajeras se adaptan a nuevas condiciones, la proporción de biomasa esta representada en tejidos maduros, debido a la lignificación de la planta, en el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la realización del primer corte.

Tabla 6. Peso total de las especies por corte.

Corte	Peso (g/planta)
1	898.89 A
3	823.46 A
2	642.94 B

Comparador (0.05) = 167.986

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Tithonia diversifolia fue la especie con mas producción de biomasa con 1226.09 g/planta, presentando diferencias significativas respecto a *Ambrosia tenuifolia*

⁶⁸ CRIOLLO, Yali. y USAMA Mónica. Op. cit., p.101.

⁶⁹ GOMEZ, Maria. et al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV. 1995. p. 30.

con un peso de 582.04 g/planta. y *Baccharis polyantha* con 557.17 g/planta. Esto debido a que *Tithonia diversifolia* tubo un mayor número de ramas y altura, por tal razón presento un mayor peso (Tabla 7).

Cabrera y Leiton⁷⁰, en el Corregimiento de Mapachico municipio de Pasto, encontraron un promedio de biomasa aérea de *Tithonia diversifolia* igual 549 g/planta y en la vereda de Arguello Bajo del Municipio de Yacuanquer, se obtuvo un promedio de biomasa aérea igual a 744 g/planta; en barreras vivas distanciadas entre si a 5 m y a 0.50 m entre plantas.

Por su parte Criollo y Usama⁷¹, en monocultivo de *Tithonia diversifolia* en la granja experimental de Botana establecidos a una distancia de 0.50 m entre plantas y a un metro entre surcos, donde obtuvieron una producción de biomasa aérea igual a 431.88 g/planta.

En comparación a los datos de biomasa obtenidos, en la Vereda Tablón Alto, *Tithonia diversifolia* produjo una biomasa igual a 1226.09 g/planta, que es superior a los datos de Cabrera y Leiton, como también supera los datos de Criollo y Usama. Posiblemente se debe a que las distancias de siembra para este estudio fueron a 1.0 m x 1.0 m ocasionando de esta manera que haya una menor competencia por luz, agua y nutrientes que a su vez influye en una mayor producción de biomasa, a pesar de que estas plantas fueron establecidas en un lote con un suelo deteriorado.

Con relación a lo anterior Devlin, manifiesta que el potencial productivo de las plantas forrajeras depende de su constitución genética y de factores externos; (clima). Como también depende del distanciamiento de siembra que influye sobre el crecimiento, al crear competencia por factores productivos⁷².

Tabla 7. Peso total de las especies arbustivas

Especie	Peso (g/planta)
<i>Tithonia diversifolia</i>	1226.09 A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	582.04 B
<i>Baccharis polyantha</i>	557.17 B

Comparador (0.05) = 167.986

⁷⁰ CABRERA, Oscar y LEITON, Hernán. Op. cit., p. 69. 70. 74.

⁷¹ CRIOLLO, Yarli. y USAMA, Mónica. Op. cit., p. 132.

⁷² DEVLIN, Robert. Fisiología vegetal. Barcelona: Omega. 1980. p. 78.

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.1.4 Peso de hojas. En el análisis de varianza se observaron diferencias significativas entre especies, pero no se encuentran diferencias significativas entre cortes, como tampoco se encontraron diferencias para la interacción corte por especie (Anexo E).

Observándose que *Tithonia diversifolia* con un peso de hojas igual a 318.39 g/planta. y *Baccharis polyantha* con un peso de hojas de 298.97 g/planta. sin diferencias significativas entre sí, pero estas especies mostraron diferencias significativas frente a *Ambrosia tenuifolia* con 198.89 g/planta. Esto se debe posiblemente al mayor número de hojas de estas especies, como también el mayor número de rebrotes que presentaron con respecto a *Ambrosia tenuifolia* que generalmente sus ramas no poseen gran cantidad de hojas en comparación con las otras dos especies (Tabla 8).

Tabla 8. Peso de hojas de las especies.

Especie	Peso (g.)	
<i>Tithonia diversifolia</i>	318.39	A
<i>Baccharis polyantha</i>	298.97	A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	198.89	B

Comparador (0.05) = 14.159

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.1.5 Peso seco de hojas Se determinaron diferencias altamente significativas entre cortes y especies, pero no se encontraron diferencias significativas para la interacción corte por especie (Anexo F).

En el segundo y tercer corte con un peso seco de hojas igual a 81.474 g/planta. y 75.557 g/planta respectivamente, las diferencias fueron significativas con respecto al primer corte que presentó un peso seco de hojas igual a 60.577 g/planta. Esto se debe posiblemente al mayor número de hojas y contenido de agua de estas a través de los cortes (Tabla 9.)

Tabla 9. Peso seco de hojas por corte.

Corte	Peso (g/planta)	
2	81.474	A
3	75.557	A
1	60.557	B

Comparador (0.05) = 53.651

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

Baccharis polyantha y *Tithonia diversifolia* con 85.480 g/planta y 81.468 g/planta respectivamente mostraron diferencias significativas respecto a *Ambrosia tenuifolia* con 50.660 g/planta (Tabla 10), debido al mayor número de hojas como también el contenido de agua que estas especies poseen y esta es una característica importante para utilizarlas como abono verde, ya que tienen una mayor velocidad de descomposición. Esto es ratificado por Ríos⁷³, manifestando que el efecto mejorador de los abonos verdes depende en gran medida, no solo de la especie del cultivo utilizado, sino de la succulencia y volumen de la fitomasa incorporada.

Tabla 10. Peso seco de hojas.

Especies	Peso (g/planta)	
<i>Baccharis polyantha</i>	85.480	A
<i>Tithonia diversifolia</i>	81.468	A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	50.660	B

Comparador (0.05) = 53.651

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.1.6 Peso de tallos En el análisis de varianza se observa diferencias altamente significativas entre corte y especie, como también para la interacción corte por especie (Anexo G).

Para los tres cortes el más productivo fue *Tithonia diversifolia* con 1183.17 g/planta, 650 g/planta y 886.94 g/planta con diferencias significativas respecto

⁷³ RIOS, Clara. Op. cit., p. 17.

a *Baccharis polyantha* que obtuvo un peso de 293.50 g., 227.53 g. y 253.57 g. y *Ambrosia tenuifolia* con 453.63 g., 224.77 g. y 471.36 g.; esto debido a la mayor lignificación y mayor número de ramas como también mayor altura en esta especie (Tabla 11).

Tabla 11. Peso de tallos.

Especies	Corte 1 (g/pl)	Corte 2 (g/pl)	Corte 3 (g/pl)
<i>Tithonia diversifolia</i>	1183.17 A	650 A	886.94 A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	453.63 B	224.77 B	471.36 B
<i>Baccharis polyantha</i>	293.5 B	227.53 B	253.57 B

Comparador (0.05) = 222.32

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.1.7 Peso seco de tallos Se observa en el análisis de varianza diferencias altamente significativas entre cortes y especies como también para la interacción corte por especie (Anexo H)

En los tres cortes *Tithonia diversifolia* obtuvo los mayores pesos promedios 327.54 g./planta 192.23 g/planta. y 255.92 g/planta, con diferencias significativas respecto a las otras dos especies, esto se debe por el mayor número de ramas y longitud de estas y un menor contenido de agua (Tabla 12). Entre *Ambrosia tenuifolia* y *Baccharis polyantha* no se observan diferencias significativas en los dos primeros cortes, pero para el tercer corte *Baccharis polyantha* con 96.67 g/planta. se diferencio significativamente respecto a *Ambrosia tenuifolia* con 172.83 g/planta

Tabla 12. Peso seco de tallos.

Especies	Corte 1 (g/pl)	Corte 2 (g/pl)	Corte 3 (g/pl)
<i>Tithonia diversifolia</i>	327.54 A	192.23 A	255.92 A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	147.24 B	94.16 B	172.83 B
<i>Baccharis polyantha</i>	104.61 B	91.95 B	96.67 C

Comparador (0.05) = 60.813

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.1.8 Longitud y peso de raíces En el análisis de varianza no se determinaron diferencias significativas entre especies, debido posiblemente a que las tres especies muestran similar capacidad de profundización en un suelo con características desfavorables para el crecimiento de las mismas (Anexo I).

Con relación a lo anterior Labrada⁷⁴, afirma que el grado de resistencia o dureza del suelo esta estrechamente relacionada con el desarrollo de las raíces, comprobándose que la proliferación del sistema radical se afecta a partir de cierto nivel de compactación.

Por otra parte Gil⁷⁵, afirma que cualquier factor adverso que altere el crecimiento y actividad de las raíces, como capas compactadas, inadecuada aireación, temperatura y estado hídrico del suelo entre otros, puede afectar parcial o severamente la actividad radical.

3.2 EVALUACIONES EN TRIGO

3.2.1 Tallos totales y efectivos de trigo/m². Con *Tithonia diversifolia*, *Baccharis polyantha* y *Ambrosia tenuifolia*, se obtuvo mayor número de tallos por m² 344.00, 321.79 y 319.56 tallos respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre estas especies, de acuerdo al análisis de varianza (Anexo J), pero se encontró diferencias significativas con respecto al testigo con 228.89 tallos, lo que indico que el trigo tuvo mejores condiciones físicas en el suelo para macollar, gracias a los aportes de materia orgánica y fraccionamiento del perfil producido por el sistema radicular de estas especies (Tabla 13).

De acuerdo con esta afirmación Sañudo, B., Checa, C. y Arteaga, G.⁷⁶ señalan que la instalación de *Baccharis polyantha* es sencilla y conveniente por un doble beneficio: como lo es el de aportar mulch con las podas y abrir canales en el suelo dejados por las raíces al morir”.

⁷⁴ LABRADA, Edelmar. et. al. El laboreo localizado con el C-101 resultados técnicos-económicos obtenidos en la aplicación entre el periodo de 1999 – 2001 en la Provincia Las Tunas. INICA – CUBA. [Citado 12 Mayo 2005]. Disponible en internet. URL: < www.ilustrados.com/publicar.html>.

⁷⁵ GIL, Rodolfo. Algunos criterios para la cuantificación y diagnostico del comportamiento estructural del suelo y su relación con la dinámica del agua y la producción de los cultivos. Instituto de suelos. INTA Cautelar. [Citado 12 Mayo 2005]. Disponible en internet. URL: < www.agriculturadepreciación.org/articulos/articulos.html>

⁷⁶ SAÑUDO, Benjamín., CHECA, Oscar. Y ARTEAGA, German. Op. cit. p. 31.

Tabla 13. Tallos totales y efectivos de trigo/m².

Tratamiento	Tallos/m²	
<i>Tithonia diversifolia</i>	344.00	A
<i>Baccharis polyantha</i>	321.79	A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	319.56	A
Testigo	228.89	B

Comparador (0.05) = 73.997

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.2.2 Altura plantas de trigo (cm). En el análisis de varianza se determino, diferencias altamente significativas entre los tratamientos.(Anexo K)

En el análisis de varianza se estableció que *Baccharis polyantha*, *Tithonia diversifolia* y *Ambrosia tenuifolia* no tuvieron diferencias significativas entre si con 99.30 cm., 98.77 cm. y 88.50 cm., pero las dos primeras especies difirieron significativamente con respecto al testigo con 79.900 cm. Además no se observaron diferencias significativas entre *Ambrosia tenuifolia* y el testigo (Tabla 14).

Lo anterior indica que se obtuvo un mayor efecto en cuanto altura de plantas de trigo, debido a los aportes de biomasa incorporados a las parcelas donde se implantaron estas especies. Demostrando la extracción y ciclaje de nutrientes realizados por las mismas, además de mantener el suelo protegido de los efectos erosivos producidos por el clima.

Lo anterior se relaciona con lo afirmado por Santander y Benavides⁷⁷, los beneficios al descomponerse la biomasa incorporada, se están liberando elementos esenciales los cuales son aprovechados por cultivos subsiguientes en sus distintas etapas de desarrollo y su efecto se puede comparar con la aplicación de un fertilizante completo.

⁷⁷ SANTANDER, Francisco y BENAVIDES, Oscar. Efecto de mulch de matarratón *Gliricidia sepium* (Jacq walp) sobre la productividad de dos suelos cultivados con fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris* len Cimarrones Municipio de Chachagui (Nar) y Tierra Blanca Municipio de Roldadillo (Valle del Cauca). Pasto. 1993. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. P. 54. 55.

Figura 8. Parcelas de trigo en cada tratamiento, cerca de la cosecha



T1: Testigo



T2: *Tithonia diversifolia*



T3: *Ambrosia tenuifolia*



T4: *Baccharis polyantha*

Tabla 14. Altura plantas de trigo (cm)

Tratamiento	Altura (cm)	
<i>Baccharis polyantha</i>	99.30	A
<i>Tithonia diversifolia</i>	98.77	A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	88.50	A B
Testigo	79.90	B

Comparador (0.05) = 11.926

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.2.3 Número de granos por espiga. Se obtienen diferencias altamente significativas entre tratamientos (Anexo L).

El tratamiento Testigo con 16.00 granos/espiga fue el menos productivo con diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos donde estuvieron implantadas las especies recuperadoras, observándose que *Baccharis polyantha* y *Tithonia diversifolia* permitieron los mayores promedios con 30.85 granos/espiga y 30.65 granos/espiga respectivamente, con diferencias significativas con respecto a *Ambrosia tenuifolia* con 26.23 granos/espiga (Tabla 15).

Esto se debe a que *Ambrosia tenuifolia* fue la especie que menores aportes de biomasa realizó al suelo, demostrados en menor altura y menos números de ramas aunque obtuvo un peso total mayor a *Baccharis polyantha* aunque estadísticamente sean iguales, esto debido a que sus tallos se lignificaban más rápido y por tal razón se obtuvo un peso mayor. De esta manera al ser incorporados al suelo no producían un efecto benéfico que se mire en un tiempo relativamente corto, por lo tanto al evaluar el cultivo de trigo no se observaron buenos resultados en comparación con *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha*, pero sí se obtuvieron buenos resultados con respecto al testigo donde no hubo un aporte de material vegetal.

Tabla 15. Número de granos/espiga

Tratamiento	Granos/Espiga	
<i>Baccharis polyantha</i>	30.85	A
<i>Tithonia diversifolia</i>	30.65	A
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	26.23	B
Testigo	16.00	C

Comparador (0.05) = 4.357

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.2.4 Peso de 1000 granos de trigo. No se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, lo que está indicando que no hay efectos alelopáticos cuando se hace incorporación de materia orgánica y que característica es más influenciada por el clima y por la interacción de las características genéticas (Anexo M).

3.2.5 Producción de grano seco (kg/ha). Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Anexo N).

Tithonia diversifolia y *Baccharis polyantha* con 4356.60kg/ha y 4050.80kg/ha respectivamente sin diferencias significativas entre sí, pero estas especies mostraron diferencias significativas con respecto al Testigo con 1525.50kg/ha. *Ambrosia tenuifolia* con 3460.20kg/ha no difirió con *Baccharis polyantha*, pero sí con respecto al Testigo (Tabla 16).

Por tal razón se determinó el efecto benéfico del proceso de subsolación producido por el sistema radicular de las especies y aportes de material orgánico que se realizó mediante cortes e incorporación al suelo.

De acuerdo con esta afirmación Del Pozo⁷⁸, asevera que el uso de coberturas vegetales y abonos verdes, mejora la fertilidad del suelo porque contienen nutrientes que son liberados según se van descomponiendo. A menudo los abonos verdes, son especies que resultan ser eficientes, en su capacidad para extraer los nutrientes del suelo, esos nutrientes no serían accesibles al cultivo sino fuera porque el cultivo de abono verde los extrae del suelo y los libera al morir y descomponerse; influyendo en el rendimiento del cultivo.

⁷⁸ DEL POZO, Manuel. La alfalfa: Su cultivo y aprovechamiento. 3ª Ed. Madrid: Mundi – Prensa, 1983. p. 83

Tabla 16. Producción de grano seco kg/ha

Tratamiento	Kg/ha	
<i>Tithonia diversifolia</i>	4356.6	A
<i>Baccharis polyantha</i>	4050.8	A B
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	3460.2	B
Testigo	1525.5	C

Comparador (0.05) = 682.962

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0.05).

3.3 ANALISIS ECONOMICO

La Tabla 17, presenta los costos totales de producción, rendimiento y rentabilidad de trigo en los diferentes tratamientos (T1= Testigo, T2= *Tithonia diversifolia*, T3= *Ambrosia tenuifolia* y T4= *Baccharis polyantha*).

En promedio los costos totales oscilaron entre 1'001.203,15 \$/ha y 1'219.001,5 \$/ha, siendo el testigo el que presento los menores costos esto debido a los menores rendimientos (1525.38 k/ha), de esta manera disminuyendo gastos en cuanto a trilla, alquiler de trilladora, empaques transporte de la producción al lugar de venta. El tratamiento T2 (*Tithonia diversifolia*), obtuvo los mayores costos, esto se dio por la mayor producción de grano seco (4356.55 kg/ha) reflejándose en un aumento en el valor de la trilla, alquiler de trilladora, utilización de empaques y transporte de la producción hacia el lugar de venta.

Después de analizar los datos de costos se encontró una cifra negativa en ingreso neto para el testigo indicando que este cultivo no es rentable para un suelo deteriorado donde no se hayan hecho prácticas de recuperación de suelos, demostrando de esta manera el abandono de toda actividad agrícola en estos suelos.

En la misma tabla se puede observar que *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha* obtuvieron mejores ingresos netos con 1'394.928,5 \$/ha y 1'250.373,5 \$/ha respectivamente, debido a que sus rendimientos fueron los mejores. Desde el punto de vista económico *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha* con una rentabilidad de 114.43% y 105.96% respectivamente se presentan como los tratamientos más atractivos para la producción de trigo.

Tabla 17. Costos totales de producción de trigo (\$/ha)

Concepto	Testigo	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Baccharis polyantha</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
COSTO DIRECTO TRIGO				
1. Preparación de terreno				
Arada (2) (B)	160000	160000	160000	160000
Rastrillada (tape) (B)	40000	40000	40000	40000
2. Insumos				
Semilla (\$ 600/Kg)	72000	72000	72000	72000
Fertilizante (\$ 50000/Bulto)	200000	200000	200000	200000
3. Mano de obra				
Siembra trigo (A)	10000	10000	10000	10000
Fertilización (A)	20000	20000	20000	20000
Cosecha (A)	40000	75000	70000	60000
Trilla alquiler (\$ 1500/Bulto)	36000	105000	97500	82500
Trilla (A)	20000	45000	40000	30000
4. Otros costos				
Empaques (\$ 300/Empaque)	7200	21000	19500	16500
Cabuya (\$ 3000/Cono)	1500	3000	3000	2500
Transporte insumos (\$ 1000/Bulto)	6000	6000	6000	6000
Transporte producción de trigo (\$1000/bulto)	24000	70000	65000	55000
SUBTOTAL	636700	827000	793000	754500
COSTO INDIRECTO				
Administración (5% de C.D.)	31835	41350	39650	37700
Arrendamiento (6 meses)	250000	250000	250000	250000
Interes capital (18%/Anual)	82668.15	100651.5	97438.5	93798
SUBTOTAL	364503.15	392001.5	387088.5	381498
TOTAL	1001203.15	1219001.5	1180088.5	1135998
Rendimiento kg/ha	1525.38	4356.55	4050.77	3457.23
Ingreso Bruto (\$ 600k)	915228	2613930	2430462	2074338
Ingreso Neto (\$/ha)	-85975.15	1394928.5	1250373.5	938340
Rentabilidad (%)	-8.59	114.43	105.96	82.60

Fuente: Este estudio

A: Valor del jornal (\$ 10000)

B: Valor de yunta (\$ 20000)

C.D: Costo directo

En la Tabla 18, se observa los costos totales de implantación de las especies arbustivas siendo de 3'880.700 \$/ha para cada especie. Este valor es la inversión realizada para la recuperación parcial de un suelo deteriorado, donde posteriormente se implanto un cultivo semestral en este estudio fue trigo, del cual se obtienen beneficios económicos que a su vez es una retribución parcial a la inversión por implantación de las especies.

Tabla 18. Costos de implantación de las especies arbustivas

CONCEPTO	Testigo	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Baccharis polyantha</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
COSTOS				
Insumos				
Bolsas (\$ 10/Bolsa)	0	50000	50000	50000
Abono orgánico (\$ 80000/Ton)	0	800000	800000	800000
Mano de obra				
Consecución de materiales (A)	0	50000	50000	50000
Preparación de suelo (A)	0	20000	20000	20000
Llenado de bolsas (A)	0	100000	100000	100000
Siembra en campo (A)	0	110000	110000	110000
Ahoyado (A)	0	1120000	1120000	1120000
Deshierbe (A)	0	110000	110000	110000
Corte e incorporación (A) 3 cortes	0	660000	660000	660000
Subtotal		3020000	3020000	3020000
Interes capital invertido (19 meses) (18% anual)		860700	860700	860700
TOTAL		3880700	3880700	3880700

Fuente: Este estudio

A: Valor de jornal (\$ 10000)

En la Tabla 19, se encuentra la retribución que hace el cultivo de trigo en el primer ciclo en cada uno de los tratamientos utilizados para recuperar parcialmente el suelo. Con la implantación de *Tithonia diversifolia* se obtuvo una retribución por medio del cultivo de trigo igual a \$ 1'394.928.5 que es el 35.95% del total de la inversión; siendo la mayor retribución en comparación con *Baccharis polyantha* con 32.22% y *Ambrosia tenuifolia* con 24.18%.

En el caso del testigo como no se realizo ninguna inversión para recuperar el suelo y al implantar el cultivo de trigo se obtuvieron perdidas debido a la baja producción.

Tabla 19. Tabla de retribución

	Testigo	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Baccharis polyantha</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
INVERSIÓN (IMPLANTACIÓN) (\$)	0	3880700	3880700	3880700
RETRIBUCIÓN A LA INVERSIÓN (\$) 1^{ER} CICLO	-85975.15	1394928.5	1250373.5	938340
%		35.95	32.22	24.18
DEFICIT		2485771.5	2630326.5	2942360

Fuente: Este estudio.

Para retribuir el costo total de la inversión de la implantación es necesario seguir cultivando estos lotes por más tiempo, pero sin dejar de hacer prácticas de conservación, de esta manera poder alcanzar una retribución del 100% a la inversión realizada en la implantación de las especies arbustivas.

Esta práctica de recuperación de suelos no solamente trae beneficios económicos en la implantación de nuevos cultivos, sino que acarrea con grandes beneficios ambientales ya que se está hablando de un recurso natural, que es la base para el sostenimiento de generaciones futuras.

3.3.1 Análisis de sensibilidad.

Cuando se habla de costos de implantación de especies arbustivas el valor total se puede ver afectado por la disminución de gastos en cuanto a mano de obra. Esto se debe a que el agricultor no se dedica jornadas enteras a realizar actividades de recuperación de suelos, además los agricultores ocupan la mano de obra familiar, realizan dichas actividades en lotes pequeños y esporádicamente.

En la Tabla 20, se indica una disminución del 55.92%, que corresponde a los costos de mano de obra, afectando el costo total de implantación de especies de \$ 3'880.700 a \$ 1'092.250.

Como se presentó una disminución en el costo de inversión, la retribución generada por el cultivo de trigo aumenta (Tabla 21), pasa del 35.95 % al 127.71 % para el Tratamiento T2 (*Tithonia diversifolia*) y de 32.22 % a 114.48 % para T4 (*Baccharis polyantha*) y 24.18 % a 85.91 % para T3 (*Ambrosia tenuifolia*).

Tabla 20. Costos de implantación con una disminución del 55.92 % correspondiente a mano de obra.

CONCEPTO	Testigo	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Baccharis polyantha</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
COSTOS				
Insumos				
Bolsas (\$ 10/Bolsa)	0	50000	50000	50000
Abono orgánico (\$ 80000/Ton)	0	800000	800000	800000
Subtotal		850000	850000	850000
Interés capital invertido (19 meses) (18% anual)		242250	242250	242250
TOTAL		1092250	1092250	1092250

Fuente: Este estudio.

De esta manera se considera que la mano de obra generada por la familia influye notablemente en los costos totales de la inversión. El valor de la mano de obra familiar se ve reflejado en el aumento del porcentaje en la retribución a la inversión inicial de implantación, que en el caso de *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha* la retribución que realizan a la inversión es total.

Tabla 21. Tabla de retribución para una disminución del 55.92 % del total de la inversión.

	Testigo	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Baccharis polyantha</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
INVERSIÓN (IMPLANTACIÓN) (\$)	0	1092250	1092250	1092250
RETRIBUCIÓN A LA INVERSIÓN (\$) 1ER CICLO	-85975.15	1394928.5	1250373.5	938340
%		127.71	114.48	85.91
DEFICIT				153910

Fuente: Este estudio.

3.4 DIVULGACION COMUNITARIA

Se realizaron dos días de campo con agricultores de zonas con la misma problemática de deterioro de suelos. El primer día de campo se realizó el día 30 de enero de 2004 con agricultores del Municipio de Iles de las Veredas Tablón Alto y Tablón Bajo además con la presencia de docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, con una asistencia de 33 personas. El segundo día de campo se realizó el día 24 de Octubre de 2004 con la presencia de agricultores de las veredas de Chair, Municipio de Córdoba, vereda San Francisco Municipio de Contadero y veredas de Tamburan y Urbano Municipio de Iles, en este día se contó con una asistencia de 55 personas (Figura 9).

En estos días de campo se realizaron con la siguiente metodología:

Fase 1: Saludo de bienvenida a los agricultores asistentes donde se realizó una breve introducción sobre el lugar y las condiciones que este presentaba, explicando el porqué estas prácticas de recuperación de suelos en esta zona, como también la importancia de los temas que se va a tratar.

Fase 2: Desplazamiento al lugar del ensayo donde se explicó a los asistentes la problemática de deterioro que afecta la región seleccionada, con el fin de que los agricultores tomen conciencia del problema al que se enfrentan. Posteriormente se dieron capacitaciones sobre conservación y recuperación de suelos.

Fase 3: Se indicó el estado en que se encontraba el suelo donde se realizó esta práctica de recuperación, luego con demostraciones de método se sustentó la metodología a seguir para la recuperación parcial un suelo deteriorado con la utilización de Botón de oro *Tithonia diversifolia*, Chilca *Baccharis polyantha* y Altamisa o Marco *Ambrosia tenuifolia* dando a conocer las bondades de estas especies como abonos verdes y subsoladores biológicos. En esta fase el aporte de los agricultores fue importante ya que permitía un intercambio de conocimientos y se tuvo diferentes puntos de vista sobre los temas tratados.

Fase 4: Después de cada día de campo a cada agricultor se le entregó un boletín didáctico (Anexo P), con la información clara y necesaria sobre propiedades, propagación, manejo y uso de estas especies arbustivas, con el fin de que estas prácticas puedan ser replicadas en las fincas. También en cada día de campo se llevó registro de cada actividad por medio de hojas de asistencia (Anexo O).

Figura 9. Días de campo con agricultores de las veredas Tablón Alto, Tablón Bajo, Tamburán y Urbano (Iles), San Francisco (Contadero), y Chair (Córdoba).



4. CONCLUSIONES

- *Tithonia diversifolia*, *Baccharis polyantha* y *Ambrosia tenuifolia*, además de su fácil propagación y consecución muestran una gran adaptabilidad a suelos deteriorados, lo que constituyen una buena opción para la recuperación de suelos.
- *Tithonia diversifolia* fue la especie que mejor se adaptó. Estadísticamente fue la especie que mostró mayor altura con 125.167 cm. y peso total de 1226.09 g. en comparación con *Baccharis polyantha*, con una altura de 95.033 cm. y un peso total de 557.17 g. y *Ambrosia tenuifolia* con 94.511 cm. y 582.04 g. de peso total.
- Con respecto a número de granos por espiga los tratamientos correspondientes a *Baccharis polyantha* y *Tithonia diversifolia* con 30.85 granos/espiga y 30.65 granos/espiga respectivamente, fueron mayores estadísticamente en comparación a *Ambrosia tenuifolia* con 26.23 granos/espiga, que a su vez es mayor en relación al testigo con 16.00 granos/espiga. Lo anterior se vio reflejado en diferencias entre tratamientos en cuanto a rendimiento de grano seco.
- Los aportes de *Tithonia diversifolia* y *Baccharis polyantha* en el rendimiento de trigo, estadísticamente no muestran diferencias significativas permitiendo 4356.60 kg/ha y 4050.80 kg/ha respectivamente de grano seco, pero se encontraron diferencias significativas en comparación al testigo con 1525.50 kg/ha. Comprobando así el efecto de subsolación y aportes de biomasa producido por las especies arbustivas en el suelo.
- Un total de 88 agricultores de la Vereda Tablón Alto y de regiones aledañas, como también estudiantes de la Universidad de Nariño, se beneficiaron en el conocimiento de las prácticas de recuperación de suelos con la utilización de especies arbustivas.

5. RECOMENDACIONES

- Seguir evaluando otro tipo de cultivos semestrales en este suelo para evaluar el comportamiento de los mismos, además de tener en cuenta el aspecto económico.

- Hacer replicas de este ensayo en otras zonas del Departamento de Nariño que presenten problemas de deterioro de suelos para evaluar el comportamiento de estas especies y el efecto que estas producen.

- Seguir en la búsqueda de especies que posean características de subsoladores y abonos verdes, para utilizarlas en prácticas de recuperación y conservación de suelos.

- En trabajos que estén encaminados a la recuperación de suelos, realizar capacitaciones a los agricultores sobre prácticas agroecológicas de recuperación y conservación de suelos, sencillas y de bajo costo que puedan ser adoptadas por ellos.

BIBLIOGRAFIA

AGUILA, Hernán. Agricultura general y especial. Santiago, Chile. Universitaria, 1987. 250 p.

AYTE, Jaime y NARVAEZ, Carlos. Evaluación del valor nutritivo de forrajes chilca *Baccharis sp*, guarango *Caesalpinia spinosa* y quillotocto *Tecoma stans* en la etapa de levante de cuyes *Cavia porcellus*. Pasto. 1999. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. P. 91. 92. 93.

BARTHOLUMAUS A. et. al., El manto de la tierra. Flora de los Andes. Bogota: CAR/GTZ/KFW. 1995. 315 p.

BOWEN, John Y KRATKY, Bernard. Control de la erosión: Métodos para evitar la pérdida del valioso suelo. En: Agricultura de las Américas. Kansas. Vol. 32, No. 8 (ago 1983); p. 6 – 7.

BUNCH, R. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos. Tegucigalpa, Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. Informe Técnico No. 3. 1995. 8 p.

CABRERA, Oscar y LEITON, Hernán. Implementación de modelos agroecológicos y agroforestales en la vereda Arguello Bajo del Municipio de Yacuanquer y en el Corregimiento de Mapachico del Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto. 2005. 143 p. Trabajo de grado. (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

CARRASCO, Jorge y RECKMAN, Oscar. La conservación de suelos. En: Investigación y progreso agropecuario. Quilamapu. Chile. No. 59 (ene. – mar. 1994); p. 18.

CERISOLA, Carlos. Lecciones de agricultura biológica. Chile. Mundi-Prensa, 1989. pp 27-33.

CERVANTES, Clara y ROMERO, Jorge. Conservación de suelos. En: Colombia sus gentes y regiones. Bogota. No. 25 (mar 1992); p. 34 – 35.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL – UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Practicas agroecológicas de manejo de suelo y ambiente. San Juan de Pasto: Enero, 2004, pp 7 – 8.

CRIOLLO, Yali y USAMA, Mónica. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Helms) (Gray) en monocultivo y asociado con aliso *Alnus jorullensis* HBK en la granja de Botana, Municipio de Pasto. Pasto. 2001. 156 p. Trabajo de grado. (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

CRONQUIST, Arthur. Introducción a la botánica. México. Continental. 1969. p. 628.

CUASTUMAL, Héctor, ROMO, Luís y ROMO, Fernando. Implementación de prácticas agroecológicas y agroforestales andinas en las veredas de Tablón Alto (Municipio de Iles) y Chalitala (Municipio de Tuquerres). Pasto. 2005. 130 p. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

DARWICH, N. A. "Manual de fertilidad de suelos". Balcarce. Argentina. 1989. pp. 119.

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

DEVLIN, Robert. Fisiología vegetal. Barcelona: Omega. 1980. 517 p.

GARCIA CAMARERO, J. Los sistemas vitales suelo agua y bosque: su degradación y restauración. En: Hojas Divulgadoras. Madrid. Vol. 8, No. 3 (1989); p. 6, 7.

GARCIDUEÑAS, Manuel. FISILOGÍA VEGETAL APLICADA. México: Mc Graw Hill. 1993. p. 114.

GIL, Rodolfo. Algunos criterios para la cuantificación y diagnóstico del comportamiento estructural del suelo y su relación con la dinámica del agua y la producción de los cultivos. Instituto de suelos. INTA Cautelar. [Citado 12 Mayo 2005]. Disponible en internet. URL: < www.agriculturadepreciación.org/articulos/articulos.html.>

GOMEZ, Maria. et al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV. 1995. 70 p.

JANSEN, Iván Y FEHRENBACHER, Joe., Rehabilitación de suelos dañados. En: Agricultura de las Américas. Kansas. Vol. 32. No.2 (Feb 1983), p. 32, – 34.

JIMENEZ, Francisco, MUSCHLER, Reinhold y KOPSELL, Edgar. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba: CATIE/GTZ. 2001. p. 29.

LABRADA, Edelmar. et al. El laboreo localizado con el C-101 resultados técnicos-económicos obtenidos en la aplicación entre el periodo de 1999 – 2001 en la Provincia Las Tunas. INICA – CUBA. [Citado 12 Mayo 2005]. Disponible en internet. URL: < www.ilustrados.com/publicar.html>.

LABRADOR María., La Materia Orgánica en los Agrosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España - Ediciones Mundi-Prensa. 1996. pp. 71 –73.

ONTIVEROS, D. El empleo de las leguminosas como abono verde. Colombia. Tierra. 22 (7). 1967. Pp 500 – 520.

PEREZ, Enrique. Plantas útiles de Colombia. Bogotá: Ed. Pérez Arvelaez, 4ta Ed. 1996. p. 297.

PORTA, Jaime, LOPEZ, Marta Y ROQUERO, Carlos. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 1994. p. 590 – 591.

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

RIOS, Clara. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 1997. pp. 115-126.

_____ La Huerta Orgánica. Cartilla. Convenio IMCA - CIPAV - ETEC. Cali. 1997B. 17 p.

RIOS, Clara., *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. CIPAV – FAO. Jun. 1998 [citado 19 Mayo 2003] Disponible en Internet. URL: <<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR 1/Rios 14. pdf>>.

SÁNCHEZ, P. Suelos del trópico. San José de Costa Rica. IICA. 1981. pp. 121 –127.

SANTANDER, Francisco y BENAVIDES, Oscar. Efecto de mulch de matarratón *Gliricidia sepium* (Jacq walp) sobre la productividad de dos suelos cultivados con fríjol arbustivo *Phaseolus vulgaris* en Cimarrones Municipio de de Chachagui (Nariño) y Tierra Blanca Municipio de Roldadillo (Valle del Cauca). Pasto. 1993. 85 p. Trabajo de grado. (Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

SAÑUDO, Benjamín., CHECA, Oscar. Y ARTEAGA, Germán. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Pasto – Colombia; CORPOTRIGO, Udenar- Unigraf, 2001, pp 33.

SCHLÖNVOIGT, Andrea. et al. Estudios ecológicos de raíces en sistemas agroforestales: experiencias metodológicas en el CATIE. Turrialba, Costa Rica 2000. pp 20 – 21.

SICARD, Terry. Relaciones comunidad y academia en la conservación de suelos bajo criterios de Agricultura Biológica. En: Geotrópica. Bogota. No. 2 (Ago 1997); p. 51.

TORO, J. Árboles y arbustos del Parque Regional Arvi. Medellín: CORANTIOQUIA. 2000. p. 58.

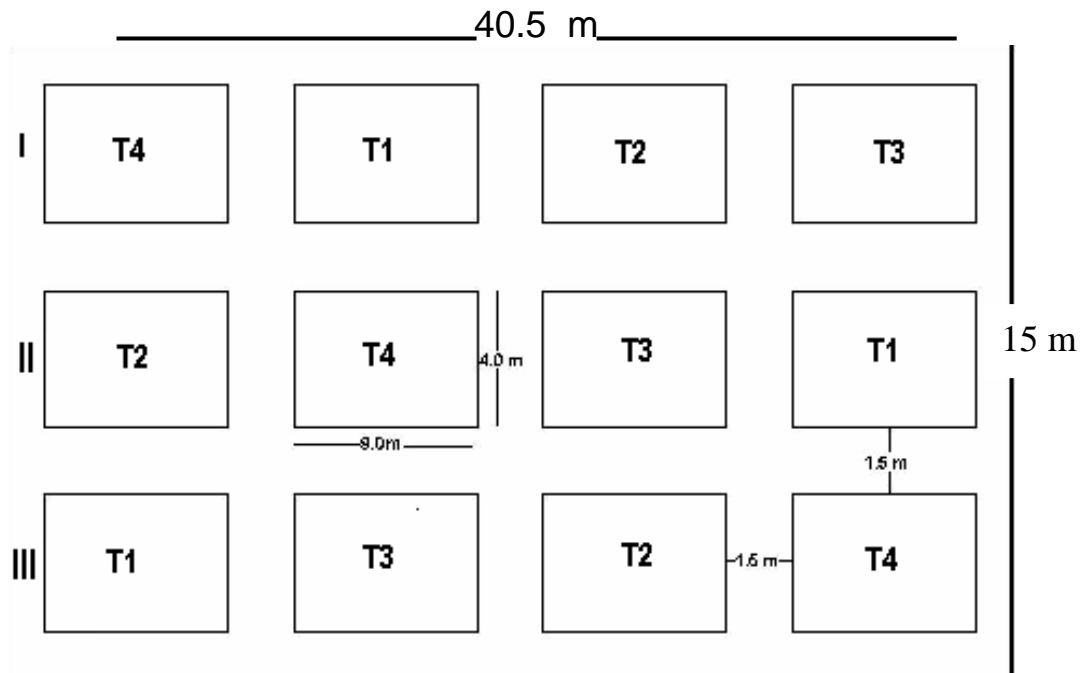
VALENZUELA Jorge CARRRASCO Jorge. Obras para conservación de suelos. En: Investigación y progreso agropecuario. Quilamapu. Chile. No. 61 (jul – sep 1994), p. 31

WANJAU. S, MUKALAMA. J y THIJSEN. R. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. Boletín de ILEIA. Marzo de 1998. 25 p.

WHYTE, R. et al. Las leguminosas en la agricultura. Roma. FAO, 1955. pp 321 – 322.

ANEXOS

Anexo A. Distribución experimental utilizada.



- T1: Testigo
- T2: Botón de oro *Tithonia diversifolia*
- T3: Marco *Ambrosia tenuifolia*
- T4: Chilca *Baccharis polyantha*

Anexo B. Análisis de varianza y prueba Tukey para altura (cm) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
CORTE	2	934.34962963	467.17481481	7.78	0.0068	**
CORTE*REP	6	235.47333333	39.24555556	0.65	0.6876	NS
ESPECIE	2	5544.16074074	2772.08037037	46.18	0.0001	**
CORTE*ESPECIE	4	746.12592593	186.53148148	3.11	0.0569	NS
ERROR	12	720.28000000	60.02333333			
TOTAL	26	8180.38962963				

N.S. No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo.

R² 0.911950
 C.V. 7.385319
 DESVIACION S. 7.74747271
 PROMEDIO G. 104.90370370

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	125.167	9	Botón de oro
B	95.033	9	Chilca
B	94.511	9	Marco

Comparador (0.05) = 9.736

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA CORTES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	CORTES
A	111.51	9	1
A			
B A	105.98	9	2
B			
B	97.13	9	3

Comparador (0.05) = 9.736

Anexo C. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de ramas de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
CORTE	2	402.36518519	201.18259259	46.17	0.0001	**
CORTE*REP	6	38.34222222	6.39037037	1.47	0.2691	**
ESPECIE	2	498.53851852	249.26925926	57.20	0.0001	**
CORTE*ESPECIE	4	224.47703704	56.11925926	12.88	0.0003	**
ERROR	12	52.29111111	4.35759259			
TOTAL	26	1216.01407407				

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.956998
 C.V 13.36862
 DESVIACION S. 2.08748475
 PROMEDIO G. 15.61481481

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

CORTE 1.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	31.63	3	Botón de oro
B	18.27	3	Chilca
C	13.13	3	Marco

Comparador (0.05) = 4.544

CORTE 2.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	15.4	3	Chilca
A	14.23	3	Botón de oro
B	6.97	3	Marco

Comparador (0.05) = 4.544

CORTE 3.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	16.53	3	Botón de oro
A	13.63	3	Chilca
B A	10.73	3	Marco
B			
B			

Comparador (0.05) = 4.544

Anexo D. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso total (gr) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
CORTE	2	311349.52574074	155674.76287037	8.71	0.0046	**
CORTE*REP	6	68869.71100000	11478.28516667	0.64	0.6957	NS
ESPECIE	2	2588640.78898519	1294320.39449259	72.43	0.0001	**
CORTE*ESPECIE	4	162085.37608148	40521.34402037	2.27	0.1223	NS
ERROR	12	214430.71453333	17869.22621111			
TOTAL	26	3345376.11634074				

NS. No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.935902
 C.V 16.95465
 DESVIACION S. 133.67582508
 PROMEDIO G. 788.43148148

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA CORTES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	CORTE
A	898.89	9	1
A			
A	823.46	9	3
B	642.94	9	2

Comparador (0.05) = 167.986

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	1226.09	9	Botón de oro
B	582.04	9	Marco
B			
B	557.17	9	Chilca

Comparador (0.05) = 167.986

Anexo E. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso de hojas (gr) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
CORTE	2	4161.65735556	2080.82867778	1.14	0.3517	NS
CORTE*REP	6	45940.28811111	7656.71468519	4.20	0.0166	**
ESPECIE	2	74013.78535556	37006.89267778	20.30	0.0001	**
CORTE*ESPECIE	4	11708.07022222	2927.01755556	1.61	0.2361	NS
ERROR	12	21872.64302222	1822.72025185			
TOTAL	26	157696.44406667				

NS. No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.861299
 C.V 15.69133
 DESVIACION S. 42.69332795
 PROMEDIO G. 272.08222222

PRUEBA TUKEY (5%) PARA ESPECIES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	318.39	9	Botón de oro
A	298.97	9	Chilca
B	198.89	9	Marco

Comparador (0.05) = 14.159

Anexo F. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso seco de hojas (gr) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
CORTE	2	2088.41282963	1044.20641481	8.23	0.0056	**
CORTE*REP	6	2480.21028889	413.36838148	3.26	0.0388	**
ESPECIE	2	6532.94849630	3266.47424815	25.73	0.0001	**
CORTE*ESPECIE	4	624.80432593	156.20108148	1.23	0.3491	NS
ERROR	12	1523.38071111	126.94839259			
TOTAL	26	13249.75665185				

NS. No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.885026
 C.V 15.53318
 DESVIACION S. 11.26713773
 PROMEDIO G. 72.53592593

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA CORTES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	CORTE
A	81.474	9	2
A	75.557	9	3
B	60.577	9	1

Comparador (0.05) = 53.651

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	85.480	9	Chilca
A	81.468	9	Botón de oro
B	50.660	9	Marco

Comparador (0.05) = 53.651

Anexo G. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso de tallos (gr) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
CORTE	2	349266.82231852	174633.41115926	16.74	0.0003
CORTE*REP	6	43044.88764444	7174.14794074	0.69	0.6639
ESPECIE	2	2137606.34187407	1068803.17093704	102.45	0.0001
CORTE*ESPECIE	4	198679.63990371	49669.90997593	4.76	0.0156
ERROR	12	125191.58088889	10432.63174074		
TOTAL	26	2853789.27262963			

**
NS
**
**

NS. No significativo
* Significativo
** Altamente significativo

R² 0.956131
C.V 19.77982
DESVIACION S. 102.14025524
PROMEDIO G. 516.38629630

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

CORTE 1.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	1183.17	3	Botón de oro
B	453.63	3	Marco
B	293.5	3	Chilca

Comparador (0.05) = 222.32

CORTE 2.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	650	3	Botón de oro
B	227.53	3	Chilca
B	224.77	3	Marco

Comparador (0.05) = 222.32

CORTE 3.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	886.94	3	Botón de oro
B	471.36	3	Marco
B	253.57	3	Chilca

Comparador (0.05) = 222.32

Anexo H. Análisis de varianza y prueba Tukey para peso seco de tallos (gr) de las especies arbustivas.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
CORTE	2	21691.66020000	10845.83010000	13.89	0.0008
CORTE*REP	6	3053.36000000	508.89333333	0.65	0.6889
ESPECIE	2	125924.95095556	62962.47547778	80.66	0.0001
CORTE*ESPECIE	4	15715.27871111	3928.81967778	5.03	0.0129
ERROR	12	9367.40973333	780.61747778		
TOTAL	26	175752.65960000			

**
NS
**
**

NS No significativo
* Significativo
** Altamente significativo

R² 0.946701
C.V 16.95154
DESVIACION S. 27.93953253
PROMEDIO G. 164.82000000

PRUEBA TUKEY (0.05) PARA ESPECIES

CORTE 1.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	327.54	3	Botón de oro
B	147.24	3	Marco
B	104.61	3	Chilca

Comparador (0.05) = 60.813

CORTE 2.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	192.23	3	Botón de oro
B	94.16	3	Marco
B	91.95	3	Chilca

Comparador (0.05) = 60.813

CORTE 3.

COMPARADOR	PROMEDIO	N	ESPECIE
A	255.92	3	Botón de oro
B	172.83	3	Marco
C	96.67	3	Chilca

Comparador (0.05) = 60.813

Anexo I. Análisis de varianza para longitud de raíces (cm) y peso de raíces (gr) de las especies arbustivas.

Longitud de raíces:

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
ESPECIE	2	65.76888889	32.88444444	0.80	0.5108	NS NS
REPETICION	2	73.76888889	36.88444444	0.90	0.4771	
ERROR	4	164.73777778	41.18444444			
TOTAL	8	304.27555556				

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.458590
 C.V 9.900171
 DESVIACION S. 6.41751077
 PROMEDIO G. 64.82222222

Peso de raíces:

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
ESPECIE	2	2673270.22222222	1336635.11111111	0.84	0.4969	NS NS
REPETICION	2	1933296.88888888	966648.44444444	0.61	0.5892	
ERROR	4	6385192.44444446	1596298.11111111			
TOTAL	8	10991759.55555550				

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.419093
 C.V 60.40063
 DESVIACION S. 1263.44691662
 PROMEDIO G. 2091.77777778

Anexo J. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de tallos totales y efectivos de trigo por metro cuadrado.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
TRATAMIENTOS	3	23396.14826667	7798.71608889	11.40	0.0069	**
REPETICION	2	13760.47760000	6880.23880000	10.06	0.0121	**
ERROR	6	4104.94533333	684.15755556			
TOTAL	11	41261.57120000				

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.900514
 C.V 8.616552
 DESVIACION S. 26.15640563
 PROMEDIO G. 303.56000000

PRUEBA TUKEY (0.05)

COMPARADOR	PROMEDIO	N	TRATAMIENTO
A	344.00	3	Botón de oro
A	321.79	3	Chilca
A	319.56	3	Marco
B	228.89	3	Testigo

Comparador (0.05) =73.997

Anexo K. Análisis de varianza y prueba Tukey para altura de plantas de trigo (cm).

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
TRATAMIENTOS	3	771.45000000	257.15000000	14.47	0.0037
REPETICION	2	20.98666667	10.49333333	0.59	0.5833
ERROR	6	106.62000000	17.77000000		
TOTAL	11	899.05666667			

**
NS

NS No significativo
* Significativo
** Altamente significativo

R² 0.881409
C.V 4.601180
DESVIACION S. 4.21544778
PROMEDIO G. 91.61666667

PRUEBA TUKEY (0.05)

COMPARADOR	PROMEDIO	N	TRATAMIENTO
A	99.300	3	Chilca
A			
A	98.767	3	Botón de oro
A			
B A	88.500	3	Marco
B			
B	79.900	3	Testigo

Comparador (0.05) = 11.926

Anexo L. Análisis de varianza y prueba Tukey para número de granos por espiga.

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
TRATAMIENTOS	3	435.53310000	145.17770000	61.21	0.0001
REPETICION	2	2.32231667	1.16115833	0.49	0.6354
ERROR	6	14.22975000	2.37162500		
TOTAL	11	452.08516667			

**
NS

NS. No significativo
* Significativo
** Altamente significativo

R² 0.968524
C.V 5.938716
DESVIACION S. 1.54000812
PROMEDIO G. 25.93166667

PRUEBA TUKEY (0.05)

COMPARADOR	PROMEDIO	N	TRATAMIENTO
A	30.850	3	Chilca
A			
A	30.650	3	Botón de oro
B	26.227	3	Marco
C	16.000	3	Testigo

Comparador (0.05) = 4.357

Anexo M. Análisis de varianza para peso de 1000 granos (gr).

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
TRATAMIENTOS	3	1.19942500	0.39980833	1.69	0.2667	NS
REPETICION	2	1.38755000	0.69377500	2.94	0.1289	NS
ERROR	6	1.41645000	0.23607500			
TOTAL	11	4.00342500				

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.646190
 C.V 1.044276
 DESVIACION S. 0.48587550
 PROMEDIO G. 46.52750000

Anexo N. Análisis de varianza y prueba Tukey para producción de grano seco (Kg/ha).

F DE V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
TRATAMIENTOS	3	14536030.04202500	4845343.34734168	83.14	0.0001
REPETICION	2	1405899.50461665	702949.75230832	12.06	0.0079
ERROR	6	349681.72204998	58280.28700833		
TOTAL	11	16291611.26869160			

**

**

NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

R² 0.978536
 C.V 7.210126
 DESVIACION S. 241.41310447
 PROMEDIO G. 3348.25083333

PRUEBA TUKEY (0.05)

COMPARADOR	PROMEDIO	N	TRATAMIENTO
A	4356.6	3	Botón de oro
A			
B A	4050.8	3	Chilca
B			
B	3460.2	3	Marco
C	1525.5	3	Testigo

Comparador (0.05) = 682.962

Anexo O. Listas de asistencia de agricultores a días de campo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

**EFFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
ARBUSTIVAS *Baccharis polyandra*, *Tithonia diversifolia* Y *Ambrosia
senegalensis* EN LA RECUPERACION PARCIAL DE UN SUELO DE LA
VEREDA TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES**

Fecha: 30 - Enero - 2004

	NOMBRES Y APELLIDOS	NO. CÉDULA
1	Quintillo Jolly	2761329-4 Iles
2	Blanca G. Davila G	524-316 Iles
3	Jenny Gabriela Ospina G.	59 310 777 Pasto
4	Juan Carlos Zambrano M. Neta	17 425 234 Pasto
5	Mariana del Rosario Diaz	22 22125 Iles
6	Carolina Reina	18 43303
7	Enel Rosa Guibari	182254 Iles
8	Daniel Oscar Chonguano	234730
9	Andrés Castro	5 260 619 Iles
10	Javier Juvilla	98-372265
11	Elpidio Davila	8739002 Iles
12	Los Antonio Rojas	1009199 Iles
13	Yolby Rosa Ospina	12 400 639 Pasto
14	Hector Castellanos G.	5 205 938 Iles
15	Juan Luis Caro	25 273 985 Pasto
16	Dora Dora Daza	72 375 270 Pasto
17	Rosa Dora Castro V.	16 606 517
18	Martha A. Castillo	17 507 291 Iles
19	Yolanda Ospina	5 260 186 Iles
20	Laura Ospina	98 371 314 Iles
21	Ronald Andrade R.	
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Continúa

UNIVERSIDAD DE NAHÍO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

EFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
ARBUSATIVAS *Berchardia polyantha*, *Tithonia diversifolia* Y *Ambrosia
leucifolia*, EN LA RECUPERACION PARCIAL DE UN SUELO DE LA
VEREDA TABLON ALTO, MUNICIPIO DE ILES

Fecha: 30 - Enero - 2004

	NOMBRES Y APELLIDOS	No. CÉDULA
1	Dora Dora Dorado	25 243 985
2	Fredy John Barboza	12 214 569 Pto. Nari
3	Fredy Leiton	12 246 522 Pto. Nari
4	Fernando Nono F.	12 070 356 Pto. Nari
5	Osvaldo Juan Camacho V.	98 375 370 Pto. Nari
6	Hector Cuastanal A.	12 344 654 Pto. Nari
7	Wendy Q. E. M.	12 275 058 Pto. Nari
8	Andrés Humberto Herrera Velasco	98 110 688 Pto. Nari
9	Juan Carlos Lombardi M. Nari	12 995 240 Pto. Nari
10	Wendy H. M. Nari	5 266 184 Pto. Nari
11	Luis Antonio Nari	12 360 688 Pto. Nari
12	María del Rosario Torres	12 231 326 Pto. Nari
13	Georgina C. Nari	29 231 838 Pto. Nari
14	Wendy Nari	09 310 778 Pto. Nari
15	Wendy Nari	27 232 820 Pto. Nari
16	Wendy Nari	27 231 0 21 Pto. Nari
17	Dora Elizabeth B. H. Nari	28 255 418 Pto. Nari
18	Wendy Nari	10 103 852
19	Wendy Nari	12 988 100 Pto. Nari
20	Wendy Nari	5 266 329 Pto. Nari
21	Wendy Nari	12 957 049 Pto. Nari
22	Wendy Nari	12 267 234
23	Wendy Nari	5 266 326 Pto. Nari
24	Wendy Nari	23 231 326 Pto. Nari
25	Wendy Nari	16 606 532
26	Wendy Nari	
27	Wendy Nari	
28	Wendy Nari	14 871 154 Pto. Nari
29	Wendy Nari	12 267 234 Pto. Nari
30	Wendy Nari	5 266 326 Pto. Nari

Continúa.....

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

**EFFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
 ARBUSTIVAS *Baccharis polyantha*, *Tibouchia diversifolia* Y *Amúrosla
 tonuzónia*, EN LA RECUPERACIÓN PARCIAL DE UN SUELO DE LA
 VEREDA TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES**

Fecha: 24 - Octubre - 2004.

NOMBRE	DOCUMENTO IDENTIDAD
Dorcas Isabel Juanda Oro	30743781 de pasto.
Albino Martín Dávila Roselo	5934117 de Colombia
Francisco Francisco Cisneros	5231777 de Colombia
María Josefina Salgado	31.009 8027 P/ile
Adrián Salgado C.	51.139.543 de Colombia
Gerardo Pizarro	13037956 de Colombia
M. Beatriz Calabazas	27664461
Andrés Gómez	2261782 de
Manuel Pizarro	5.261.23 de
MARCELINO ROBAY	18924213 de
Alfonso Pizarro	12913609
Jaime Ramiro Nzo	5.961.198
Luciano Rosero	27237026 de
Carolina Lucía Pantoja	
Sofía Pizarro	
José Luis Pizarro P.	5267627 de
José Gómez	27232674 de
Alejandro Gómez	5.261.469 de
Manuel Antonio Rosas	98370774
Javier Antonio Rosero	98370760

Continúa.....

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

EFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES
ARBUSTIVAS Barbarea polyantha, Tithonia diversifolia Y Ambrosia
toxicaria, EN LA RECUPERACION PARCIAL DE UN SUELO DE LA
VEREDA TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES

Fecha: 24 - Octubre - 2004.

NOOMBRE	DOCUMENTO IDENTIDAD
Jorge Ramirez GUA 5267198 Miguel Galeto 50261207	Jorge Ramirez GUA
Alfred. ...	
Luis Rorind	5.267320
Ofelia Argoty	30709552
Ignacio Beltrán	5.267.700
Ester Beltrán	59.230.113
Edilma Argoty	22231250
Enrique Argoty	5260787
Raúl Argoty	27.233010
Carlos Cuaspa	1343511
Francisco Vallejo	5.267.655.161
Hugo Vallejo	5.267.782.111
Rayson Vallejo	98.270.550
Julia Pantaja	5.267205
Ángel Ángel Garcillo	98.220.373.111
Carolina Aracelia Garzón	22.231502
Camilo Elias Cuaspa	8.5262050
Julio Maldonado	5260470

Continúa.....

Anexo P. Boletín divulgativo

EFFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES VEGETALES ARBUSTIVAS *Baccharis polyantha*, *Tithonia diversifolia* y *Ambrosia tenuifolia*, EN LA RECUPERACIÓN PARCIAL DE UN SUELO DE LA VEREDA TABLÓN ALTO, MUNICIPIO DE ILES

SUBOLADORES BIOLÓGICOS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO – COLOMBIA
2004**

ESTABLEZCA SUBSOLADORES BIOLÓGICOS EN SU

FINCA

¿QUE ES UN SUBSOLADOR BIOLÓGICO?

Un subsolador biológico es toda especie arbustiva de rápido crecimiento, buena producción de biomasa y capacidad de revotación, con adaptación a suelos superficiales y de baja fertilidad, además de poseer un sistema radical fuerte y extensivo, a través de horizontes internos compactados, causando fracturaciones localizadas lo que permite una aireación del sustrato y una adecuada infiltración de agua.

¿CUALES ESPECIES TIENEN LA CAPACIDAD DE SUBSOLACION?

Entre las plantas de la región andina, que tienen características de subsoladores biológicos, están la CHILCA, el MARCO o ALTAMISA y el BOTON DE ORO, conocidas por todos los agricultores, de fácil propagación y adaptación a diferentes ambientes. En regiones bajas también se emplea el GUANDUL.

¿QUE OTRAS PROPIEDADES TIENEN DICHAS ESPECIES?

De las ramas y el follaje de las tres primeras especies se obtienen extractos útiles en la protección de los cultivos contra plagas, además de su potencial efecto sobre parásitos de animales domésticos.

Periódicamente se puede cortar y picar la parte aérea de las plantas, mezclando los tejidos con el suelo, para mejorar la calidad orgánica, lo que les da la propiedad de ABONOS VERDES.

El botón de oro es conocido por ser un alimento excelente para animales herbívoros, gracias a su valor nutricional sirviendo como forraje verde y heno, además de su empleo en la preparación de BALANCEADOS. La chilca también es consumida como forraje verde, especialmente por caballos, en épocas prolongadas de verano, cuando hay escasez de hierba. El guandul produce grano útil en la alimentación humana y en preparación de balanceados para la alimentación animal.

¿COMO SE PROPAGAN LAS ESPECIES SUBSOLADORAS?

La chilca y el marco crecen espontáneamente, gracias a que las semillas de dichas especies, germinan en distintas condiciones ambientales de la superficie de suelos limpios, originando un alto número de planticas. Estas se colocan para replantarlas en bolsas cafeteras de una libra y con sustrato adecuado manteniéndose en vivero hasta su total prendimiento, para llevarlas al campo.

Cuando los arbustos de botón de oro se encuentran en floración, se cortan las estacas con 2 a 3 nudos lignificando para colocarlas a enraizamiento en bolsas con sustrato adecuado, después del tratamiento de la base de ellas con un enraizador. Las bolsas se mantienen por dos meses en un lugar sombreado y las estacas prendidas se llevan al campo.

El guandul se propaga a través de semilla la cual debe ser recién recolectada colocando 2 – 3 granos por bolsa de 1 kilo, haciendo el transplante a 40 – 50 días después de la siembra.

¿QUE MANEJO AGRONOMICO SE HACE CON LOS SUBSOLADORES?

En área de la finca cuyos suelos son improductivos y hay afloramiento de CANGAGUA, debe hacerse un ahoyado a 1 metro cuadrado, procurando una buena profundización. En el fondo de los huecos se distribuyen 2 kilos de abono orgánico, mezclando bien con el suelo extraído y luego rellenado y apisonado total. Las planticas enraizadas se establecen enterrando todo el pilón que queda al retirar la bolsa plástica y ajustando a los lados.

Es conveniente hacer las reposiciones necesarias, mantener el área de plateo limpia y regar en épocas secas. Una vez que las plantas llegan a la floración, la parte aérea se corta y pica, mezclando los tejidos con el suelo, mediante roturación superficial con azadón. Se recomiendan otros 2 – 3 cortes y distribución de los tejidos aéreos, para mezclarlo con el suelo, para mejorar la fertilidad orgánica.

Después del último corte, se corta a profundidad el sistema radical, para evitar rebrotes y luego de 30 a 45 días todo el terreno se rotura para establecer una actividad agrícola comercial.

¿CUAL ES EL IMPACTO DEL EMPLEO DE LOS SUBSOLADORES BIOLÓGICOS?

Con la práctica de recuperación de suelos empleando los subsoladores biológicos, se logra en corto tiempo mejorar la estructuración de los suelos, una mayor fertilidad, mejor distribución y conservación del agua, además de una aireación adecuada. Todo ello contribuye a incrementos significativos en los rendimientos de los cultivos establecidos.

SEÑOR AGRICULTOR:

USTED PUEDE ENCONTRAR EN SU UNIDAD PRODUCTIVA LOS ELEMENTOS Y LAS ESTRATEGIAS PARA RECUPERAR SUS SUELOS CANSADOS, LO QUE LLEVA A MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD. LOS SUBSOLADORES BIOLÓGICOS AYUDAN A LOGRAR EN CORTO TIEMPO QUE LAS AREAS DETERIORADAS VUELVAN A SER ÚTILES.