



**Productividad forrajera, pérdida de suelo y
escorrentía superficial bajo bancos protéicos
de madre de agua (*Trichanthera gigantea*),
sólo y asociado con chachafruto (*Erythrina
edulis*) y/o mani forrajero (*Arachis pintoii*) en la
Martinica alta. Ibagué, Tolima, Colombia.**

EQUIPO DE TRABAJO

I. Forestal. M. Sc. HENRY GARZON SANCHEZ.
M.V.Z. M. Sc. HECTOR FABIO LIBREROS

COINVESTIGADORES (TESIS DE PREGRADO).

CARLOS MARIO AGUIRRE DAVILA. Estudiante de I. Forestal.
MIGUEL ANGEL LEYES TAMARA. Estudiante de I. Agronómica.
JAIME LOZANO VARGAS. Estudiante MVZ
FRANCISCO ANTONIO PEREZ. Estudiante MVZ



RESUMEN

En la finca " la Esmeralda ", vereda Martinica Alta, Microcuenca " El Congal ", Ibagué, Tolima durante el periodo comprendido entre mayo de 1996 y julio de 1998, se realizó el presente ensayo para evaluar la productividad forrajera, pérdida de suelo y escorrentía superficial en bancos de proteína de madre de agua (*Trichanthera gigantea*) solo y asociado con chachafruto (*Erythrina edulis*) y/o mani forrajero (*Arachis pintoi*). El objetivo fué evaluar la práctica agroforestal de bancos de proteína en un contexto de protección - producción como alternativa al sobreuso del suelo por ganadería. Se establecieron cuatro tratamientos experimentales, con dos repeticiones para la producción de biomasa forrajera (T1: *T. gigantea* solo; T2: *T. gigantea* con *A. Pintoi*; T3: *T. gigantea* asociado con *E. edulis* y T4: *T. gigantea* en asocio con *E. edulis* y *A. pintoi*. Para escorrentía y pérdida de suelo, además de estos cuatro tratamientos se evaluaron dos testigos regionales: *Pennisetum purpureum* para la repetición uno y *Melinis minutiflora* para la dos.)

La producción de biomasa se midió para cada árbol tomando nueve unidades muestrales por parcela. La altura de corte fue de 0.7 a 0.9 metros y los cortes se realizaron en mayo y octubre de 1997 y abril de 1998, pues debido al Fenómeno del Pacífico los cortes privilegiaron el desarrollo de la plantación antes que un periodo o frecuencia determinado. Las mediciones de material erosionado y escorrentía superficial se hicieron para la totalidad del área útil dentro de las parcelas de escorrentía (15*5 m), diariamente a las 7 am, se realizó un control riguroso de la disposición de las bandas pluviográficas con el fin de determinar las características de la precipitación y la intensidad de la lluvia a nivel diario.

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos T3 y T1 presentan las mayores producciones de biomasa forrajera 2.54 y 2.36 kg/árbol respectivamente y las menores pérdidas de suelo 24.53 y 22.63 kg/ha. Para escorrentía superficial los tratamientos T1 y T4 ofrecen la mejor protección, evidenciándose en la menor pérdida de agua. (26697.6 y 30615.95 L/ha) , sin embargo, al final del período evaluado se observa una tendencia en beneficio de los tratamientos T4 y T3, tanto para la producción de biomasa, pérdida de suelo y escorrentía superficial, por lo que se sugiere que este ensayo continúe siendo evaluado por unos cuatro o cinco años más, para obtener información más precisa y confiable.

JUSTIFICACIÓN.

El diagnóstico ambiental de la Microcuenca Agua Fría (Lozano, 1994) a la cual pertenece parcialmente la Vereda Martinica Alta y que se asemeja en sus condiciones biofísicas a la Microcuenca "El Congal", donde se ubica la

finca "La Esmeralda" en la cual se realizó el presente estudio, indica que en la parte alta de estas Microcuencas, el sistema de producción predominante es la ganadería extensiva o semiextensiva que por su deficiente manejo ocasiona sobreuso del suelo por pastoreo. Este sistema ganadero se ha establecido a partir de un manejo agrotecnológico tradicional del bosque (Tumba, quema y rocería) que ha originado pérdida de la cobertura arbórea, con los subsecuentes problemas de erosión, pérdida de nutrientes del suelo, irregularidad hídrica, baja productividad manifiesta en deficiente oferta forrajera, proveniente de pastos en monocultivo sin mayor manejo y con dificultades de provisión en las épocas de menor precipitación y en las muy lluviosas.

Debido a esta problemática y teniendo en cuenta que el uso potencial de los suelos correspondientes a la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-PM) a la cual pertenece la región de estudio (1.740 msnm; 22° C y 1.963 mm) según la clasificación de Holdridge adaptada para Colombia por Parent (1989), es de cultivo silvopastoril y bosque protector - productor; se proyectó investigar y desarrollar la práctica agroforestal de bancos de proteína arbórea por considerarla compatible con la conservación y el uso racional del suelo, el incremento sostenible de la productividad animal, la utilización de especies arbóreas y herbáceas adaptadas a las condiciones bióticas y abióticas pre-valetientes y por lo tanto de amplia pertinencia social.

Los bancos de proteína en estudio, tuvieron como especie predominante para la producción de biomasa forrajera al Madre de Agua (*Trichanthera gigantea*, (H et B Nees)) por ser ésta la de mejor adaptación a la región (Parent, 1989) y al sistema (Gómez y Ríos, 1995). Como especie arbórea de asocio se escogió al Chachafruto (*Erythrina edulis*, (Triana ex Michelli)) por ser leguminosa y caducifolia lo que facilita el sombrío que beneficia al Madre de Agua y el aporte de nitrógeno y materia orgánica al suelo (Acero y Barrera, 1996). Como especie de cobertura herbácea se seleccionó al maní forrajero (*Arachis pintoii*, (Krapovickas y Gregory)) por su comprobada eficiencia en la cobertura y protección del suelo (Kerridge, 1995).

La evaluación, aún preliminar de este sistema alternativo de producción forrajera, al ensayar socios entre las especies mencionadas y su comparación con testigos regionales de producción (pasto de corte y de pastoreo); permitió encontrar respuestas al reto de producir y conservar a través de la medición de variables como cantidad de suelo erosionado, escorrentía superficial y producción forrajera, además calidad de la biomasa y el efecto sobre las características físico químicas del suelo, consideradas esenciales para la determinación de la sostenibilidad del sistema. Se espera que estos resultados sirvan de base para un proceso de extensión y de apropiación, necesario para un manejo sostenible de los recursos naturales y productivos de la región y las zonas afines.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la práctica agroforestal de bancos de proteína de Madre de Agua (*T. gigantea*) solo y en asocio con Chachafruto (*E. edulis*) y/o maní forrajero (*A. pinto*) en un contexto de protección - producción en la Vereda Martinica Alta Ibagué; perteneciente a la zona de vida bosque húmedo premontano (bh - PM), afectada por sobre uso del suelo debido a ganadería bovina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la producción de biomasa forrajera por árbol y por corte del *T. gigantea* establecido en banco de proteína solo y asociado con *E. edulis* y/o *A. pinto*.
- Cuantificar la erosión hídrica (pérdida de suelo) y la escorrentía superficial para cada uno de los tratamientos bajo bancos de proteína y testigo regional.
- Evaluar preliminarmente el contenido de proteína cruda (% PC), digestibilidad in vitro de la materia seca (% DIVMS) y minerales de la biomasa comestible de *T. gigantea* para cada uno de los tratamientos.
- Monitorear de manera preliminar las variaciones de fertilidad del suelo bajo el cual se establecieron los bancos de proteína y testigo regional.
- Divulgar los resultados obtenidos a través de eventos y actividades de transferencia tecnológica a productores, asistentes técnicos, docentes, estudiantes y comunidad científica.

MATERIALES Y METODOS.

Descripción del lote - unidad experimental y síntesis del procedimiento.

Este estudio se realizó en la finca la Esmeralda, propiedad del Señor Ramón Castillo, en la vereda Martinica Alta, ubicada en la microcuenca el Congal Municipio de Ibagué, Tolima, la selección de la finca se hizo con base en una síntesis diagnóstica de la zona, que permitió detectar conflictos de uso de los suelos producido especialmente por sobrepastoreo; además fue producto de visitas periódicas de promoción e invitación a pequeños productores a ensayar el montaje, observaciones e investigaciones de sistemas alternativos de producción y control de problemas de degradación y deterioro del suelo.

Se inició con un levantamiento topográfico (altimétrico) del terreno, determinándose una pendiente promedio aproximada al 70%. Se prosiguió con la selección de especies y establecimiento de los diferentes tratamientos con

la siembra del material vegetal *T. gigantea*, *E. edulis*, y *A. pintoii*, previamente cumplida una fase de vivero donde las especies se obtuvieron por medio de estacas, semillas y estolones respectivamente, y en la cual el componente arbóreo se dispuso en curvas de nivel, y simulando fajas a un distanciamiento de 1.5 * 1.5 m, configurando de ésta forma cuatro tratamientos experimentales y un testigo en dos repeticiones o sitios, para un total de 10 parcelas experimentales.

Después de ser establecidos los diferentes tratamientos sobre parcelas de 7*15 m, se determinó una área neta de 5*15 m denominada PARCELA DE ESCORRENTÍA, sobre la cual se cuantificaron las pérdidas por escorrentía y suelo en forma directa y producción de biomasa.

La parcela de escorrentía modificada con base en, la propuesta por Wischmeier y Smith (1978), fue delimitada en el terreno por medio de láminas de zinc de hierro galvanizado, con una altura de 50 cm, de los cuales en promedio se introdujeron de 25 a 30 cm en el suelo; estos se fijaron por medio de un estacado. En la parte inferior de la parcela de escorrentía se dispuso el sistema de recolección de suelo y/o material erosionado (ME) grueso, sedimentos y aguas, constituido por una canoa de recolección del material erosionado grueso; este a su vez entregaba a una caja colectora de sedimentos de dimensiones 0.6 * 0.4 * 0.3 m de largo, ancho y alto respectivamente fabricada con el mismo material y debidamente cubierta. Finalmente se dispuso de un estañón con una capacidad aproximada de 55 galones, para eventos extremos de escorrentía.

Se cuantificó la producción de biomasa para cada árbol y en cada corte, realizados en mayo 27, octubre 26 de 1997 y abril 21 de 1998. La parcela para el análisis de la producción de biomasa forrajera contó con 9 árboles de *T. gigantea*, ubicados entre las hileras de árboles 3 a 8 de la parcela bruta, descartando los bordes y el resto de la parcela.

Las mediciones de material erosionado y escorrentía superficial, se hicieron para la totalidad del área útil, diariamente en las horas de la mañana (7:00 am). Se realizó un control riguroso de la disposición de las bandas pluviográficas, con el fin de determinar las características de la precipitación y la intensidad de la lluvia a nivel diario, durante el periodo que duró la investigación.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Se presenta una síntesis de las actividades realizadas en el proyecto desde su gestión, hasta la conclusión por vencimiento del contrato, así:

- Revisión y análisis del diagnóstico ambiental de la cuenca Agua Fría y el Congal, Cerro la Martinica (Lozano, 1994) e (INGEOMINAS, 1995) respectivamente. Reconocimiento del terreno de estudio; contacto con productores y líderes comunitarios.
- Consenso acerca de la necesidad de gestionar acciones de conservación de la Microcuenca. Elaboración y presentación del proyecto de investigación a PRONATTA; y posterior aprobación del proyecto
- Diseño del experimento y selección de especies (4 tratamientos en bancos de proteína, un testigo regional) en dos repeticiones. Medición y trazado de parcelas experimentales (cinco parcelas brutas de 15 x 7 m y parcelas de escorrentía de 15 x 5 m).
- Recolección y consecución del material de propagación para siembra del ensayo (estacas de *T. gigantea*, semillas de *E. edulis*, semilla y estolones de *A. pintoii*). Establecimiento de vivero (contrato con la comunidad para proveer plántulas de *T. gigantea* y *E. edulis*); acondicionamiento y posterior trasplante del material vegetal a las parcelas experimentales (55 plántulas por parcela, en total 440 (8*55) plántulas, 308 de *T. gigantea* y 132 de *E. edulis*); trazado de las parcelas (tres bolillos a 1.5 m) para *T. gigantea* y *E. edulis*; ploteo y ahoyado de parcelas experimentales (huecos de 30 x 30 cm). Construcción y establecimiento de parcelas de escorrentía (10 parcelas en total), aislamiento del área experimental.
- Observación del material vegetal trasplantado y resiembra dado el caso, cuando existió inadecuada respuesta de algunos individuos; establecimiento de *A. pintoii* (siembra directa de semilla sexual y posterior de estolones enraizadores traídos de la Romelia, Chinchiná, Caldas). Control de arvenses (limpia manual, "machete").
- Visita e intercambio de experiencias con los expertos Dras. María Elena Gómez y Clara Ríos de CIPAV Cali, Dr. Edgar Amézquita del CIAT Palmira, Jorge Benavides CATIE Costa Rica, Nancy Barrera U. Nacional de Palmira, Miguel Cabeza CIDEAT.
- Toma de información en las parcelas de escorrentía de material erosionado (ME), escorrentía superficial (ES) (después de eventos lluviosos, durante 14 meses) y de información de cortes para producción de biomasa forrajera (Tres cortes).
- Toma de muestras para análisis de laboratorio (suelos, agua de escorrentía y biomasa comestible).
- Análisis de información (organización, sistematización, análisis estadístico), eventos de transferencia tecnológica con técnicos de Umata, asistentes técnicos, productores de la región y estudiantes universitarios (día de campo, visitas guiadas, conferencias), presentación informe de avance y final de resultados obtenidos, elaboración documento técnico para difusión y presentación de resultados (evento de transferencia)

PRODUCTOS OBTENIDOS

- Conocimiento de las cantidades de agua escurrida (L), determinación del coeficiente de escorrentía superficial (%E) para cada uno de los tratamientos, análisis de los índices de erosividad (IE) a partir de las bandas pluviográficas, durante 19 meses (diciembre de 1996 a junio de 1998) y determinación de la cantidad de suelo perdido o material erosionado por tratamientos en gramos (ME)
- Conocimiento sobre la producción de biomasa total y comestible del *T. gigantea* por árbol, por tratamiento, en dos repeticiones y para tres cortes e Información preliminar de la calidad de la biomasa forrajera (análisis bromatológicos) por tratamientos.
- Información preliminar sobre la evolución de la fertilidad del suelo por tratamiento y análisis exploratorio de la influencia de la escorrentía superficial en el lavado o pérdida de macro y micronutrientes.
- Espacio para las prácticas docentes en árboles forrajeros (forrajes), conservación de cuencas hidrográficas, agroecología, desarrollo rural, agricultura orgánica y estadística así como para los eventos de capacitación y transferencia tecnológica en sistemas agroforestales.

Tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes.

T1: Madre de Agua *T. gigantea* solo

T2: Madre de Agua *T. gigantea* en asocio con *A. pintoi*.

T3: Madre de Agua *T. gigantea* en asocio con *E. edulis*.

T4: Madre de Agua *T. gigantea* en asocio con *E. edulis* y *A. pintoi*

T5: Testigo regional mezcla de pastos naturales o manejados

VARIABLES DE RESPUESTAS.

Pérdidas por escorrentía y erosión. Una vez establecido el experimento (Mayo - Noviembre de 1996), desde el mes de diciembre de 1996 hasta el mes de junio de 1998, los días posteriores a un evento de precipitación se midió a las 7 am, una vez terminado el o los evento(s), la lámina de agua escurrida en cada parcela y directamente en la caja colectora dispuesta para tal fin; mediante una regla graduada en mm se hicieron 3 lecturas; de las cuales se tomó un valor promedio, a partir del cual se calculó el volumen real en ml con base al dimensionamiento conocido de la caja en donde a cada mm de altura corresponde a un volumen determinado.

Posteriormente y mediante los registros de las bandas pluviográficas, se determinó el volumen de lámina precipitada (mm) efectiva sobre el área de la parcela, en la cual por cada mm precipitado corresponde un volumen de 1 litro por cada m².

Conociendo la lámina escurrida en mm y la lámina de precipitación efectiva sobre la parcela se obtuvo el coeficiente de escorrentía superficial (E) en porcentaje, mediante el cociente del primero sobre el segundo respectivamente, en cada una de las parcelas. Las cantidades de suelo perdido o material erosionado (ME), se obtuvieron a partir de los sedimentos recolectados en la canoa y caja colectora respectivamente, secados al aire libre y al horno a una temperatura de más o menos 105 grados centígrados durante 72 horas y posteriormente pesados.

Productividad forrajera. Para cada tratamiento se evaluó la producción de biomasa por árbol, tomando nueve unidades muestrales. A los ocho meses del trasplante (mayo de 1997) se realizó el primer corte, cuando más del 90% del *T. gigantea*, alcanzó una altura superior a 1.10 m. El corte se hizo entre 0.7 y 0.9 metros de altura. Los cortes dos y tres se realizaron en correspondencia con el desarrollo de la plantación que se vió afectada por el Fenómeno del Pacífico; el material cosechado se pesó individualmente y uno de los nueve árboles muestreados, se utilizó para fraccionar la biomasa y tomar las muestras para el análisis bromatológico.

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Producción de biomasa forrajera (kg/tratamiento).

Tabla1. Producción de Biomasa Forrajera (PE) por tratamiento y por corte, en la Martinica alta, Ibagué, diciembre de 1996 a junio de 1998

CORTES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
C1	^a 228	^a 212	^a 24	^b 221 _{NS}
C2	^b 177	^b 104	^c 124 _n	^c 115 _n
C3	^a 304 _b	^a 153 _b	^a 397 _b	^a 304 _b
X	236	156	254	213

Valores con igual letra no difieren estadísticamente
 Valores con diferentes letras difieren estadísticamente

El tratamiento tres (T3), *T. gigantea* en asoció con *E. edulis* mostró los mejores resultados en producción de biomasa forrajera, que podría explicarse a pesar de lo incipiente de la información, gracias al aporte que realizó *E. edulis* en cuanto a la fijación de nitrógeno, aporte de hojarasca, mayor

conservación de la humedad y por el efecto de sombra que beneficia al *T. gigantea*. (Gómez, M.E, 1997 y Fassbender, H. W, 1993).

El Tratamiento dos (T2), *T. gigantea* en asocio con *A. pintoii* fue el de menor producción de biomasa, que podría atribuirse a una interrelación de competencia especialmente por el agua, recurso del cual es exigente *A. pintoii* y también por elementos nutritivos del suelo, ya que las leguminosas tienen las posibilidades de circular más rápidamente el nitrógeno en sus estructuras y por ende mayores opciones de generar tejidos de crecimiento o captación fotosintética (Gómez, M. E, 1997) posiblemente en detrimento inicial de la especie no leguminosa asociada.

El tratamiento uno (T1) tuvo la segunda mejor producción de biomasa forrajera, que podría explicarse por su menor competencia con otras especies vegetales, teniendo en cuenta que en las fases iniciales de establecimiento de los agroecosistemas donde se alteran las condiciones naturales, el suelo es el que aporta en función de su profundidad el sostén para las plantas y participa directamente en los ciclos del agua y elementos químicos que se desarrollan en la biósfera (Fassbender, H. W, 1993).

Producción de biomasa forrajera (kg) por corte.

En el primer corte, muy probablemente debido a que todavía no era posible observar efectos sobre el suelo por el aporte de las especies leguminosas (arbórea y herbácea) asociadas, la producción entre tratamientos no presentó diferencias estadísticas significativas.

Al segundo corte, la producción de biomasa sufrió disminución ostensible en todos los tratamientos, situación esta que pudiera atribuirse o deberse al Fenómeno del Pacífico. No obstante la mayor producción fue para el *T. gigantea* solo (T1), posiblemente a que presenta menor competencia por el recurso agua que el resto de los tratamientos que tienen varias especies en asocio.

En el tercer corte, excepto para el T2 (*T. gigantea* asociado con *A. pintoii*) explicable por la interacción de competencia por continuar escaso el recurso agua, las producciones de biomasa se incrementaron, posiblemente por la mayor madurez alcanzada por los agroecosistemas y la consolidación de las especies que se establecieron.

Pérdidas de material erosionado.

Observando y comparando efectos entre tratamientos (Tabla 3), se determina que existen similares respuestas entre los tratamientos 5, 2 y 4 donde las cantidades de material erosionado son mayores estableciéndose diferencias significativas con los tratamientos 3 y 1. Los tratamientos 2 y 4 se

encuentran en una posición intermedia, siendo el tratamiento 5 el que presenta mayor pérdida, esto confirma que el testigo regional no controla de manera significativa el proceso erosivo.

Tabla 2. Material erosionado promedio (ME) en gramos, Martinica parte alta, Ibagué, diciembre de 1996 a junio de 1998

FECHA	T1	T2	T3	T4	T5
30/03/1997	10.05	5.31	14.79	8.03	72.30
7/04/1997	15.98	53.11	26.25	25.90	70.10
8/04/1997	53.64	84.76	25.11	140.29	66.68
9/04/1997	4.74	11.59	6.54	8.12	11.81
10/04/1997	9.04	26.86	7.77	18.17	16.90
14/04/1997	29.19	31.74	26.86	21.73	56.36
17/04/1997	14.62	21.99	22.83	25.68	51.58
22/04/1997	8.03	11.85	11.72	9.31	10.32
25/04/1997	10.36	12.38	11.50	13.48	9.70
28/04/1997	11.41	13.70	9.83	12.55	7.20
29/04/1997	8.87	11.85	12.95	29.76	15.55
10/05/1997	12.20	16.90	14.62	10.23	20.32
12/05/1997	11.11	9.17	15.71	9.57	9.66
25/05/1997	17.65	18.92	17.25	15.10	29.76
26/05/1997	18.35	21.73	27.13	25.94	17.29
25/05/1998	0.00	3.12	1.93	0.00	2.19
28/05/1998	2.41	34.19	4.83	1.32	18.44
Suma (g/parcela)	267.65	389.18	257.62	375.18	483.16
Kg/ha/periodo	22.63	37.06	24.53	35.75	46.01
Promedio(g/parcela)	13.98	22.89	15.15	22.07	28.42

Fuente: Los autores

Tabla 3. Comparación entre medias para material erosionado (ME)

TRATAMIENTO	ME (g)	SE al 0.05
5	28.42	a
2	22.89	a b
4	21.85	a b
3	15.15	b
1	13.98	b

Tratamientos con diferentes letras presentan diferencias al 0.05

SE Significancia estadística *Significativa

NS No significativo ** Altamente significativo

Los tratamientos 3 y 1 presentaron las mejores respuestas al detener en mayor grado la pérdida de suelo. Se esperaba que los tratamientos que poseyeran incorporación de *A. pintoi* redujeran a un más la pérdida de suelo. Hasta el momento se encuentra que no posee una gran influencia en la retención del material erosionado; el efecto de pérdida se da en igual manera para aquellos tratamientos que poseen incorporación de esta especie como para aquellos que no la poseen (Tratamientos 2 y 4).

La incorporación de Mulch de manera natural en el tratamiento 3 por parte del *E. edulis* pese a su estado juvenil podría atribuirse a la disminución de la cantidad de material erosionado; efecto similar se presenta en el tratamiento 4.

Las pérdidas por erosión se reducen principalmente donde exista la disposición de por lo mínimo un estrato arbustivo y/o arbóreo; para este caso se intuye que las especies *T. gigantea* y *E. edulis*, poseen un papel importante al permitir aporte de mulch por medio de la caída natural del follaje, en particular por la poda natural que presenta la *E. edulis*.

Las cantidades de material erosionado presentes bajo los tratamientos que poseían componentes arbóreos *T. gigantea* y *E. edulis* presentaron pérdidas que oscilaban entre 13.97 y 28.42 g (Tabla 3), estas se pueden considerar bajas en comparación con las reportadas por Garzón (1991), en San Juan Sur Turrialba Costa Rica, bajo sistemas agroforestales caracterizados por la incorporación de mulch (prácticas culturales) sobre cultivos y componentes arbóreos de las especies *Erythrina fusca* e *Inga edulis* dispuestos en hileras, las cuales se encontraban entre 0.733 y 1326.478 g. Se resalta que las diferencias existentes entre los arreglos, las experiencias obtenidas por Garzón se realizaron bajo pendientes que no superaban el 35%.

Escorrentía superficial.

La comparación de medias entre tratamientos establece diferencias significativas entre el tratamiento 5 y los tratamientos 1 y 4 (Tabla 5). El tratamiento 4 presenta menores pérdidas por escorrentía, evidenciándose la influencia de los 3 estratos presentes; existe un efecto de tapiz por parte del *A. pintoi* permitiendo la disminución en cierto grado del fenómeno. El tratamiento 5 presentó los mayores volúmenes escurridos seguido de los tratamientos 3 y 2 encontrándose estos en un nivel intermedio. Los valores de escorrentía superficial se consideran bajos y parecidos a los reportados por Sancho (1991), quien encontró pérdidas menores al 1%, en parcelas ubicadas en la estación sacramento (Alajuela); también se reportaron similares valores de escorrentía en cafetales con sombra de *Erythrina poeppigiana*, *E. poeppigiana* - *Cordia alliodora*, (Bermúdez 1980), las cuales oscilaron entre 1.36%, 2.07% y 1.44%, además, presentan similares cantidades a los reportados por Garzón (1991) en San Juan Sur Turrialba, Costa Rica bajo sistemas agroforestales; caracte-

rizados por la incorporación de mulch sobre cultivos y componentes arbóreos de las especies *E. fusca* e *I. edulis* dispuestas en hileras los cuales oscilaron entre 0.27% y 2.006% respectivamente.

En conclusión los menores volúmenes se encontraron en los tratamientos 4 y 1 y las mayores pérdidas en el tratamiento 5 evidenciándose el poco grado de protección por parte del testigo regional en la disminución del escurrimiento superficial.

Producción de biomasa (PB), Escorrentía superficial (ES) y Material Erosionado (ME).

Los tratamientos T1 y T3 que presentan las mayores producciones de biomasa, muestra a su vez las menores pérdidas de suelo; situación que varía en cuanto a la escorrentía donde los tratamientos T1 y T4 ofrecen la mejor protección o menores pérdidas, siendo este último, T4 en términos relativos el mejor.

Tabla 4. Escorrentía superficial promedio (ES) en litros, Martinica parte alta, Ibagué, diciembre de 1996 a junio de 1998

FECHA	T1	T2	T3	T4	T5
30/03/1997	0.74	3.03	2.61	1.83	3.33
7/04/1997	2.74	10.00	10.00	4.70	20.88
8/04/1997	8.39	13.40	16.03	10.50	22.45
9/04/1997	3.75	7.83	7.78	5.30	12.08
10/04/1997	10.00	14.53	17.45	11.60	23.98
14/04/1997	13.10	17.84	20.05	14.43	27.25
17/04/1997	4.60	3.52	5.83	5.85	6.65
22/04/1997	4.53	3.75	4.05	3.68	5.10
25/04/1997	4.85	4.45	4.23	3.80	5.55
28/04/1997	4.68	4.45	3.93	4.33	5.10
29/04/1997	4.53	4.43	3.53	4.08	4.80
10/05/1997	12.00	11.95	14.53	13.90	23.10
12/05/1997	4.05	3.15	3.55	2.28	2.85
25/05/1997	4.43	3.65	4.14	2.53	2.83
26/05/1997	14.18	13.90	10.45	7.13	19.43
31/12/1997	59.43	58.45	59.35	55.63	58.85
25/05/1998	49.05	51.13	47.33	45.78	48.95
27/05/1998	29.15	27.95	25.15	24.70	30.58
28/05/1998	64.20	63.53	61.83	33.10	83.43
1/06/1998	23.10	22.83	22.83	25.23	28.65
Suma (L/parcela)	321.47	343.73	344.60	280.33	435.80
L/ha/periodo	30615.95	32736.19	32619.28	26697.61	41504.76
Promedio(L/parcela)	16.07	17.19	17.23	14.02	21.79
E%	0.68	0.73	0.74	0.65	0.97

E Índice de escorrentía superficial

Fuente: Los autores

Tabla 5. Producción de biomasa, material erosionado, índice de erosividad y escorrentía superficial. Martinica parte alta. Ibagué diciembre de 1996 a junio de 1998

VARIABLES	T1	T2	T3	T4	T5
PB Kg/árbol/prom	2.36	1.56	2.54	2.13	
ME Kg/ha/periodo	22.63	37.06	24.53	35.73	49.01
ES L/ha/periodo	30615.95	32736.19	32819.28	26697.61	41504.76
E %	0.66	0.73	0.74	0.65	0.97

PP Producción de biomasa ES Escorrentía superficial
 ME Materia erosionada E Índice de erosividad

Se espera que el asocio de los tres estratos planteados en el T4, a medida que avanza el tiempo de duración del ensayo, teóricamente debería presentar el mejor grado de protección en función al cada vez mayor aporte de mulch procedente del *E. edulis*, en menor grado el *T. gigantea* y del mismo *A. pintoii*, fundamentalmente por la cobertura de este último sobre el suelo.

En términos generales la producción de biomasa del *T. gigantea*, tiende a verse favorecida por el aporte de nutrientes y de sombra dado por el *E. edulis*. Lo que se observa en el tercer corte tanto para el T3 como el T4.

RECOMENDACIONES.

Se debe continuar por los menos durante unos 4 o 5 años más, con la toma de información proveniente de las parcelas experimentales, para poder obtener resultados más confiables que los actuales, que permitan evaluar en el mediano y largo plazo el efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta. (Producción de Biomasa (PB), Escorrentía Superficial (E), y Material Erosionado (ME)).

Los tratamientos de *T. gigantea*, establecidos en asocio con *E. edulis*, bien sea solo o en asocio con *A. pintoii* como práctica agroforestal de uso del suelo que son, se pueden convertir en alternativas para alcanzar el uso potencial del suelo y en una buena posibilidad de obtener producciones forrajeras sostenibles y de buena calidad con una óptima cobertura del suelo.

Los resultados de esta investigación a pesar de ser preliminares pueden ser extrapolables a condiciones similares de las Cuencas de los Ríos Combeima y Coello, para lo cual se deben planear actividades de extensión y capacitación.

En este tipo de experiencia es conveniente, además de las variables de respuesta estudiadas, tener en cuenta otras como características físicas de los suelos, reciclaje de nutrientes, estudios entomológicos y

fitopatológicos, vegetación asociada y/o riqueza biodiversa presente y efectos alelopáticos entre especies en el sitio experimental.

BIBLIOGRAFIA

- ACERO, L y BARRERA, M. Nancy. 1996. El chachafruto, *Erythrina edulis*, cultivo y aprovechamiento. Atípicos editores Santafe de Bogotá. 11-15 p.
- AMEZQUITA, C. E. Estudios hidrológicos y edafológicos para conservación de suelos y aguas en Turrialba, Costa Rica, tesis M. Sc. UCR/CATIE. 69 p.
- BENAVIDES, G y JORGE, E. 1994. Arboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Turrialba Costa Rica, Vol. 1 y 2. 419 - 721 p.
- BERMUDEZ, M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema café (*Coffea arabica*), poró *Erythrina poeppigiana* y laurel (*Cordia alliodora*) en Turrialba Costa Rica. URC/CATIE. 74 p.
- FAO, Guevara, P E y Shaner Willis. 1997. Manejo integrado de cuencas. Documento de referencia para los países de América Latina. Santiago de Chile. 542 p.
- FASSBENDER, H.W. 1991. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. CATIE, Turrialba Costa Rica. 491 P.
- GARZON, S. Henry. 1991. Evaluación de la erosión Hídrica y escorrentía superficial bajo Sistemas agroforestales en tierras de ladera. Turrialba Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE. 121 p.
- GOMEZ, M. Helena y RIOS Clara. 1995. Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Cali, Valle. 67-87 p.
- INGEOMINAS, CORTOLIMA. 1995. Zonificación geológica - geotécnica, Cerro la Martinica. Santafe de Bogotá. 153 p.
- KERRIDGE, Peter C. 1994. Biología y Agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. CIAT, Cali. 1-115 p.
- KIRKBY, M. y MORGAN, R. 1984. Erosión de suelos. México, Limusa. 375 p.
- LAL, R. 1979. Efectos Culturales y prácticas de conservación en condiciones físicas del suelo. Noriega (ICRAF). 327-351 p.

LOZANO, Esmeralda. 1994. Plan de manejo integral de la Microcuenca Quebrada Aguafría. Ibagué. 99p.

NAIR, P.K. 1985. Soil productivity aspects of agroforestry. ICRAF. 85 p.

PARENT, Guy. 1989. Guía de la reforestación. CDMB. Bucaramanga. 214 p.

SANCHO, F.1991. Medición de la pérdida de suelo, a través del empleo de parcelas de escorrentía. En taller de erosión de suelos. Universidad Nacional de Costa Rica, 102-115 p.

STEEL, Robert y TORRIE, James H. 1990. Bioestadística. Mc Graw Hill. Mexico, 375 p.

SUAREZ, Castro F. 1991. Conservación de suelos. 3ra ed. San José, Costa Rica. 102- 115 p.