

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES DE PASTOS, ALFALFA (*Medicago sativa* L.), KING GRASS (*Pennisetum sp*) Y BRASILEIRO (*Phalaris spp*) PARA SER USADAS COMO BARRERAS VIVAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE LA ZONA ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.¹

Luis F. Moreno Delgado.², Jesús A. Castillo Franco.³

RESUMEN

El estudio se realizó en un período de seis meses (julio a diciembre del 2007), en la estación experimental de FEDEPAPA, ubicada en el corregimiento de Obonuco, Municipio de Pasto, a 1° 13' latitud norte y 77° 16' longitud oeste, con una altura de 2.710 m.s.n.m, en la microregión Valle de Atriz, que presenta precipitación promedio anual de 840 mm, temperatura promedio de 13°C; en donde se evaluó el comportamiento de las especies pasto brasileiro *Phalaris spp.*, pasto king grass *Pennisetum sp.*, y alfalfa *Medicago sativa* L, para ser usadas como barreras vivas en sistemas agroforestales. Se determinó crecimiento en altura (**Ca**), sellado (**Se**), número de rebrotes (**Nr**) y producción de biomasa (**Pb**) por planta. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones en un arreglo factorial 3x3x3, donde se evaluaron tres distancias de siembra, dos tratamientos de fertilización y un testigo; el ensayo se estableció en un lote con pendiente del terreno de 20 %. Los mejores resultados en cuanto a (**Se**), (**Ca**), (**Nr**) y (**Pb**) los obtuvo la especie *Phalaris spp*; por el contrario *M. sativa* L. y *Pennisetum sp*

1 Documento de investigación como requisito para optar el título de Ingeniero Agroforestal.

2 Estudiante tesista. Facultad de ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. E-mail: Ing.Agroforestal@gmail.com.

3 Profesor Asistente. I. Agr. Msc. PhD. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. E-mail:castilloja@telecom.com.co.

presentaron bajos resultados, por lo que se recomienda la utilización de *Phalaris spp.*, en sistemas agroforestales que estén ubicados con algún grado de pendiente, y que necesiten control de erosión.

Palabras Clave: barreras vivas, biomasa, macollamiento, rebrotes, sellado, erosión.

ABSTRACT

This study was carried out of a period of six months (July and December, 2007) in the FEDEPAPA experimental zone located in the town of Obonuco in Pasto city which is 1° 1" north and 77° 16" west, at an altitude of 2.710m above sea level in the Valle de Atríz micro-region and has an annual average rain fall of 840mm, an average temperature of 13° and where the behaviour of the brasileiro grass *Phalaris spp.*, King grass *Pennisetum sp.*, and alfalfa *Medicago sativa* L. species were evaluated for use as live barriers in agro forestry systems. The growth in height (**Ca**), permeability ((**Vc**)), number of new shoots (**Nr**) and biomass production (**Bp**) per plant was determined. A split-split plot of land designed with four equally sized parts, each with a factorial set of 3x3x3 was used, where evaluated three equally separated rows, two fertilizing treatments and a control. This experiment was carried out on a piece of land with a gradient of 20%. The best results concerning (**Se**), (**Ca**), (**Nr**) and (**Bp**) were obtained by the *Phalaris spp* species; but on the contrary *M sativa* L. and *Pennisetum sp* showed low results. For this reason the *Phalaris spp*, is the best grass recomendate to control erosion in agroforestry system, when this system is cultivated in graden.

Key words: alive barriers, biomass, new shoots, excess of shoots, sealing, erosion.

INTRODUCCION

En la actualidad, el suelo es uno de los recursos naturales que ha venido sufriendo severos procesos de degradación. Según Durán (1998) este fenómeno no se detiene, por el contrario crece cada minuto; hecho que

es preocupante porque se acentúa principalmente en zonas de ladera. En estas condiciones topográficas con altos grados de pendiente se desarrollan diferentes sistemas productivos, que incrementan la pérdida de nutrientes, materia orgánica y agregados del suelo de una forma irreversible e imperceptible a simple vista por el agricultor (Castillo y Amezquita 2003).

Malagón (1998), menciona que el divorcio existente entre el uso y la aptitud de la tierra, por las características climáticas, edáficas, socioeconómicas y políticas, han traído como consecuencia el aumento de la erosión en gran parte del país. Según el IGAC (1988), la erosión en Colombia abarca en sus diversos grados el 49.5 % del territorio, evidenciándose una erosión ligera en el 23.1% (26.337.546 ha) constituyéndose en estado de alerta.

El escenario anterior conduce a la necesidad de desarrollar tecnologías prácticas y viables que solucionen los procesos de degradación de los suelos. Dentro de un sinnúmero de métodos de conservación y recuperación, se encuentran las barreras vivas establecidas con pastos, plantas herbáceas y árboles que presenten un rápido crecimiento y que su sistema radicular permita el amarre del suelo. Con el método de barrera, se recuperan condiciones biofísicas del suelo, y dichas especies pueden convertirse en potenciales por sus buenas características de desarrollo, capacidad de sellado, macollamiento, y baja agresividad; complementando a otros métodos de conservación y recuperación del suelos (Carrasco y Valenzuela 1994).

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de tres pastos; brasilero *Phalaris spp.*, king grass *Pennisetum sp.*, y alfalfa *Medicago sativa* como especies potenciales para utilizarlas como barreras vivas dentro de los sistemas productivos del trópico alto, este estudio evaluó el crecimiento en altura (**Ca**), número de rebrotes (**Nr**), sellado (**Se**) y producción de biomasa (**Pb**) por planta.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se estableció en las instalaciones del Centro de investigaciones C.I Obonuco, de Fedepapa; ubicado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño, a 1° 11' 56'' latitud Norte y 77° 18'15'' longitud Oeste, altura de 2.750 msnm, una precipitación promedio anual de 840 mm., temperatura promedio de 13° C y vientos fuertes predominantes con dirección Este - Oeste. López y Santamaría (2002). La zona de vida según Holdridge (1982), corresponde a bosque seco premontano (Bs-pm).

El material vegetal se estableció en suelos de ladera con pendiente del 20%. Se utilizó rizomas del pasto Brasileiro *Phalaris sp*, estacas de pasto King Grass *Pennisetum spp* y semillas de Alfalfa *Medicago sativa* que se propagaron en germinador para su posterior trasplante. Estos pastos se establecieron en hileras a distancia de cinco metros; las distancias de siembra entre planta fueron: 1) *Phalaris spp*, a 10, 20, 30 cm; 2) *Pennisetum sp* 20,30, 40 cm y 3) *M. sativa* (en doble surco) 20, 30, 40 cm.

Al momento de la siembra se aplicaron dos tratamientos de fertilización y un testigo (**Tt**): 1) 3 ton ha⁻¹ de abono orgánico a base de estiércol descompuesto de ganado (**TO_r**); 2) 200 kg ha⁻¹ de fertilizante de síntesis químico rico en fósforo (12-34-12) (**TQ**), posteriormente a los 30 días se aplicó 100 kg ha⁻¹ de urea en *Phalaris spp* y *Penisetum sp* y 20 kg ha⁻¹ en alfalfa. Mensualmente se realizó control de malezas.

Se estableció un diseño de parcelas sub-subdivididas con cuatro repeticiones bajo un arreglo factorial 3x3x3. El primer **factor A**, corresponde a las tres especies, *Phalaris spp*; *Pennisetum sp* y *M. sativa* L. que se dispuso en tres parcelas de 18 metros cada una, aleatorizadas dentro de cada Bloque. El segundo **factor B**, se asignó a los tratamientos abono orgánico (T1), fertilizante químico (T2), testigo (T3), distribuyéndose al azar dentro de cada especie. El tercer **factor C**, se asignó a tres distancias de siembra 10, 20 y 30 cm para *Phalaris spp* y 20, 30, 40 cm para *Pennisetum sp* y *M. sativa* la cual fue sembrada a doble surco y en triángulo, con una distancia de 25 cm entre los surcos.

Las variables (**Ca**= Crecimiento en altura, **Nr**= Número de rebrotes, **Se**= Sellado y **Pb**= Producción de biomasa) se evaluaron en tres periodos de 15 días y una última evaluación a los 30 días. Se realizaron pruebas de varianza por periodo (119, 134, 149, 180 días) y variables (**Ca**, **Nr**, **Se** y **Pb**), determinándose los efectos sobre los tratamientos (T1, T2, T3); también se aplicaron pruebas de comparación de medias (Tukey $p > 0.05$) y el coeficiente de correlación de Pearson.

Dentro de la parcela experimental de dos metros se determinó la unidad de muestreo o área útil como lo proponen Legarda *et al.* (2001). En este caso fue de 1,6 m, con 20 cm a cada lado como efecto de borde, dentro de la unidad de muestreo se tomó datos para (**Ca**, **Nr**, **Se** y **Pb**) a cada una de las plantas en cada uno de los periodos (119, 134, 149, 180 días). La medición de altura se realizó con una regla milimétrica metálica, desde el suelo hasta el inicio de la hoja bandera, los rebrotes se contaron en cada una de las plantas, para la capacidad de sellado se propuso una metodología cualitativa con una escala de 1 a 10 donde (1 a 3,5 es baja; de 3,6 a 7,0 media y de 7,1 a 10 es alta), en 10 la barrera está completamente cerrada o sellada, evitando así el paso de sedimentos; para la toma de datos se calificó subjetivamente de 1 a 10 dependiendo de lo tupida que estuviera la barrera; para determinar la biomasa se cortó toda la unidad experimental con una hoz y se pesó en una balanza.

RESULTADOS Y DISCUSION

La prueba de comparación de medias (Tabla 1) muestra diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) en altura entre las tres especies evaluadas hasta los 149 días (E3). A los 180 días (E4) *Phalaris spp* presenta el mejor promedio de altura (32,98 cm), que comparado con datos obtenidos por Salamanca-S (1986) es bajo, puesto que puede presentarse un crecimiento de 60 a 200 cm de altura, en prefloración, floración y maduración. Este valor está dentro de la altura recomendada por el Banco Mundial (BM) 1990, en podas de cercos de vetiver a una altura de 30 a 50 cm, en este momento se impide que den semilla, los

vuelvan más espesos y, en consecuencia más eficientes para filtrar el escurrimiento.

Tabla 1. Evaluación de altura (**Ca**) en cm entre especies, mediante la prueba de comparación de medias de Tukey.

Especies	E1	Tukey	E2	Tukey	E3	Tukey	E4	Tukey
<i>Medicago sativa</i> L.	7,32	a	9,85	a	15,2	a	25,15	a
<i>Pennisetum sp.</i>	13,09	b	15,01	b	19,65	b	25,17	a
<i>Phalaris spp.</i>	14,84	c	18,44	c	23,05	b	32,98	b

E1: Evaluación 1(119 días), E2: Evaluación 2(134 días), E3: Evaluación 3(149 días), E4: Evaluación 4(180 días).

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Estos promedios no tiene en cuenta la distancia de siembra.

En el análisis durante todo el periodo de evaluación por especies (*M sativa*, *Pennisetum sp*, y *Phalaris spp*) versus distancias de siembra (**D1**,**D2**,**D3**) y tratamientos (**TQ**,**TOr** y Testigo) , se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$).

Así en *M. sativa* L presentó mayor desarrollo de altura 33,84 cm con la aplicación **TQ**, y mejores resultados con distanciamiento de 40 cm, seguidamente el **TOr**, alcanzó 25,89 cm y finalmente el **Tt** con 16,64 cm.

En *Pennisetum sp* no se presentó diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre **TQ** y **TOr**, pero sí con el **Tt**. A los 180 días, el **TQ** mostró mayor desarrollo 29,44 cm de altura, con crecimiento medio diario de 0,23 cm; este dato es inferior al reportado por Salamanca-S (1986) en el Valle del Cauca con crecimientos de 3.5 a 4 cm diarios, que puede estar relacionado con el ecotipo de la especie o las condiciones climáticas.

Para *Phalaris spp* durante el periodo de evaluación, con los tres tratamientos aplicados (Figura 1.) se encuentran diferencias

significativas ($p \leq 0,05$). El mejor promedio lo obtuvo el **TQ** con 49,87 cm a los 180 días de evaluación, mientras que en **Tt** y **TOr** no existen diferencias, cuyos promedios son 24,35 y 24,36 respectivamente, en las distancias de siembra no se presentó diferencias estadística ($p > 0,05$).

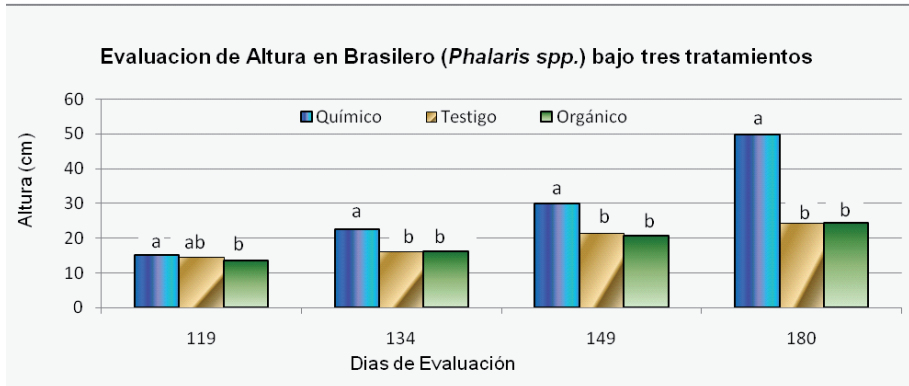


Figura 1. Efecto de los tratamientos aplicados a *Phalaris spp* para la variable altura (**Ca**) en cm, en los cuatro periodos de evaluación.

Prueba de Tukey, letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

De las especies en estudio se encontró que mostraron los mejores resultados en (**Ca, Se, Nr, Pb**) con la aplicación de fertilizante compuesto (12-34-12) y urea, como lo menciona Herrera (1985) que la utilización eficiente de nitrógeno se da en presencia de fósforo y potasio permitiendo el desarrollo adecuado de las especies, al igual que Guerrero (1995), sugiere que para *M. sativa* L la fertilización con fuentes ricas en P, K, Ca, S y Mg entre otras permiten altos rendimientos.

Con respecto al número de rebrotes, *Phalaris spp* presentó un promedio 39.39 rebrotes, superior a las demás especies con diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) (ver Tabla 2), y para todas las especies se encontró un mayor incremento de **Nr**, a la llegada del periodo de lluvia en las tres últimas evaluaciones. El agua es un factor determinante en todos los procesos y especialmente en el rendimiento, de acuerdo a Herrera 1985 encontró que la precipitación y su distribución son los factores que más pueden afectar el crecimiento de los pastos tropicales. En su trabajo puso de

manifiesto que para obtener pastos de calidad es necesario conjugar armónicamente la fertilidad y su modo de aplicación, la frecuencia y altura de corte.

Tabla 2. Evaluación de número de rebrotes (**Nr**) o macollamiento entre especies, mediante la prueba de comparación de medias de Tukey.

Especies	E1	Tukey	E2	Tukey	E3	Tukey	E4	Tukey
<i>Pennisetum sp.</i>	2,45	a	3	a	4,14	a	6,67	a
<i>Medicago sativa</i> L.	5,11	b	7,58	b	9,06	b	13,56	b
<i>Phalaris spp.</i>	8,19	c	10,08	c	22,53	c	39,39	c

E1:119 días, E2:134 días, E3: 149 días, E4: 180 días. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Estos promedios no tiene en cuenta la distancia de siembra.

El **Nr** en *Pennisetum sp* presentó diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) para la interacción de los tratamientos por subtratamientos (distancias); el mejor tratamiento con la mejor distancia fue el **TQ** con **D1** con 11 rebrotes. Para el establecimiento de barreras vivas se deberá tener en cuenta las variables estudiadas como macollamiento, biomasa y sellado, para generar modelos que permitan una mínima inversión y alta eficiencia.

Igualmente el **Nr**, en *M. sativa* L con **TQ** y **TO_r** fue mínimo con 17 y 15 rebrotes respectivamente. En *Phalaris spp*, los tres tratamientos presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$); el mejor tratamiento es **TQ** a **D3** con 87 rebrotes por planta, seguido de **D2** con 58 rebrotes y **D1** con 42 rebrotes. Las mejores distancias en **TO_r** fueron **D2** y **D3** con un promedio de 36 rebrotes. Estos datos están dentro de los rangos encontrados por Salamanca (1986) que además afirma que cuando se propaga por cepas, al igual que en esta investigación, el macollamiento es abundante y presenta un promedio de 67 macollas por planta, alcanzando hasta 104 macollas.

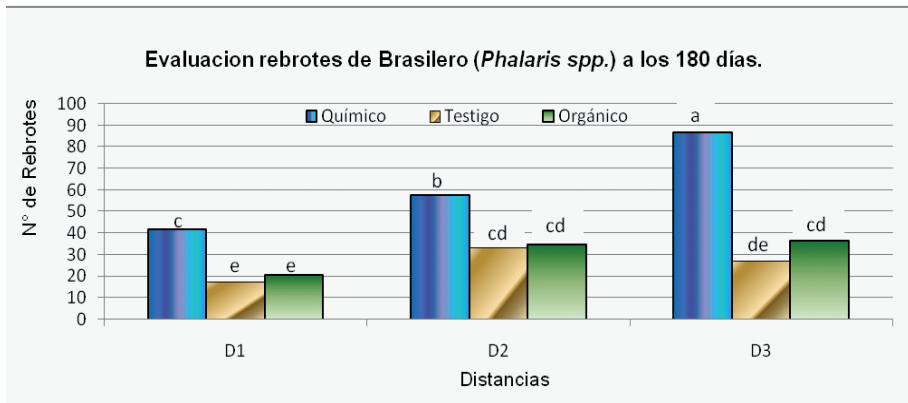


Figura 2. Efecto de los tratamientos aplicados y las distancias de siembra en la variable número de rebrotes (Nr), en *Phalaris spp* en el último periodo de evaluación.

Prueba de Tukey, letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Sellado (tupido): evaluada con escala subjetiva propuesta en esta investigación, se encontró que el mejor comportamiento lo presentó *Phalaris spp* con una capacidad *media*, al igual que *M. sativa* L. En *Pennisetum sp* el sellado es *bajo* durante los 180 días evaluados, sin tener en cuenta las distancias de siembra, haciendo que bajen los promedios.

Tabla 3. Evaluación de sellado (Se) mediante la prueba de comparación de Tukey.

Especie	E1	Tukey	E2	Tukey	E3	Tukey	E4	Tukey
<i>Pennisetum sp.</i>	1,7	a	1,41	a	2,25	a	2,97	a
<i>Medicago sativa</i> L.	1,94	a	2,33	b	3,14	b	3,89	b
<i>Phalaris spp.</i>	3,75	b	3,52	c	4,15	c	5,67	c

E1: 119 días, E2: 134 días, E3: 149 días, E4: 180 días. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Estos promedios no tiene en cuenta la distancia de siembra. Escala cualitativa de 1 a 10 (1 a 3,5 es baja; de 3,6 a 7,0 media y de 7,1 a 10 es alta).

Con *Pennisetum sp* durante los cuatro periodos de evaluación hubo un sellado bajo, característico de la influencia de las condiciones ambientales no favorables (msnm, humedad, temperatura, la precipitación, entre otras.). Se presentaron 3 unidades en promedio para **TOr** y **TQ** con las distancias **D1** y **D2**. Para el caso de *M.sativa* L el mejor comportamiento fue **TQ**, con **D1** (5 unidades) y para *Phalaris spp* existen diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos y las distancias de siembra; al aplicar el **TQ** y **D2** permitió generar un **alto sellado** (8 unidades). En el **TOr** y **Tt** presentó **sellamiento medio** con 5 y 4 unidades respectivamente. El mejor sellamiento se obtuvo al utilizar la menor distancia (10 cm), sin embargo **D2** se comportó estadísticamente igual a **D1** y **D3**.

Según el Banco Mundial 1990 la erosión laminar es la forma más perjudicial de erosión, principalmente debido a que con frecuencia no se la reconoce y, por ende, pocas veces se la trata. Si una especie tiene una capacidad de sellado alta, lograría mitigar el efecto de este fenómeno, debido a que el agua que se escurre deja atrás su carga de tierra, la vegetación echa retoños a través de ese limo y se crea una terraza natural. Cuando el escurrimiento llega a la barrera viva, se hace más lento, se esparce, se desprende de su carga de limo y fluye a través de las hileras del cerco; entre tanto gran parte del agua penetra en la tierra, no hay pérdida de suelo y tampoco de agua debido a la concentración del escurrimiento en zonas determinadas.

Para la biomasa, en *Phalaris spp* se obtuvo un promedio de 154,6 g-planta. *M. sativa* L. y *Pennisetum sp* se comportan estadísticamente igual ($p > 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de biomasa gramos por planta (**Pb**), mediante la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tratamiento	Promedio	Grupo de Tukey
<i>Pennisetum sp.</i>	49,17	a
<i>Medicago sativa</i> L.	61,02	a
<i>Phalaris spp.</i>	154,59	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Estos promedios no tiene en cuenta la distancia de siembra.

Para la biomasa fresca existe diferencias altamente significativa ($p \leq 0,05$) en la interacción tratamiento por subtratamiento para *Pennisetum sp*, el mejor tratamiento y distancias fue **TQ** y **D1** con una producción de 114,91 g-planta a los 180 días de evaluación. Para *M. sativa* L se destaca el **TQ** con **D2**, produciendo 117,54 g por planta. En *Phalaris spp* existió mayor cantidad de forraje (biomasa fresca) en **TQ** a **D2**, con un promedio de 379,6 g-planta, seguida de **D3** y **D1**. Para **TOr** la mejor distancia fue **D2** con un promedio de 119,31 g-planta. Esta especie respondió bien a la fertilización, presentando diferencias marcadas con el **Tt** (Figura 3).

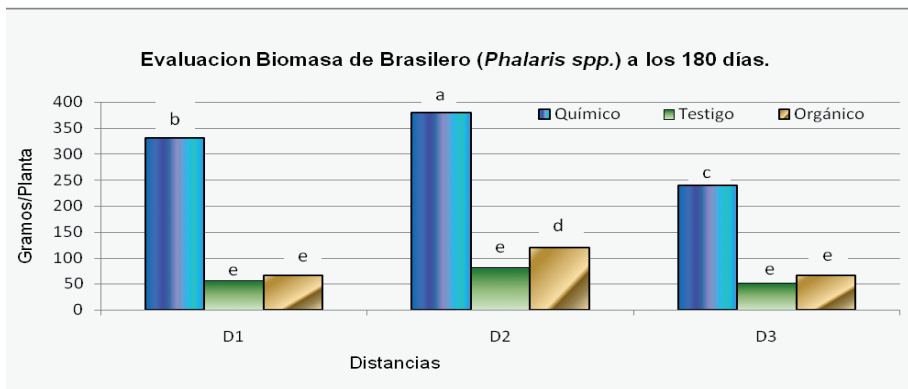


Figura 3. Efecto de los tratamientos y las distancias de siembra en la evaluación de biomasa por planta (**Pb**) en gramos, para *Phalaris spp* a los 180 días de evaluación.

Prueba de Tukey, letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Como se observa en la siguiente Tabla (5), en *Phalaris spp* se presentan diferencias altamente significativas entre todas las variables evaluadas (**Ca**, **Nr**, **Se**, **Pb**), para altura la correlación de Pearson es de 87% con el sellado y biomasa; el número de rebrote está correlacionado con altura en 69 % y para sellado la variable que mejor pronostica es biomasa con un 89%, siendo ésta la que mejor relación mutua presenta en la investigación.

Tabla 5. Prueba de correlación de Pearson en *Phalaris spp.*

Brasilero (<i>Phalaris spp.</i>)				
	Ca	Nr	Se	Pb
Ca	1	0,69**	0,87**	0,87**
Nr		1	0,58**	0,65**
Se			1	0,89**
Pb				1

Ca: Altura, *Nr:* Número de rebrotes, *Se:* Sellado, *Pb:* Biomasa por planta.

Las anteriores variables evaluadas aportarán al uso y manejo de alternativas pragmáticas para técnicos y agricultores interesados en conservar los recursos suelo y agua, que integradas con otras técnicas de conservación como rotación con acolchado superficial, rotación convencional, labranza mínima etc. (Bejarano 2002), coberturas las cuales se complementan con barreras vivas, las zanjas, las terrazas y los muros (Rodríguez 1997) lograrán el objetivo propuesto. También se deberán solucionar problemas avanzados de erosión con la desviación de aguas de escorrentía que penetran en cárcavas, corrección de taludes para suavizarlos, protección del fondo o cauce de la cárcava, búsqueda de los afloramientos de agua superficiales, conducción de aguas superficiales, sellamiento de grietas, cubrimiento del área con vegetación multiestrata etc. (Horacio 1997) este mismo autor también propone la evaluación del los materiales vegetativos empleados en el control de la erosión, mirando su capacidad de rebrote y su crecimiento a través del tiempo.

De acuerdo a Castillo 1994, la erosión es el desprendimiento y arrastre de partículas del suelo por el agua, el viento o la gravedad. En Colombia, la erosión de los suelos por acción del agua es la principal causa de degradación. La conservación de suelos requiere de métodos atractivos y exequibles a condiciones y requerimientos específicos. En el trópico alto las especies estudiadas para este fin son nuevas y se han estudiado con profundidad para la alimentación animal, si utilizamos

ese potencial y se da valor agregado mediante el uso como barreras vivas se obtiene una herramienta con posibilidad de ser usada en los campos cultivados.

Según el BM (1990) el vetiver es la planta ideal para la conservación de suelo y humedad. La especie que muestra un similar comportamiento es *Phalaris sp.* Esta especie presenta características homologas con el *Vetiver zizanioides*, como son: formar rápidamente un cerco espeso y permanente, es perenne y requiere un mínimo de mantenimiento, es prácticamente estéril, no presenta ataques fuertes de plagas y enfermedades, es barata y fácil de establecer, crece en cualquier tipo de suelos, crece en un buen rango de altura 2500 y 3200 msnm., es una planta perfectamente adaptada. Difiere con el vetiver en que es ampliamente utilizada para consumo animal, haciéndola más atractiva en su utilización.

CONCLUSIONES

El tratamiento con el fertilizante 12-34-12 y Urea, en comparación con el testigo y el tratamiento orgánico, presentó los mejores resultados en las variables evaluadas (**Ca, Nr, Se, Pb**) para las tres especies.

El pasto brasilero *Phalaris spp* es la especie que mejor comportamiento tiene, en la capacidad de sellado, crecimiento en altura, producción de biomasa y número de rebrotes, en comparación con los pastos alfalfa *M. sativa* L y King grass *Pennisetum sp.*

La mayor producción de biomasa fresca fue de 379.6 g para *Phalaris spp*, seguido de *Medicago sativa* L con 117.54 g y King Grass (*Pennisetum sp*) 94,69 g por planta.

El mejor comportamiento dentro de los pastos evaluados, para ser utilizado como barrera viva en sistemas productivos de la zona andina, lo presentó la especie *Phalaris spp* sembrada a distancia de 20 cm, con tratamiento químico, logrando un sellado alto, durante los 180 días de evaluación.

Para el establecimiento de barreras vivas se deberá tener en cuenta las variables estudiadas (**Ca, Nr, Se y Pb**) y los factores sobresalientes, para generar modelos que permitan una mínima inversión logrando una alta eficiencia y eficacia; para que puedan ser adoptados por los agricultores.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Nariño, mediante la Vicerrectoría de Investigaciones Posgrados y Relaciones Internacionales (VIPRI) quienes financiaron el proyecto.

A FEDEPAPA- Federación Colombiana de productores de papa. Regional Nariño, quien facilitó las instalaciones de su centro de investigación en Obonuco.

BIBLIOGRAFIA

BANCO MUNDIAL. Vetiver. La barrera contra la erosión. Washington, D.C. 1990. p 78

BEJARANO, L. Uso y manejo conservacionista del suelo evaluado bajo dos nuevos indicadores edáficos. Revista Suelos Ecuatoriales Vol. 32. 2002. p104-115.

CARRASCO, J. y VALENZUELA, J. Obras para conservación de suelos. Las mismas estructuras que se usan para evitar la erosión de los suelos, son útiles para conservar y aprovechar mejor el agua de lluvia. Revista IPA La Platina N° 81. 1994. p31-36.

CASTILLO, J. Determinación del índice de erodabilidad (K) en dos suelos del Departamento del Cauca-Colombia. Tesis de Grado presentada como requisito parcial para obtener el título de Máster en Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Presidente de Tesis: Dr. Adel Gonzales M. 1994. 205 p.

CASTILLO, J y AMEZQUITA, E. Erosión hídrica y degradación de suelos en laderas Andinas. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Revista de Ciencias Agrícolas 2003. Vol. XX- Número I-II. p 79-98.

DURAN, A. J. Degradación y manejo ecológico de suelos tropicales, con énfasis en los de Cuba. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. 1998 Revista Puntos Alternos N° 3. p 55-64.

GUERRERO, R. Fertilización de cultivos en clima frío. Serie punto verde. N° 4 Bogotá, Monomeros Colombo Venezolanos S.A. 1995 54 p.

HERRERA, R. Algunos factores que afectan la calidad de los pastos. Revista Cubana de Ciencias Agrarias N° 19. 1985. 223 p.

HOLDRIDGE, L. Ecología basada en zonas de vida. IICA, Costa Rica 1982. 216 p.

HORACIO, J. Procesos físicos de erosión y su dinámica: Prevención y control en suelos de ladera de la zona cafetera Colombiana. Memorias del taller Internacional Regional "Hacia conceptos integrales en la conservación de suelos y aguas en la zona Andina". Celebrado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali Colombia. 1997 p 47-61.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Suelos y Bosques de Colombia. Subd. Agrol. Bogota 1988. p 135.

LEON, F y JARAMILLO S, G. Pasto brasilero en el norte de Antioquia. Boletín de divulgación N° 61 ICA, Medellín 1979 p 13.

MALAGÓN, D. El recurso suelo en Colombia- Inventario y Problemática-. Revista Academia Colombiana de la ciencia de los suelos. Vol. XXII. N° 82 1998. p. 13-52.

LEGARDA, B., VICUÑA, L y LAGOS, T.C. Diseño de experimentos agropecuarios. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto Colombia. 2001. 262 p.

LÓPEZ, J. y SANTAMARIA, S. Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un sistema silvopastoril en el CI Obonuco Municipio de Pasto. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agroforestal. Pasto Colombia. 2002. 194 p.

RODRÍGEUZ, O. Efecto de las barreras vivas y de las coberturas en la conservación de suelos en diferentes sistemas de producción agrícola. Memorias del taller Internacional Regional "Hacia conceptos integrales en la conservación de suelos y aguas en la zona Andina". Celebrado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali Colombia. 1997 p 62-75.

SALAMANCA, R. Pastos y Forrajes - Producción y manejo-. USTA. 1986. Universidad Santo Tomas. Bogotá Colombia 1986. 340p.