

**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.<sup>1</sup>**

Luis F. Moreno Delgado.<sup>2</sup>

Jesús A. Castillo Franco.<sup>3</sup>

**RESUMEN**

El estudio se realizó en un periodo 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**), numero 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* 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, sellamiento, erosión.

---

<sup>1</sup>Documento de investigación como requisito para optar el título de Ingeniero Agroforestal.

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

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

## 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° 13' north and 77° 16' west, at an altitude of 2.710m above sea level in the Valle de Atriz micro-region and has an annual average rain fall of 840mm, an average temperature of 13° and where the behaviour of the pasto brasileiro *Phalaris spp.*, pasto 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 subdivided plot of land designed with four equally sized parts, each with a factorial set of 3x3x3 was used, where we 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*, isw 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.

## INTRODUCCIÓN

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 perdida 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 permitan 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 estudio se realizó 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. 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 *Pennistum 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 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<sup>-1</sup> de abono orgánico a base de estiércol de ganado descompuesto (**TOr**); 2) 200 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante químico rico en fósforo (12-34-12) (**TQ**), posteriormente a los 30 días se aplicó 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea en *Phalaris spp* y *Penisetum sp* y 20 kg ha<sup>-1</sup> en alfalfa. Mensualmente se realizaron controles 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 asigno a los tratamientos abono orgánico (T1), fertilizante químico ( T2), testigo (T3), distribuyéndose al azar dentro de cada especie. El tercer **factor C**, se asigno 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**, **Nr**, **Se** y **Pb**) 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 determino la unidad de muestreo o área útil como lo propone 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 tomo 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 asta 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 a7,0

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 califico subjetivamente de 1 a 10 dependiendo de lo tupida que estuviera la barrera; para determinar la biomasa se corto toda la unidad experimental con una oz y se peso en una gramera.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de tres pastos; brasilero *Phalaris spp.*, pasto 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**), numero de rebrotes (**Nr**), sellado (**Se**) y producción de biomasa (**Pb**) por planta.

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 60 a 200 cm en el periodo vegetativo del pasto.

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

<b>Especies</b>	<b>E1</b>	<b>Tukey</b>	<b>E2</b>	<b>Tukey</b>	<b>E3</b>	<b>Tukey</b>	<b>E4</b>	<b>Tukey</b>
<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	c	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.*

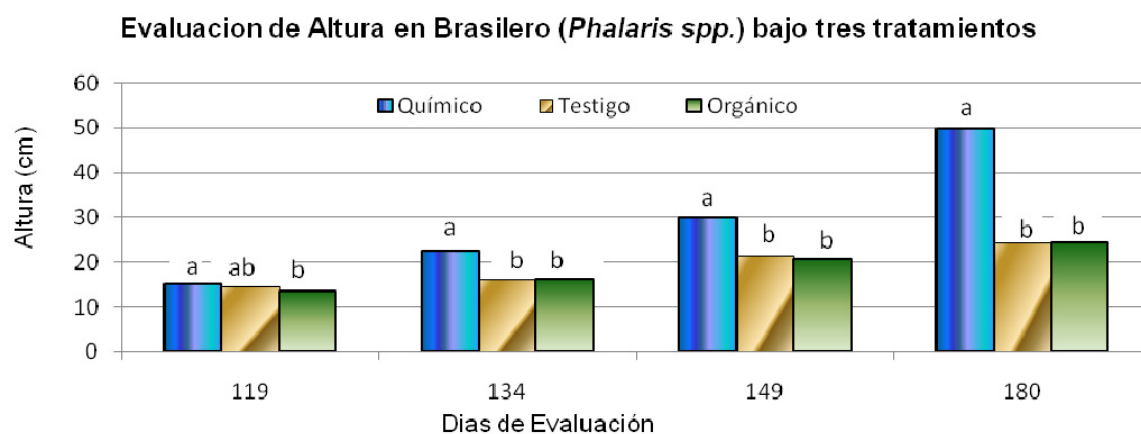
El análisis durante todo el periodo de evaluación por especies (*M sativa*, *Pennisetum sp*, y *Phalaris spp*) versus distancias de siembra (**D1,D2,D3**) y tratamientos (**TQ,TOr** y Testigo) , se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

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**, alcanzo 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 presento 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 fosfora y potasio permitiendo el desarrollo adecuado de las especies, al igual que Guerrero-R (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* presento 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.

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 ( $p \leq 0,05$ ).

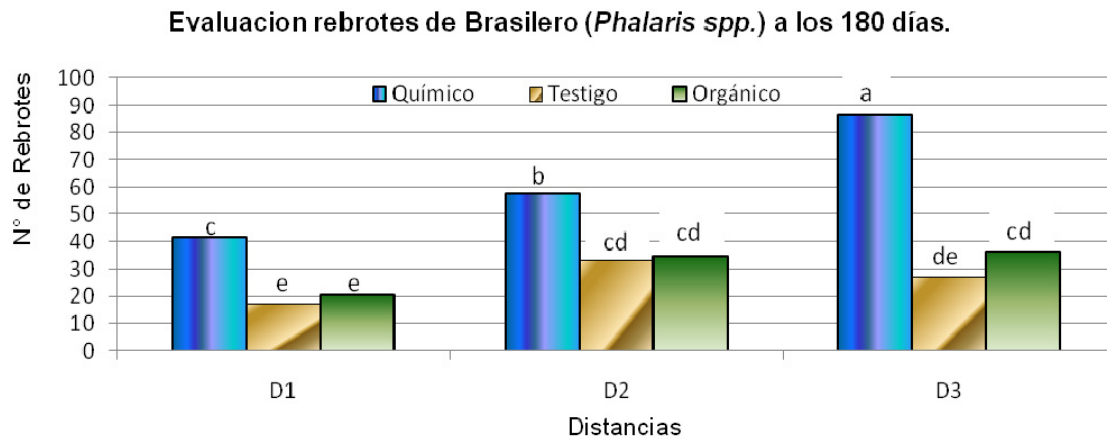
Estos promedios no tiene en cuenta la distancia de siembra.

El **Nr** en *Pennisetum sp* presento 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 **TOr** fue mínima 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 **TOr** fueron **D2** y **D3** con un promedio de 36 rebrotes. Estos datos están dentro de los rangos encontrados por Salamanca, R. (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:** evaluada con escala subjetiva propuesta en esta investigación, comprendida entre 1 a 10; de 1 a 3,5 un *sellado bajo*; 3,6 hasta 7,0 un *sellado medio* y de 7,1 hasta 10 un *sellado alto*, 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, asiendo 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).



Para *Pennisetum sp* durante los cuatro periodos de evaluación presento 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** presento **sellamiento medios** con 5 y 4 unidades respectivamente. El mejor sellamiento se obtuvo al utilizar la menor distancia (10 cm), sin embargo **D2** se comporto estadísticamente igual a **D1** y **D3**.

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).

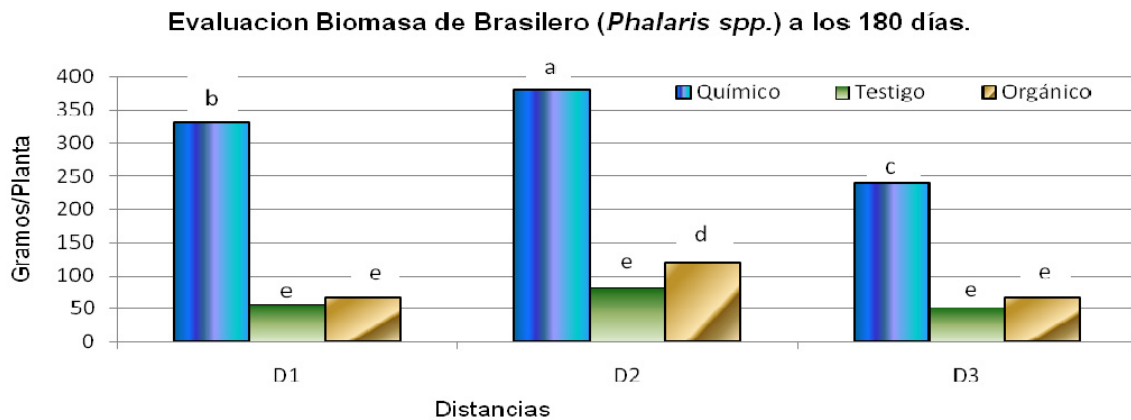
Tabla 4. Evaluación de biomasa gramos por planta (**Pb**), mediante la prueba de comparación de medias de Tukey.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo de Tukey</b>
<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 gr 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 variable 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.*

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

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

## CONCLUSIONES

El tratamiento químico en comparación con el testigo y el tratamiento orgánico, presento los mejores resultados en las variables evaluadas (**Ca**, **Nr**, **Se**, **Pb**) para las tres especies en este estudio.

El pasto brasilero *Phalaris spp* es la especie que mejor comportamiento tiene, en la capacidad de sellado, crecimiento en altura, producción de biomasa y numero de rebrotes, en comparación con los pastos alfalfa *M. sativa* L y King grass *Pennisetum sp*. Pero *M. sativa* L es una especie que tiene potencial por su preferencia ante el agricultor.

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 presento la especie *Phalaris spp* sembrada a distancia de 20 cm, con tratamiento químico, logrando un **sellamiento 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

Este estudio fue posible gracias a la colaboración y apoyo de las siguientes Instituciones:

La Universidad de Nariño, mediante la vicerrectoría de investigación quienes financiaron el proyecto.

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

Gracias a el profesor Jesús A. Castillo Franco I. Agr. Msc. PhD, presidente de tesis. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

A la Dra. Sonia Lucia Navia, Presidente de la junta nacional de FEDEPAPA y al I. Agr. Alvaro José Mosquera, Administrador de la granja experimental.

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, al Programa de Ingeniería Agroforestal, sus docentes especialmente a Jorge Fernando Navia I. Agr. Msc. PhD, Javier A. Leon I. AF. Msc, Diego Muñoz I. AF. Msc, directivos y diversos estamentos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera favorecieron el alcance de los objetivos planteados en esta investigación.

## **BIBLIOGRAFIA**

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. p 31-36.

CASTILLO, J y AMESQUITA, 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.

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

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

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

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

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.

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

LEGARDA-B, L *et al.* Diseño de experimentos agropecuarios. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto Colombia.2001.p 262.