

**ESTUDIO DE LAS ESPECIES IMPERIAL (*Axonopus scoparius* (Fluegge) Hitch);
VETIVER (*Vetiveria zizanioides*), MARAFALFA (*Pennisetum violaceum*) y
CITRONELLA (*Cymbopogon winterianus*) PARA SER USADAS COMO
BARRERAS VIVAS, EN LA UNION, NARIÑO¹**

**STUDY OF SPECIES IMPERIAL (*Axonopus scoparius* (Fluegge) Hitch) Vetiver
(*Vetiveria zizanioides*), MARAFALFA (*Pennisetum violaceum*) and Citronella
(*Cymbopogon winterianus*) to be used as hedgerows, in La Union, Nariño**

Elber Suárez Erazo²
Roberto C. Rivas Bolaños³
Jesús A. Castillo Franco⁴

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Municipio de la Unión, Nariño, Vereda Quiroz Alto, Corregimiento de Quiroz, en la finca La Manga ubicada a N 1° 37' 22'' y W 77° 10' 33'' a una altura de 1670 msnm, con el propósito de evaluar el comportamiento y adaptación de cuatro especies pastos: Imperial (*Axonopus scoparius*); Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) y Citronella (*Cymbopogon winterianus*), utilizándose tres tipos de fertilización y tres distancias de siembra. Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas sub-subdivididas. Las variables evaluadas fueron altura, velocidad de crecimiento, macollamiento, capacidad de sellado, entrenudos y biomasa.

Se determinó que el pasto Vetiver presentó buena capacidad de sellado, característica importante para el establecimiento de barreras vivas en suelos de ladera. La especie Citronella mostró los mejores promedios en cuanto a macollamiento y mayor porcentaje de materia seca; Maralfalfa ofreció un mejor comportamiento respecto a altura y velocidad de

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal.

² Ing. Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. Colombia.

³ Ing. Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. Colombia

⁴ Profesor Asistente. I. Agr. Msc. PhD. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. E-mail: castilloja@telecom.com.co.

crecimiento. La fertilización química mineral ocasiono un aumento en las variables altura, velocidad de crecimiento, macollamiento, capacidad de sellado, entrenudos y biomasa. La distancia de siembra de 10 cm se considera como la más aconsejable para los tres tipos de pastos, por lo que se obtiene una buena capacidad de sellado.

Palabras claves: Erosión, Barreras Vivas, Capacidad de Sellado, Macollamiento, Biomasa.

ABSTRACT

This research was carried out in the Municipality of Union, Narino, place the Quiroz Alto, in the Manga farm at an altitude of 1670 meters above sea level, with the purpose of assessing the behavior and adaptation of four grass species: Imperial (*Axonopus scoparius*), Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) and Citronella (*Cymbopogon winterianus*) using three types of fertilization and three distances of planting. We used a randomized block design with an array of sub-divided plots. The variables were assessed height, speed growth, number of stems, sealing capability, internodes and biomass.

It was determined that the vetiver grass presented a good sealing capability, important feature for the establishment of Live Defense in soil slope. The species citronella showed the best averages in terms of number of stems and higher percentage of dry matter; maralfalfa who was better presented in relation to height and speed of growth. As for fertilization, it was noted that the chemical treatment is the best averages presented in each of the variables. The distance of 10 cm planting is seen as the most desirable for the three types of grasses, so you get a good seal.

Key words: Erosion, Live Defense, Sealing Capability, Number of stems, Biomass.

INTRODUCCIÓN

En el territorio Colombiano, especialmente en las cordilleras andinas donde esta localizada la zona cafetera Colombiana, la mayor parte de los cultivos se desarrollan en zonas de ladera y en pequeños valles intramontañosos, con características fuertes en altura, pendiente, sumado al uso intensivo agrícola de las tierras y las malas practicas agrícolas, que han originado que la cobertura del suelo y la resistencia a la erosión se pierda, causando procesos de erosión hídrica acentuados (Federación Nacional de Cafeteros, 1982). La perdida de suelo es un problema grave en el campo económico y ambiental, donde se sabe que en los terrenos de cultivo se pierden aproximadamente entre dos y tres millones de toneladas de suelo al año, estas pérdidas se deben principalmente a la erosión hídrica y eólica causada por la forma en la que se trabaja el suelo tradicionalmente.

La erosión hídrica es uno de los procesos de degradación más conocidos y ampliamente distribuidos, y el problema que representa depende de la manera en que se combinen los factores e interacciones que intervienen en el proceso: clima, suelo, topografía, cobertura vegetal y prácticas de conservación (FAO, 1977). El mantenimiento de la productividad del suelo para lograr una producción agrícola sostenible y un uso más eficiente del agua requiere de prácticas de conservación, siendo las agronómicas las de más fácil aceptación por los productores (Roose, 1993).

Las barreras vivas constituyen una práctica de conservación aplicable a diversos sistemas agrícolas, siendo una de las de mayor eficiencia y transferibilidad en países tropicales tanto por su bajo costo como por su simplicidad de diseño y facilidad de mantenimiento (Rodríguez 1993). Consisten en una hilera de plantas, perennes o semi-perennes, de crecimiento denso en el suelo, sembradas perpendicularmente a la pendiente o en curvas de nivel, con la finalidad de disminuir la velocidad de escorrentía y provocar la sedimentación (Suárez, 1979). Las barreras vivas son una alternativa sencilla, económica y de fácil adopción por parte de los productores, quienes en la mayoría de los casos carecen de

recursos o simplemente no están motivados en el uso de prácticas de conservación de suelos y aguas (Andrade y Rodríguez, 2002).

Por tal razón se planteo como objetivo principal evaluar el comportamiento y adaptación de las especies Imperial (*Axonopus scoparius* (fluegge) hitch); Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), Marafalfa (*Pennisetum violaceum*) y Citronella (*Cymbopogon winterianus*) para ser usadas como barreras vivas en los diversos sistemas productivos de la zona cafetera del Departamento de Nariño.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevo a cabo en el Municipio de la Unión, Nariño, Corregimiento de Quiroz Alto, en la finca La Manga, ubicada a N 1° 37' 22'' y W 77° 10' 33'', con una altura de 1670 msnm, con una temperatura promedio de 20 °C y una humedad relativa del 70%.

Con el propósito de evaluar el grado de adaptación y el potencial de las especies como barrera viva, se utilizaron los pastos: imperial (*Axonopus scoparius* (Fluegge) Hitch); vetiver (*Vetiveria zizanioides*), maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) y citronella (*Cymbopogon winterianus*). La propagación del material vegetal, se realizo en vivero bajo cubierta plástica, con el fin de promover un rápido crecimiento y mejorar el vigor de los pastos a la hora del transplante en campo. Cuando el desarrollo de los pastos en el vivero estuvo a punto de transplante (30 días), se llevaron al lote experimental para realizar la distribución y las aplicaciones de los tratamientos.

Por cuestiones climáticas (verano) se realizo un corte a ras de piso a los 90 días después del establecimiento, con el propósito de homogenizar los materiales sembrados; a partir de aquí se realizaron las evaluaciones a los 20, 40 y 60 días.

Para la distribución experimental se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas sub-subdivididas, consistente en las cuatro especies utilizadas (Imperial, Vetiver, Maralfalfa y Citronella), tres distancias de siembra (10, 20 y 30 cm) y para las sub-subparcelas tratamientos de fertilización: Testigo (sin fertilización), Orgánico (tres Ton/ha de abono orgánico compostado a base de estiércol de ganado) y Químico (100 kg/ha de la fórmula 12-34-12, utilizándose tres replicas para cada uno de los tratamientos).

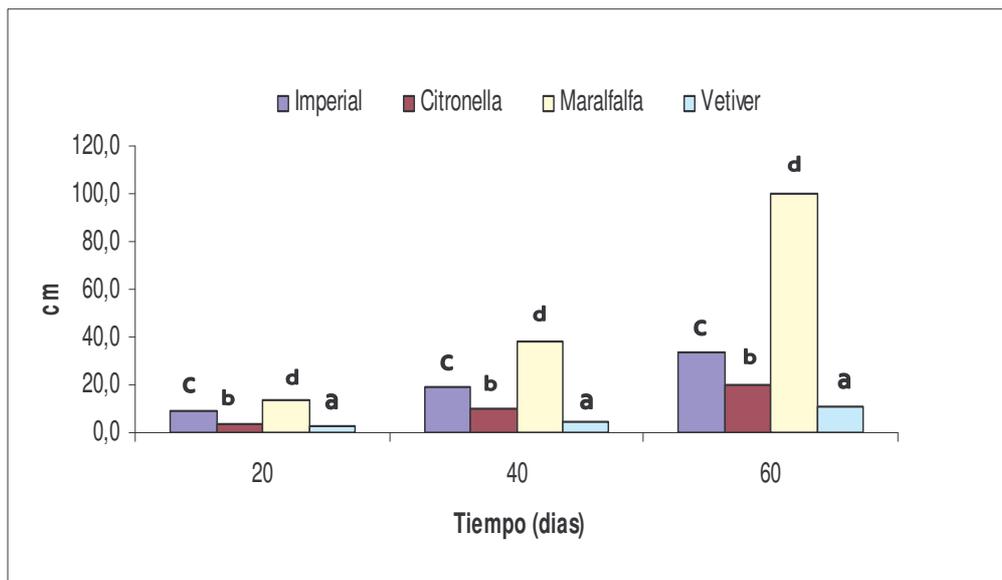
Para medir el comportamiento de las especies frente a los tratamientos y subtratamientos se analizaron las variables altura de planta (cm), a partir de cinta métrica; velocidad de crecimiento (cm/día), número de tallos por macolla, que mide la velocidad de movimiento horizontal de la especie; número de nudos, la cual permite medir el potencial de propagación; capacidad de sellado y biomasa, que son de gran importancia para procesos erosivos y de incorporación al suelo. Los resultados de biomasa se realizaron en la última evaluación a partir de un análisis bromatológico (humedad y materia seca), en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. La toma de datos se realizó a los 20, 40 y 60 días después del corte de homogenización;

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de comparación de medias para la variable altura en las especies evaluadas (Figura 1), determinó que los mejores promedios a los 20, 40 y 60 días, se presentaron en Maralfalfa con promedios de 13.32, 38.61 y 99.97 cm, respectivamente. Seguido por los pastos Imperial, Citronella y Vetiver. Los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo de la planta coinciden con lo publicado por Correa et al (2002), donde afirma que el Maralfalfa es de rápido crecimiento y alta capacidad de profundización de raíces. Por su parte, Ramírez (2005), sostiene que el Maralfalfa (*Pennisetum* spp) tiene un efecto recuperador sobre suelos degradados, debido a que induce la formación de agregados, disminuye la densidad aparente e incrementa la estabilidad estructural. En este sentido, las plantas han sido consideradas como un componente esencial en la conservación de los suelos, es así

como las características radiculares de los componentes forrajeros y de cultivos en laderas podrían tener efectos importantes en la adquisición de nutrientes, crecimiento de plantas, así como en la reducción de la pérdida de suelo causada por la erosión.

Figura 1. Comparación de medias para la variable altura en las especies evaluadas.



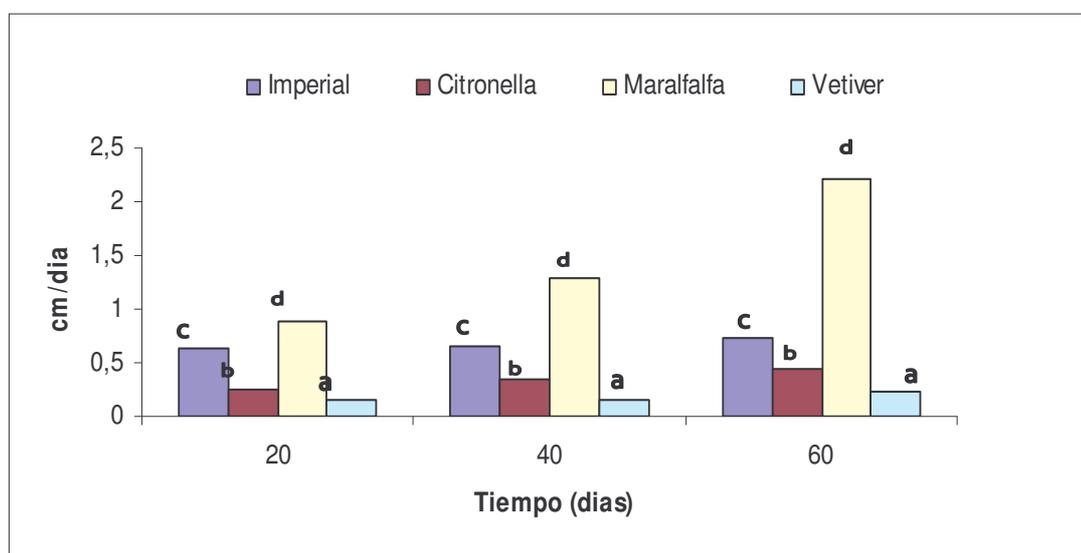
Fuente: Este estudio

En la aplicación de fertilizantes pudo evidenciarse la eficiencia del tratamiento químico en la primera evaluación (7.51 cm), comportándose de manera similar al tratamiento orgánico (7.46 cm). En la segunda y tercera evaluación el tratamiento químico, supera a los tratamientos orgánico y testigo, con valores de 22.1 y 44.43 cm. De acuerdo a lo expresado, Rocha et al (2000), reporta que son convenientes aplicaciones de 100 kg de nitrógeno por hectárea en gramíneas tropicales para mejorar su crecimiento y desarrollo de rebrotes; al igual Hanping et al (1999), propone que fertilizaciones en las primeras etapas, puede promover significativamente el crecimiento de los pastos. Por su parte, Gomis (1997), sostiene que la respuesta de los pastos a la fertilización ha sido variable, lo cual depende del tipo de suelo y la especie forrajera, en forma general se ha obtenido respuesta a nitrógeno y en algunas ocasiones a fósforo, y en pocas ocasiones se ha tenido respuesta a potasio.

En cuanto a las distancias de siembra, se encontró que estas no repercuten en la altura de la planta a los 20 y 40 días de evaluación, pero a los 60 días se observó diferencias significativas, presentando la distancia de 10 cm los mejores promedios de altura, con un valor de 42.88 cm. En contraste, las distancias de 20 y 30 cm se comportaron de manera similar, con los promedios mas bajos de 40.03 y 40.25 cm, respectivamente. Con respecto a lo anterior, Azcón y Talón (2000), afirman que al reducir el distanciamiento entre las plantas, se aumenta la competencia de luz, observándose incrementos en la altura de las plantas.

El comportamiento de la velocidad de crecimiento (cm/día) por ser una variable derivada de la altura (Figura 2), determinó que dentro de las especies establecidas en el ensayo, los mejores promedios de crecimiento nuevamente fueron para el pasto Maralfalfa, con valores de 0.89, 1.29 y 2.22 cm/día, mientras que el pasto Vetiver en las tres evaluaciones, manejo los promedio más bajos 0.15, 0.15 y 0.24 cm/día.

Figura 2. Comparación de medias para la variable velocidad de crecimiento en las especies utilizadas.

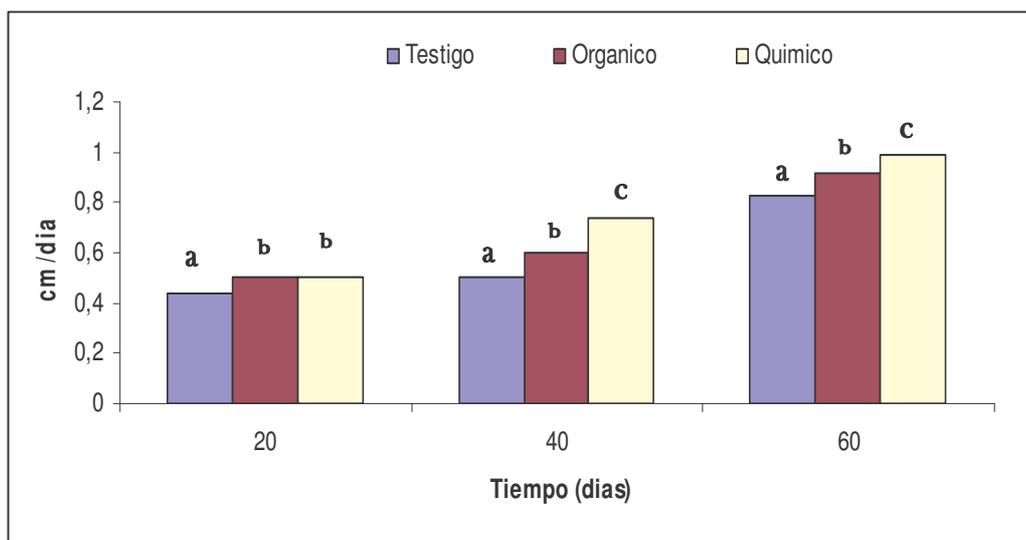


Fuente: Este estudio

Los tratamientos de fertilización químico y orgánico, en la primera evaluación reaccionaron de forma similar, con promedios de 0.5 cm/día, observándose el promedio mas bajo para el tratamiento testigo, con un valor de 0.44 cm/día. A los 40 y 60 días después del establecimiento del ensayo, la aplicación de fertilizantes químicos presento valores de 0.74 y 0.99 cm/día, respectivamente, mostrando los mejores promedios la velocidad de crecimiento, en comparación con la fertilización orgánica y testigo (Figura 3).

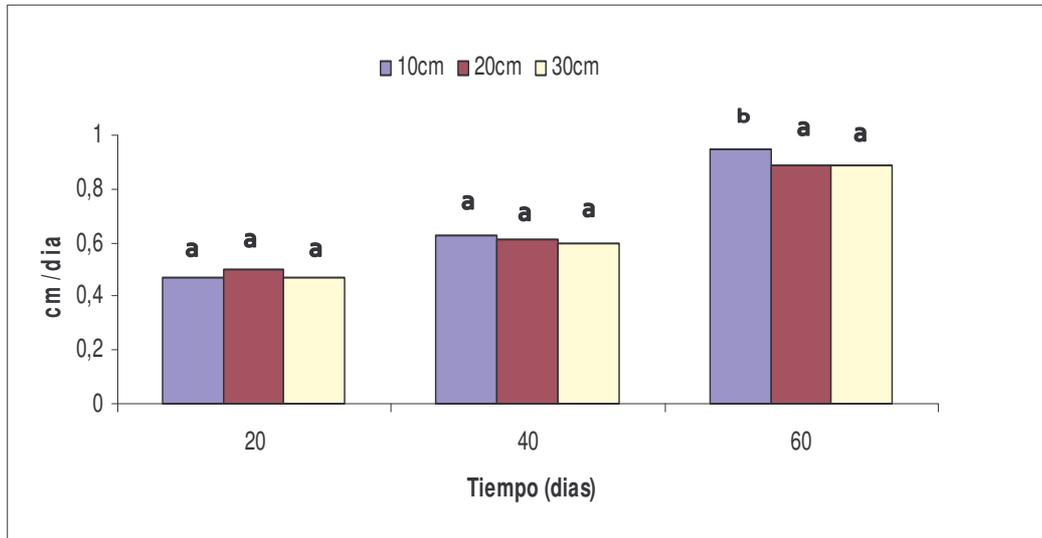
Los promedios de crecimiento encontrados en las distancias de siembra (Figura 4) no muestran diferencias significativas a los 20 y 40 días; a los 60 días se observo un mejor promedio de crecimiento a 10 cm, con un valor de 0.95 cm/día.

Figura 3. Comparación de medias para la variable velocidad de crecimiento bajo tres tipos de fertilización.



Fuente: Este estudio

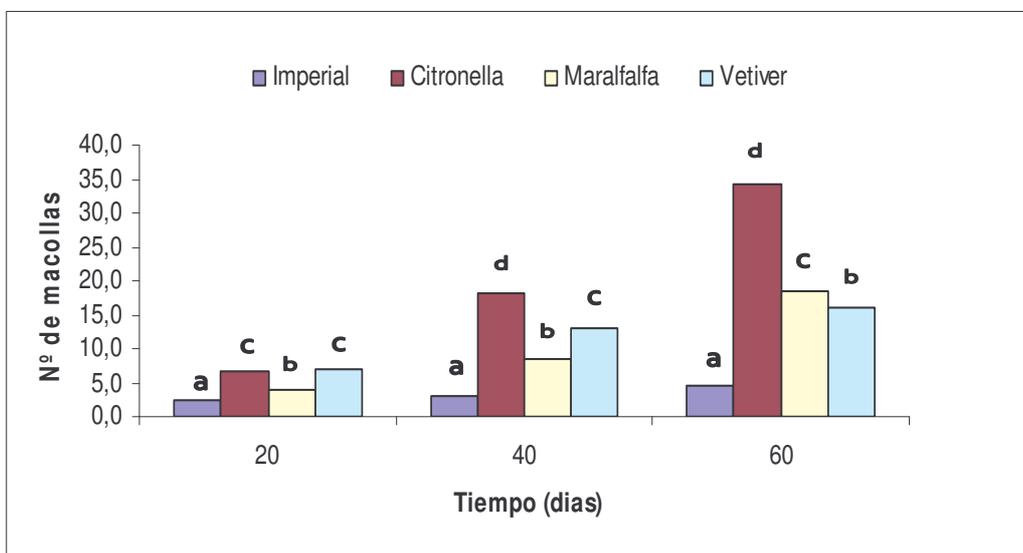
Figura 4. Comparación de medias para la variable velocidad de crecimiento bajo tres distancias de siembra.



Fuente: Este estudio

La prueba de comparación de medias para macollamiento de las especies (Figura 5), muestra que en la primera evaluación el pasto Vetiver obtuvo un mejor promedio (7.1), comportándose estadísticamente similar a Citronella (6.8). En la segunda y tercera evaluación Citronella presenta los promedios más altos, con valores de 18.1 y 34.1 macollas, respectivamente. Los promedios más bajos fueron para la especie Imperial en las tres evaluaciones con valores de 2.4, 3.2 y 4.6 macollas. En relación a lo anterior, Ruppenthal (1995), reporta que los pastos vetiver (*Vetiveria zizaniodes*) y Citronella (*Cymbopogon winterianus*), son una alternativa viable para el establecimiento de barreras vivas, ya que por su estructura contribuyen al control de la erosión, observándose poca competencia en el desarrollo de los cultivos.

Figura 5. Comparación de medias para la variable macollamiento en las especies evaluadas.



Fuente: Este estudio

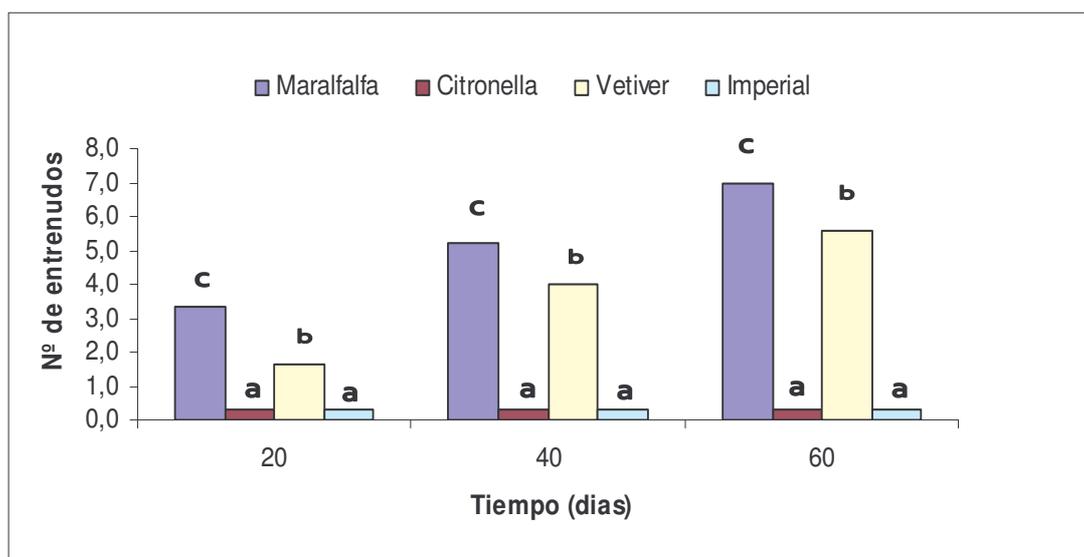
En cuanto a fertilización, no se encontraron diferencias significativas a los 20 y 40 días, se observó que a los 60 días la aplicación del fertilizante químico presentó el mayor promedio (18.8), encontrándose similitud con el tratamiento orgánico (18.5). En contraste, el tratamiento testigo presentó los promedios más bajos en las tres evaluaciones. De lo anterior, estudios de fertilización realizados por Hanping *et al* (1999) en la zona de Tianluhu (China), mostraron que 6 meses después de la siembra del Vetiver, el número de tallos en las plantas que habían sido tratadas con fertilizantes era casi tres veces mayor que el de las plantas a las que no se les aplicó, lo que evidencia la importancia de los fertilizantes en el desarrollo de los pastos.

Con respecto a las distancias de siembra, en las tres evaluaciones se observó que a 30 cm, se presentaron los mejores promedios, estadísticamente similares a 20 cm, observándose que a 10 cm los promedios en las tres evaluaciones fueron los más bajos. Con respecto a lo anterior, Fernández y Morillo. (2006) sostienen que al aumentar la distancia de siembra, hay un mayor diámetro de la corona y por consiguiente una mayor producción de hijos y producción de fibra por macolla. Por su parte, el Banco Mundial (1995), reporta que la

capacidad de macollamiento depende de las especies utilizadas en las barreras vivas, además de que se necesita de una buena fertilización durante y después del establecimiento, realizándose podas periódicas para estimular el desarrollo de nuevas macollas.

La comparación de medias para la variable entrenudos, determino que dentro de las especies utilizadas (Figura 6), Citronella y Vetiver no presentaron desarrollo de entrenudos, mientras que el pasto Maralfalfa muestra mejores promedios de entrenudos, desarrollados durante los tres periodos de evaluación, mostrándose diferente en comparación con el pasto Imperial.

Figura 6. Comparación de medias para la variable entrenudos en las especies utilizadas.



Fuente: Este estudio

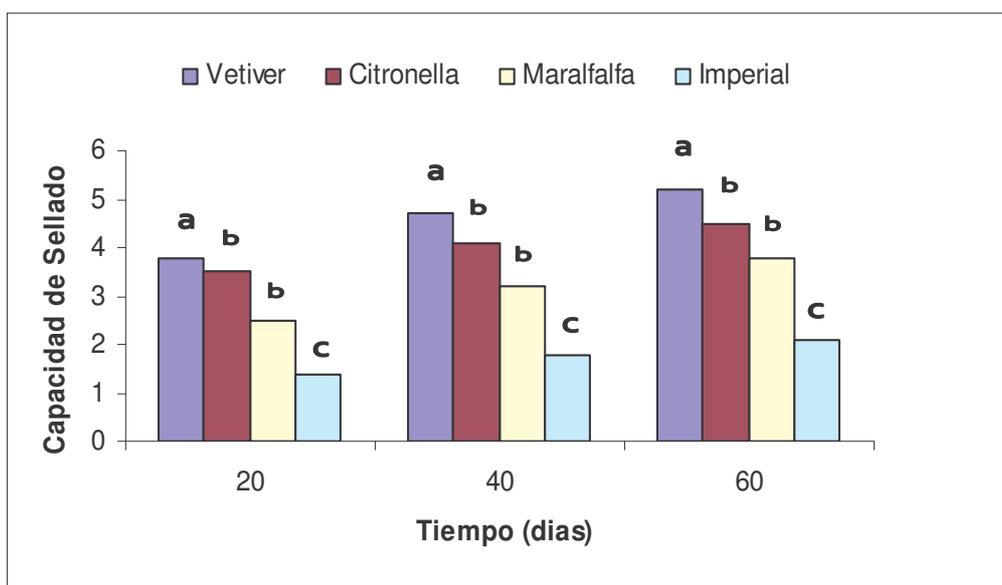
En el análisis de los efectos de la fertilización, la falta de fertilización (tratamiento testigo), ocasiono un mayor número de entrenudos durante los primeros 20 días de evaluación, comportándose igual que el tratamiento con fertilización química; a los 40 días, los tratamientos mostraron promedios estadísticamente similares; a los 60 días de la evaluación, el tratamiento con fertilización química obtuvo el mejor promedio de entrenudos, seguido por la fertilización orgánico y el tratamiento testigo.

El efecto de las distancias de siembra sobre el número de entrenudos mostró diferencias durante la primera evaluación, presentando a las especies sembradas a 10 cm como los mejores promedios (1.33), por su parte las especies sembradas, a 30 cm, obtuvieron los promedios más bajos (1.13 entrenudos). En la segunda y tercera evaluación, no se presentan diferencias entre las distancias.

Con el fin de evaluar la capacidad de sellado, se utilizó la escala subjetiva propuesta por Moreno (2008), en la cual propone tres categorías comprendidas entre 1 a 10: sellado bajo (1 a 3.5), medio (3.6 a 7) y alto (7.1 a 10). En la Figura 7 se observa que durante las tres evaluaciones (20, 40 y 60 días), el pasto vetiver obtuvo los mejores promedios 3.8, 4.7 y 5.2, respectivamente, calificándose como un sellado medio. Los promedios más bajos fueron para el pasto imperial en las tres evaluaciones, y las especies citronella y maralfalfa mostraron un comportamiento estadístico similar durante el tiempo de evaluación.

En cuanto a las distancias de siembra, se encontró que las especies sembradas a 10 y 20 cm presentaron los mejores promedios, comportándose estadísticamente igual durante las tres etapas de evaluación, en contraste, la distancia de 30 cm presentó los promedios más bajos. Al respecto, La Red Latinoamericana del Vetiver (1999), afirma que las distancias cortas (15 cm) son las más recomendadas para el establecimiento de barreras vivas, ya que el sellado está relacionado en forma directa con la sobrevivencia y la distancia de siembra, en la medida que cuando las plantas se siembran más juntas tienen un mejor avance de cierre.

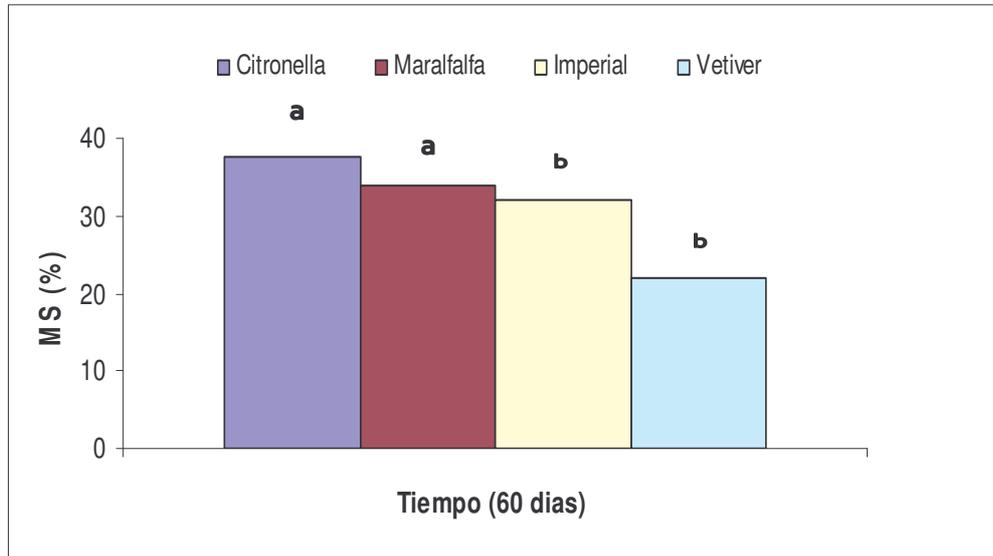
Figura 7. Comparación de medias para la variable capacidad de sellado en las especies evaluadas.



Fuente: Este estudio

Al analizar los porcentajes de materia seca de los diferentes pastos (Figura 8), Citronella y Maralfalfa presentaron comportamientos estadísticos similares, obteniéndose valores de 37.61 y 33.79 %, respectivamente; para las especies vetiver e imperial se alcanzaron valores de 22.07 y 31.95 %, siendo estos los promedios mas bajos, con características estadísticas similares. En lo que respecta a fertilización y distancias de siembra, no se presentaron afectos estadísticos marcados en la producción de biomasa. Con respecto a lo anterior, Molina (2005), afirma que el porcentaje de materia seca depende sustancialmente de la especie que se este utilizando, además de la edad en la que se realice la evaluación, y no de las técnicas agronómicas que se utilicen en el cultivo.

Figura 8. Comparación de medias para porcentaje de materia seca en los diferentes pastos.



Fuente: Este estudio

CONCLUSIONES

El pasto Vetiver presenta buena capacidad de sellado, característica importante para el establecimiento de barreras vivas en suelos de ladera.

La especie Citronella mostró los mejores promedios en cuanto a macollamiento, considerándose como una buena alternativa para incluirla en prácticas de conservación de suelos.

Se determino que Maralfalfa es una de las especies que mejor comportamiento presentó con respecto a altura y velocidad de crecimiento, características a tener en cuenta para la implementación de barreras vivas, ya que además podría utilizarse como forraje para la alimentación de especies pecuarias.

En cuanto a los tipos de fertilización, se encontró que la aplicación de fertilizantes químicos ocasiona los mejores promedios en altura, velocidad de crecimiento, número de macollas, numero de entrenudos, capacidad de sellado y materia seca.

La distancia de siembra de 10 cm se considera como la más aconsejable para los tres tipos de pastos. Por lo influye en una mejor capacidad de sellado, que contribuye a disminuir los procesos erosivos en zonas de ladera.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Jesús C. Castillo Franco presidente de este estudio, al los doctores Jorge Fernando Navia Estrada y Amanda Silva jurados de este estudio. Al administrador de la finca la Manga. Donde se realizo la investigación y a la Universidad de Nariño.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, O; y RODRÍGUEZ, O. 2002. Evaluación de la eficiencia de las barreras vivas como sistemas de conservación de suelos de ladera. Bioagro 14 (3). 123- 133 p.

AZCON, J. y TALON, M. 2002. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill. Barcelona, 621p.

BANCO MUNDIAL. 1995. Vetiver, la barrera contra la erosión, 3ra. Edición. Washington. 78 p.

CORREA, H. J. ARROYAVE, H. HENAO, Y. LÓPEZ A. CERÓN, J. 2002. Maralfalfa, mitos y realidades. En: Despertar lechero, Volumen 22 (1). P79-88.

FAO. 1977. Assessing soil degradation. Boletín de suelos. N° 34, Roma. 84p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1982. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera. Bogota. Colombia. . 309 P.

FERNANDEZ, N. y MORILLO, M. 2006. Efecto de la densidad de siembra del vetiver (*chrysopogon zizanioides*) en la producción de plantas madres en condiciones de campo. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela. 10p.

GOMIS, C. J. 1997. Estudio comparativo del Vetiver (*Vetiveria zizanioides*, L) en diferentes condiciones Agroclimáticas y de manejo. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. Venezuela. 140 p.

HANPING. X.; HUIXIU, A.; SHIZHONG, L.; DAOQUAN, H. 1999. Aplicación de la ecoingeniería vetiver para la prevención de deslizamientos en carreteras en la china meridional. (on line). China. Fecha de consulta: Septiembre 10 de 2008. http://www.vetiver.org/LAVN_chn.htm

- MOLINA, E. 2005. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cultivado en el valle del sinú. Universidad Nacional, Sede Medellín. (on line). Colombia. Fecha de consulta: Septiembre 8 de 2008.
- RAMIREZ. R. 2005. Evaluación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp*) como recuperador de un andisol degradado por prácticas agrícolas. Marinilla, Antioquia. 25p
- RED LATINOAMERICANA DEL VETIVER. 1999. Establecimiento de barreras, cantidad de material vegetativo y espaciamiento. Boletín vetiver. N° 4. 1-15p.
- ROCHA. G, EVANGELISTA. A, DE LIMA, J. 2000. Nitrogenio na producao de materia seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. Past. Trop. 22: 7-9.
- DRÍGUEZ, O. 1993. Evaluación de coberturas, barreras vivas y otras medidas de conservación de suelos en laderas. Trabajo de ascenso. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 133p.
- ROOSE, E. 1993. Agroforestry, water and soil fertility management in african tropical mountains. Conferencia en el taller sobre procesos de erosión en tierras de altas pendientes. Centro interamericano de desarrollo integral de aguas y tierras. Mérida, Venezuela. 28p.
- RUPPENTHAL, M. 1995. Soil conservation in Andean cropping systems: soil erosion and crop productivity in traditional and forage-legume based cassava cropping systems in the South Colombian Andes. Margraf Verlag, Weikersheim, Alemania. 110p.
- SUAREZ DE CASTRO. 1979. Conservación de suelos. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. San José, Costa Rica. 315p.
- TEC DE MONTERREY. 2004. Labranza de Conservación. (on line). Colombia. Fecha de consulta: Septiembre 20 de 2008. http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/ramirez/evaluacion_del_pasto_maralfalfa_pennisetum_sp._como_recuperador_de_un_andisol_degradado_por_practicas_agricolas.pdf