

**CARACTERIZACIÓN DE CERCAS VIVAS Y ÁRBOLES DISPERSOS EN  
FINCAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE PUIPALES, DEPARTAMENTO DE  
NARIÑO<sup>1</sup>**

**CHARACTERIZATION OF LIVE FENCES AND DISPERSED TREES IN  
LIVESTOCK FARMS IN THE MUNICIPALITY OF PUIPALES, DEPARTMENT  
OF NARIÑO**

Iván Darío Vallejo Ch., Edwin Julián Navia C.,<sup>2</sup> Diego Andrés Muñoz<sup>3</sup>

**RESUMEN**

Se caracterizaron cercas vivas plantadas (CVP) y árboles dispersos (AD) en el municipio de Pupiales, departamento de Nariño. Para su evaluación se clasificaron en tres estratos, definidos por su área; se determinó la abundancia, composición y estructura; además, se estableció el uso y manejo de las CVP y AD y se evaluó la funcionalidad del componente arbóreo.

Se encontraron 76 CVP en los tres estratos, con 6184 árboles, de ellos 5506 presentan un dap >10 cm. El estrato tres mostró el mayor número de CVP, mayor cantidad de árboles y mayor longitud con respecto a los demás estratos; además la mayor diversidad de especies arbóreas a nivel de CVP individual, finca y estrato en la composición de las CVP. Las especies arbóreas de mayor peso ecológico en CVP fueron acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) y ciprés (*Cupressus lusitánica*).

En AD se encontró un total de 81 árboles en 72 hectáreas, distribuidos en 6 fincas encontrándose el mayor número de arreglos, mayor cantidad de árboles, área y diversidad a nivel de sistema individual, finca y estrato. Las especies arbóreas de mayor peso ecológico en el sistema de AD fueron mote (*Tournefortia fuliginosa*) y pandala (*Cletha sp.*). Los

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Colombia.

<sup>2</sup> Autores de esta investigación del programa de ingeniería agroforestal de la facultad de ciencias agrícolas de la Universidad de Nariño.

<sup>3</sup> Ing. A.F. M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Colombia.

principales usos de las CVP son delimitar potreros, predios y abastecimiento de leña, y la principal utilidad de los AD es brindar sombra al ganado y suministro de leña. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre la CVP y los potreros sin cobertura arbórea, en el aporte de materia orgánica y porcentaje de humedad de los pastos.

**Palabras claves:** especies arbóreas, índice de diversidad.

### ABSTRACT

It's characterized live-planted fences (CVP) and sprayed trees (AD), in municipality of Pupiales, department of Nariño. For evaluating them it was classified into three strata defined by its area; it was established the abundance, composition and structure also: It was established the use and management of the CVP and AD, it was valued the functionality of the silvicultural component.

We found 76 CVP in the three strata, with 6184 trees, 5506 of them have a dap > 10 cm. The three strata showed the highest number of CVP, there was major quantity of trees with major length in respect with the others strata it showed the major diversity of silvicultural species at individual level of CVP, farm and stratus in the compositions of the CVP. The silvicultural species of major ecological weight in CVP were the following: acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) and cipres (*Cupressus lusitanica*).

In trees of AD it was found a total of 81 trees in 72 h. they were distributed in 6 farms, it was found the highest number of arrangements, so the major quantity of trees, area and diversity at level of individual system, farm and stratus. The silvicultural species of the major ecological prevalence in the system of AD were mote (*Tournefortia fuliginosa*) and Pandala (*Clethra sp.*). The main uses of CVP are delimiting paddocks, properties and supply, of wood, and the principal value of AD, is to provide shadow at the livestock and provision of firewood. In the contrary. There were no statistically significant differences between the CVP and paddocks without silvicultural cover, in the contribution of the amount of organic matter and percentage of humidity of pastures.

**Keywords:** silvicultural, diversity index.

## INTRODUCCION

El municipio de Pupiales se caracteriza por ser una de las zonas ganaderas y paperas más grandes del sur de Nariño, con una área de 11248.4 has, siendo la ganadería el sistema de producción predominante, la cual se realiza con base a una explotación intensiva que ha ocasionado serios problemas al medio ambiente (erosión de suelo, tala de bosques y contaminación, entre otros) (POT, 2005)

Además, hay un desconocimiento de prácticas que ayuden a mitigar estos problemas y mantener una estabilidad en su producción; como respuesta a esta tendencia negativa se han desarrollado estrategias dentro de las cuales se encuentran los sistemas agroforestales; entendiéndose como formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (Navia *et al*, 2003).

Dentro de la agroforestería están presentes los sistemas silvopastoriles, los cuales nos ofrecen una combinación natural o asociación deliberada de uno o varios componentes leñosos (arbustivos o arbóreos) dentro de una pastura de especies de gramíneas y leguminosas herbáceas nativas o cultivadas, que tienen como objetivo satisfacer las necesidades en busca de una producción sostenibles, tanto biológica como económicamente.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) parecen ser una alternativa a corto, mediano y largo plazo. Dentro de ellos encontramos las cercas vivas y árboles dispersos, entendiéndose; la cerca viva como la siembra de líneas o hileras de árboles y/o de arbustos como soportes para el alambre de púas o liso, siguiendo los límites de una propiedad o marcando las divisiones entre parcelas según los diferentes usos del suelo (Miranda y Giraldo, 1998). Los

árboles dispersos se definen como aquellas especies leñosas que se distribuyen en las pasturas, y que brindan beneficios como sombra y forraje para el ganado y además contribuyen al mantenimiento de la fertilidad de los suelos (Carlson y Añazco, 1990).

Es por ello, que se hace necesario e importante realizar una caracterización y evaluación de sistemas silvopastoriles tradicionales en fincas ganaderas que nos permitan poder conocer e identificar el potencial del componente arbóreo presente de la zona,

A partir de esta caracterización se pretende obtener y brindar una suficiente información que permita al productor tomar decisiones sobre la implementación de estos sistemas (árboles dispersos y cercas vivas) dentro de su finca; teniendo por objeto fortalecer y desarrollar el potencial de tecnologías agroforestales, ofertando diferentes productos y servicios que contribuyan a mejorar la calidad de vida del productor y disminuyan el impacto ambiental, que la ganadería puede llegar a ocasionar sobre el uso, manejo y desarrollo del suelo y por consiguiente al medio ambiente.

La presente investigación hace parte del macro proyecto SACHA “caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales en el manejo del sistema de producción papa-pastos-bovino-leche en el trópico de altura”, propuesta por la universidad de Nariño avalado por SAGAN, FEDEGAN Y FEDEPAPA, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Los objetivos planteados en esta investigación fueron: caracterización de cercas vivas y árboles dispersos en fincas ganaderas del municipio de Pupiales, departamento de Nariño; caracterizar y evaluar la composición y diversidad florística en cercas vivas plantadas y árboles dispersos presentes en las fincas ganaderas; evaluar la funcionalidad del componente arbóreo en cercas vivas y árboles dispersos y determinar el uso y manejo de cercas vivas y árboles dispersos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en fincas ganaderas del municipio de Pupiales, departamento de Nariño, como parte del proyecto SACHA (Caracterización en fincas ganaderas del sistema productivo papa, pasto, bovinos en el trópico de altura), financiado por el MADR. El área de estudio se encuentra a 0° 54' de latitud norte y 77° 39' de longitud oeste, a una altura de 2.900 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 11 °C y una precipitación media anual de 960 mm. (POT 2005). La selección de las fincas ganaderas se ajustó a los objetivos del proyecto SACHA, el cual determinó un tamaño de muestra de 30 fincas, distribuida en tres estratos (Tabla 1).

**Tabla 1. Estratificación de fincas para la caracterización de cercas vivas plantadas (CVP) y árboles dispersos (AD), en el municipio de Pupiales, Nariño de acuerdo al proyecto SACHA.**

Estrato	Área (has)
I	0,5 - 3
II	3 - 6
III	> 6

**Caracterización y evaluación de la composición y diversidad florística en cercas vivas plantadas (CVP) y árboles dispersos (AD).** Para determinar la composición y diversidad florística, en cada finca se realizó un inventario en CVP y AD. La identificación de especies se realizó en campo, registrando el nombre común de todos los árboles, de acuerdo al conocimiento local de los productores de la zona. Para aquellas especies no identificadas se tomó una muestra botánica, que posteriormente fue llevada al herbario de la Universidad de Nariño (PSO) para realizar su respectiva identificación. En cada una de las cercas se recolectó la siguiente información: largo total de la CVP, número total de árboles con  $dap \leq 10$  cm, número total de árboles con  $dap > 10$  cm, número de árboles presentes de cada especie y uso de la cerca. Para el inventario de la muestra de especies se aplicó la metodología de área mínima que consiste en duplicar el área de muestreo en un sitio homogéneo hasta que no se registren nuevas especies (Matteucci y Colma.1982), para lo

cual se tomaron transectos iniciales de 5 m lineales, donde se registró la especie, dap, altura total, altura del fuste y diámetro de copa. De igual manera, se ubicó cada una de las cercas vivas en un mapa de la finca y posteriormente se georeferenció.

Con la información proveniente del inventario de CVP se calculó por finca y estrato: número total de CVP, número total de especies arbóreas, longitud total de cerca viva (Km.), número total de árboles con dap >10 cm, número total de árboles con dap <10 cm, número total de árboles / Km. de cerca viva; a nivel de especie para cada estrato se calculó: ranking de abundancia, distribución diamétrica, distribución de alturas y distribución de diámetros de copa.

Para los arreglos de AD, en cada uno se apuntó el número de especies, número de individuos por especie, y las variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho (dap), altura total, diámetro de copa; y con el uso de un GPS se georeferenciaron todos los árboles para tener su ubicación exacta dentro de la finca. Con los datos del inventario se estimó por finca y por estrato: número total de especies arbóreas, número total de potreros, área promedio de potreros (ha), área total de potreros (ha), número total de árboles con dap>10 cm, densidad de árboles (árboles ha<sup>-1</sup>); a nivel de especie para cada estrato se calculó: ranking de abundancia, distribución diamétrica y distribución de alturas.

El análisis de datos para abundancia, composición y estructura de los arreglos de AD y CVP, se realizó a través de estadística descriptiva mediante los paquetes estadísticos Spad v3.5. e Infostat v1.1, determinando medias, frecuencias, máximos y mínimos. Para determinar la diversidad y distribución de la abundancia de especies se utilizó el índice de Shannon-Weaver y equitatividad a través del programa EstimateS v6.

**Uso y manejo de CVP y AD.** Para determinar el manejo y uso de CVP y AD, se realizó una encuesta semiestructurada que permitió la recolección de la información sobre prácticas de manejo como poda, plateo, fertilización y el tipo de uso dado a cada uno de los sistemas.

**Funcionalidad del componente arbóreo (CVP) en materia orgánica y humedad en pastos.** Se llevó a cabo a través de la toma de muestras de suelo en el área de influencia de la CVP sobre las pasturas y fuera de ella; para ello, se tomaron unas submuestras localizadas en el inicio, mitad y final de la CVP, realizando una homogenización y posteriormente se envió al laboratorio, para calcular el porcentaje de materia orgánica. Con respecto al porcentaje de humedad en pastos, se realizó mediante el método del aforo utilizando un marco de 50 x 50 cm, tomando una muestra debajo de la CVP (área de influencia) y otra en la pastura sin cobertura arbórea. La funcionalidad del componente arbóreo en CVP se determinó mediante un ANDEVA y comparaciones de Tukey al 95%.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Abundancia de cercas vivas plantadas (CVP).**

Se inventariaron un total de 76 CVP en los tres estratos, con 6184 árboles, de los cuales 5506 presentan un dap>10 cm y cubren una longitud total de 13017 m. El estrato tres mostró el mayor número de CVP, la mayor cantidad de árboles y longitud con respecto a los demás estratos, debido a que tuvo un área de estudio más grande

Se observó la presencia de CVP en el 100% de las fincas en los estratos uno y dos, mientras que en el tercero se presentaron en el 90% de ellas., sin embargo el estrato tres indicó el mayor promedio CVP por finca con un valor 5,11 siendo el estrato uno quien mostró el menor promedio (1,5 CVP por finca), (Tabla 2). En relación a lo expresado, la poca presencia de CVP se debe a dos factores, uno de ellos es el desconocimiento de los beneficios que estos arreglos pueden llegar a ofrecer dentro de sus fincas, de otra manera un factor determinante es la presencia de cercas vivas naturales provenientes de los relictos de bosques, así como las cercas muertas consistentes en postes de madera, quienes inciden en el establecimiento de estos arreglos.

**Tabla 2. Abundancia y distribución de las CVP en fincas ganaderas en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
Número de CVP	15	17	44
Árboles con dap >10 cm	517	706	4283
Árboles con dap ≤10 cm	165	208	305
Longitud total de CVP	1565	2765	8687
Porcentaje de fincas con CVP	100	100	90
Promedio de CVP por finca	1,5	2,1	5,11
Min-Max de CVP por finca	01-03	01-05	1 – 11

Fuente: Este estudio

**Composición de especies arbóreas en CVP.** Se encontraron un total de 12 especies arbóreas en los tres estratos, pertenecientes a 11 familias, De las que se destaca la especie acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), presentándose ésta como la más abundante en los tres estratos, representando el 22.14, 38.40 y 47.17% respectivamente (Tabla 3).

Lo anterior, coincide con lo afirmado por Muñoz y Tulcan (1999), donde sostienen que las especies que se establecen frecuentemente en linderos en el trópico alto son ciprés (*Cupresus lusitánica*), aliso (*Alnus acuminata*) y acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*).

Se observó que a nivel de cercas individuales, finca, y estrato, el estrato tres mostró la mayor diversidad de especies arbóreas; con 1,95 especies por cerca, 3,75 especies por finca; y 11 especies por estrato. Con respecto a lo anterior, se puede decir que aunque la riqueza de especies arbóreas de las CVP individuales fue generalmente baja, comparada con la riqueza de especies combinadas de las cercas vivas a escala de finca y estrato fue más alta.

Teniendo en cuenta la riqueza y abundancia relativa de especies en CVP, evaluado a través del índice de Shannon, el estrato uno indico el mayor índice con 1.99, que según Pla, I. (2006); este índice mide la heterogeneidad de una comunidad, y el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes, por lo tanto, la probabilidad será la misma para cualquier especie; en contraste, el estrato tres

presentó el índice más bajo con un valor de 1.48, lo que indica que tendremos un grado de certeza mayor que en el estrato uno; lo que indica que la probabilidad de encontrar una especie dominante (*Acacia melanoxylon*) sea mayor que para cualquier otra especie.

**Tabla 3. Composición florística en CVP en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
No promedio de especies arbóreas por CVP	1,57	1,30	1,95
No promedio de especies arbóreas por finca	2,20	2,40	3,75
No total de especies arbóreas por estrato	10	6	11
Índice de Shannon	1,99	1,52	1,49
Equitatividad	0,87	0,85	0,62
	<i>Acacia melanoxylon</i> (22,14%)	<i>Acacia melanoxylon</i> (38,40%)	<i>Acacia melanoxylon</i> (47,17%)
	<i>Tournefortia fuliginosa</i> (18,04%)	<i>Eucalyptus globulus</i> (25,05%)	<i>Acacia decurrens</i> (23,10%)
Cinco especies de los árboles más comunes presentes en cercas vivas plantadas (% de todos los arboles inventariados)	<i>Alnus acuminata</i> (15,84%)	<i>Alnus acuminata</i> (17,29%)	<i>Cupressus lusitánica</i> (15,26%)
	<i>Acacia decurrens</i> (12,61%)	<i>Cupressus lusitánica</i> (10,61%)	<i>Alnus acuminata</i> (6,26%)
	<i>Cupressus lusitánica</i> (12,17%)	<i>Acacia decurrens</i> (5,28%)	<i>Acacia sp</i> (2,20%)
<b>Total % de las cinco especies arbóreas</b>	<b>80,8</b>	<b>96,6</b>	<b>93,9</b>

Fuente: Este estudio

Además teniendo en cuenta la clasificación de los índices de diversidad (Tabla 4), según Rangel y lozano (1986), se puede decir que la diversidad biológica de los estratos uno y dos es inadecuada y el estrato tres es muy mala

**Tabla 4. Clasificación de los índices de diversidad, Rangel y lozano, 1986.**

<b>Clasificación</b>	<b>Ind. Biológicos de diversidad</b>
Optima	3.6-3.5
Buena	3-3.5
Aceptable	2.5-2.9
Inadecuada	1.5-2.4
Muy mala	0.0-1.4

Fuente: Rangel Y Lozano, 1986.

De igual forma, los valores de equitatividad son cercanos a 1, lo que indica que la abundancia de las especies se encuentra distribuida de una manera uniforme en los tres estratos

**Índice de valor de importancia (IVI).** Las especies de mayor peso ecológico en el sistema de CVP representadas en porcentajes fueron: en el estrato uno, ciprés (*Cupressus lusitánica*) 22,28%; en el estrato dos, eucalipto (*Eucalyptus globulus*) 29,36% y en el estrato tres acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) 32,99%. Las especies, Cipres (*Cupressus lusitánica*) y acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), son las de mayor peso ecológico a nivel de población (33,01% y 25,81%, respectivamente), (Tabla 5).

La presencia de las acacias en el sistema de CVP, es importante, debido a ciertos beneficios que estas especies ofrecen, principalmente por su excelente adaptabilidad a las condiciones climáticas de trópico de altura, sin dejar de lado que por ser especies leguminosas contribuyen al aporte de nitrógeno y ciclaje de nutrientes, mejorando la fertilidad de los suelos. Esto coincide con el estudio realizado en Acacias amarilla (*A. decurrens*), por Giraldo y Bolívar (2002), quienes sostienen que esta especie puede ser una alternativa para establecer sistemas silvopastoriles en clima frío, ya que muestra una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona, manifestada en su buena tasa de crecimiento, alta producción de leña y biomasa comestible de buena calidad; además de que mejora la

estructura del suelo, manifestada en su menor compactación, siendo muy benéfico ya que mejora la aireación, condición fundamental para el buen desarrollo de la fauna del suelo. De otro lado, sobresalen especies como el eucalipto y el ciprés, que también muestran buena adaptación y crecimiento rápido, proporcionando madera, postes y leña; bienes y servicios que contribuyen al bienestar de las familias ganaderas.

**Tabla 5. Índice de valor de importancia de las especies arbóreas en CVP en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

<b>Estrato</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>IVI</b>	<b>IVI en %</b>
<b>I</b>	Cipres	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	62,03	22,28
	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	52,56	18,88
	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	50,94	18,3
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	33,32	11,97
	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	31,61	11,35
	Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae	27,59	9,91
	Pino patula	<i>Pinus patula</i>	Pinnaceae	14,75	5,3
	Guanto	<i>datura sp</i>	Solanácea,	5,63	2,02
<b>II</b>	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	85,45	29,36
	Cipres	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	73,21	25,16
	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	71,19	24,46
	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	40,37	13,87
	Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae	20,8	7,15
<b>III</b>	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	97,78	32,99
	Cipres	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	69,03	23,29
	Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae	58,6	19,77
	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	22,6	7,63
	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	14,82	5
	Acacia negra	<i>Acacia sp</i>	Mimosaceae	9,5	3,21
	Pelotillo	<i>Viburnum sp</i>	Caprifoliaceae	9,46	3,19
	Pino patula	<i>Pinus patula</i>	Pinnaceae	6,3	2,13
	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	4,15	1,4
	Quillotocoto	<i>Tecoma Stans</i>	Bignoniaceae	4,12	1,39
<b>General</b>	Cipres	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	99,33	33,01
	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	77,65	25,81
	Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae	46,93	15,6
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	32,19	10,7
	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	27,6	9,17
	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	17,21	5,72

Fuente: Este estudio

**Estructura de las CVP.** El estrato tres mostró el mayor promedio en lo que corresponde a longitud de CVP individuales con 296,76 m, el menor promedio fue para el estrato uno con 101,24 m. De otro lado, el promedio para densidad de árboles con dap > 10 cm fue para el estrato uno con 452,85 árboles/km, mientras que si se consideran todos los árboles encontrados (menores y mayores a 10 cm de dap), el estrato tres indicó la mayor densidad con 527,5 árboles/km, siendo el promedio más bajo para el estrato dos con 432 árboles/km. De lo anterior, teniendo en cuenta el total de árboles encontrados, se observa mayor diferencia en la densidad por km de CVP en el estrato tres, debido al establecimiento de CVP nuevas por parte de los productores. En lo correspondiente a altura, dap y diámetro de copa, el estrato dos presentó los mayores promedios con valores de 9,16 m, 23,34 cm y 18,65 m, respectivamente (Tabla 6).

**Tabla 6. Características estructurales de CVP en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
Largo promedio de CVP individuales (m)	101,24	142,36	296,76
Densidad promedio de árboles con dap > a 10 cm por Km. de CVP.	452,85	398,89	411,25
Densidad promedio de todos los árboles (árboles/ Km. de CVP).	473	432	527,5
Altura promedio de árboles en CVP (m)	6,06	9,16	6,17
Diámetro promedio de árboles con dap > a 10 cm en CVP (cm)	14,64	23,34	13,75
Diámetro promedio de copa de árboles en CVP (m)	16,58	18,65	15,20

Fuente: Este estudio

En relación a lo expresado, podemos inferir que la mayor altura y dap en el estrato dos está relacionado a las características morfológicas de especies como el ciprés (*Cupressus lusitánica*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) las cuales mostraron representatividad dentro del estrato.

Las diferencias encontradas en alturas, dap y diámetro de copa están relacionadas a la densidad de siembra comprobándose con lo afirmado por Harvey *et al*, (2003) donde sostiene que la distancia de siembra crea cercas vivas con diversos tamaños, formas.

**Abundancia de árboles dispersos (AD).** Se inventariaron un total de 10 arreglos de AD en 6 fincas, encontrándose un total de 81 árboles en un área de 72 has. El estrato tres mostró el mayor número de arreglos de AD (6 arreglos de AD), la mayor cantidad de árboles (70 árboles) y la mayor área (58 has) con respecto a los demás estratos, debido a que presenta una mayor área, y por ende mas posibilidad para los ganaderos de establecer este tipo de sistemas silvopastoriles (Tabla 7). En relación a lo anterior, y teniendo en cuenta la versión de los productores, la presencia de árboles dispersos en los potreros se debe a la regeneración natural, producto de las zonas boscosas que antiguamente cubrían el área y que por la intervención humana mediante la expansión de los terrenos para la implementación de actividades de tipo agrícola y pecuario, han sufrido un gran deterioro provocando la poca o nula presencia de especies arbóreas en los potreros.

Se observó la presencia del arreglo de AD en el 20% del total de las fincas evaluadas en cada uno los tres estratos; encontrándose, el mayor número de arreglos de AD por finca en el estrato tres con 2,5 arreglos, mientras que los estratos uno y dos presentaron un promedio de 1 arreglo de AD por finca; indicándonos un porcentaje muy bajo comparado con fincas ganaderas de América Central que reportan valores de un 88 hasta 100% de las fincas con árboles dispersos en los potreros (Harvey y Haver 1999). El área promedio de los arreglos de AD por finca también fue variable, teniéndose la mayor en el estrato tres (9,6 ha), donde se ubican las fincas más grandes, en contraste, el estrato uno tuvo el promedio más bajo con 1,75 ha (Tabla 7).

**Tabla 7. Abundancia y distribución de AD en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
Numero de arreglos de AD	2	2	6
Total de árboles dentro del arreglo de AD	6	5	70
Área total de los arreglos de AD	3,5	10,5	58
Porcentaje de fincas con el arreglo de AD	20	20	20
Promedio de arreglos de AD por finca	1	1	2,5
Área promedio de los arreglo de AD	1,75	5,25	9,6

Fuente: Este estudio

**Composición de especies arbóreas en AD.** Se encontraron un total de 11 especies arbóreas en los tres estratos, pertenecientes a 9 familias. El estrato tres mostró el mayor promedio de especies arbóreas por arreglo de AD con 4,67 especies, el más bajo fue para el estrato dos con tan solo 1 especie; así mismo el promedio de especies a nivel de finca, fue para el estrato tres quien presentó el mayor promedio (8,5 especies), siendo el más bajo para el estrato dos (1 especie). A nivel de estratos, se observó un mayor número de especies arbóreas en el estrato tres con 12 especies, seguido del estrato uno (4 especies), y el estrato dos indicó el menor número con 2 especies como se observa en la Tabla 8.

Con respecto al índice de Shannon, el estrato dos mostró el valor más alto (0,67), con respecto a los demás estratos, y donde el estrato tres presenta el valor más bajo con 0,12, demostrando una menor diversidad. Además comparando los datos con la clasificación de índices de diversidad (Tabla 4), establecidos por Rangel y Lozano (1986), se puede afirmar que los índices de diversidad se encuentran dentro de una clasificación muy mala a nivel general para los tres estratos en el municipio de Pupiales.

Así mismo, la distribución de la abundancia (equitatividad) de las especies fue uniforme en los tres estratos, por lo que los valores se acercan a 1.

Las especies más representativas en cada uno de los estratos son las siguientes: en el estrato uno se encontraron 4 especies de las cuales sobresale el arrayan (*Mirtus* sp) representando un 33,33%, seguido del encino (*Weinmannia pubescens*) con un 33,33%; en el estrato dos

se encontró 2 especies, pandala (*Clethra sp.*) con un 60% y acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) quien representa un 40% y las especies más representativas en el estrato tres son mote (*Tournefortia fuliginosa*) con un 22,86%, y encino (*Weinmannia pubescens*) con 15,71%.

**Tabla 8. Composición de especies arbóreas en AD en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
No promedio de especies por arreglo de AD	2	1	4,67
No promedio de especies por finca	2	1	8,5
No total de especies encontradas en el arreglo de AD	4	2	12
Índice de Shannon	0,13	0,67	0,12
Equitatividad	0,96	0,97	0,87
	<i>Mirtus sp</i> (33,33%)	<i>Clethra sp.</i> (60%)	<i>Tournefortia fuliginosa</i> (22,86%)
	<i>Weinmannia pubescens</i> (33,33%)	<i>Acacia melanoxylon</i> (40%)	<i>Weinmannia pubescens</i> (15,71%)
Cinco especies de árboles más comunes presentes en arreglos árboles dispersos (% de todos los árboles inventariados.)	<i>Oreopanax oerstedianus</i> (16,67%)		<i>Morella pubescens</i> (12,86%)
	<i>Tournefortia fuliginosa</i> (16,67%)		<i>Gunnera pilosa</i> (11,43%)
			<i>Clethra sp.</i> 2,20%

Fuente: Este estudio

**Índice de Valor de Importancia para el arreglo de AD.** Las especies arbóreas de mayor peso ecológico representadas en porcentaje fueron; en el estrato uno arrayan (*Mirtus sp*)

32,37%. Para el estrato dos el IVI se dividió entre las dos únicas especies presentes en el estrato, donde el pandala (*Clethra sp*) mostró el mayor peso ecológico con un 68,42%, entre tanto, la acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) presentó un IVI de 31,58%; en el estrato tres las especies que mostraron el mayor peso ecológico son mote (*Tournefortia fuliginosa*) 26,91%. A nivel de población, las especies de mayor peso ecológico son mote (*Tournefortia fuliginosa*) 21,04%, pandala (*Clethra sp*) 17,97% (Tabla 9).

**Tabla 9. Índice de valor de importancia de las especies arbóreas en los arreglos de AD en el municipio de Pupiales, Nariño.**

Estrato	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	IVI	IVI en %
I	Arrayan	<i>Mirtus sp</i>	Myrtaceae	97,12	32,37
	Encino	<i>Weinmannia pubescens</i>	Cunoniaceae	80,45	26,82
	Cacho de venado	<i>Oreopanax oerstedianus marchal</i>	Araliaceae	69,63	23,21
	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	52,81	17,60
II	Pandala	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	205,25	68,42
	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	94,75	31,58
III	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	73,94	26,91
	Arrayan	<i>Mirtus sp</i>	Myrtaceae	44,49	16,19
	Pumamaque	<i>Oreopanax discolor</i>	Araliaceae	38,01	13,84
	Cucharo	<i>Geisantus andinus</i>	Myrsinaceae	26,08	9,49
	Pandala	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	25,11	9,14
	Cedrillo	<i>Brunnelia bulata</i>	Cunoniaceae	24,64	8,97
	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	Miricaceae	24,21	8,81
	Chaquilulo	<i>Macleania rupestres H.B.K</i>	Ericaceae	18,04	6,57
General	Mote	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	58,933	21,04
	Pandala	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	50,314	17,97
	Arrayan	<i>Mirtus sp</i>	Myrtaceae	43,298	15,46
	Cedrillo	<i>Brunnelia bullata</i>	Cunoniaceae	22,304	7,96
	Cucharo	<i>Geisantus andinus</i>	Myrsinaceae	20,514	7,33
	Pumamaque	<i>Oreopanax discolor</i>	Araliaceae	19,82	7,08
	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	Miricaceae	18,256	6,52
	Cacho de venado	<i>Oreopanax oerstedianus marchal</i>	Araliaceae	16,225	5,79
	Chaquilulo	<i>Macleania rupestres H.B.K</i>	Ericaceae	15,331	5,47
	Encino	<i>Weinmannia pubescens.</i>	Cunoniaceae	15,052	5,37

Fuente: Este estudio

De lo anterior, se observa que las especies de mayor peso ecológico en la zona son mote, arrayan y pandala, y según la opinión de los productores, su representatividad se debe a la variedad de beneficios que éstas ofrecen, como sombra para el ganado, leña, medicina y aporte de hojarasca.

**Estructura de los arreglos de AD.** El mayor promedio de área del arreglo de AD fue para el estrato tres con 9,67 has, seguido del estrato dos (5,25 has). Estos resultados se deben a que el estrato tres muestra mayor área, por lo que se cuenta con más espacio para el establecimiento de los arreglos de AD. La mayor densidad promedio de árboles por hectárea en el arreglo de AD se presentó en el estrato tres con 2,27 árboles/ha, en contraste, el menor promedio fue para el estrato dos con 0,45 árboles/hectárea. Con respecto a las variables altura y diámetro, los promedios más altos fueron para el estrato uno, con valores de 10,47 m y 34,82 cm, respectivamente, en tanto que, los promedios más bajos fueron para el estrato tres con valores de 7,46 m y 25,74 cm respectivamente. En cuanto a diámetro de copa de árboles, el mejor promedio fue para el estrato dos con 29,20 m, mientras que el estrato tres indicó el más bajo (18,12 m) Tabla 10.

**Tabla 10. Características estructurales de AD en los tres estratos evaluados en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

Variable	Estratos		
	I	II	III
Área promedio de arreglos de AD (ha)	1,75	5,25	9,67
Densidad promedio de árboles en arreglos de AD (árboles/ ha)	1,84	0,47	2,27
Altura promedio de árboles en arreglos de AD (m)	10,47	9,09	7,46
Diámetro promedio de árboles en arreglos de AD (cm)	34,82	34,06	25,74
Diámetro promedio de copa de árboles en arreglos de AD(m)	24,68	29,20	18,12

Fuente: Este estudio

En relación a lo anterior, la densidad de árboles por hectárea encontrada en el presente estudio es relativamente baja si se tiene en cuenta la obtenida por Harvey *et al*, (2002) en

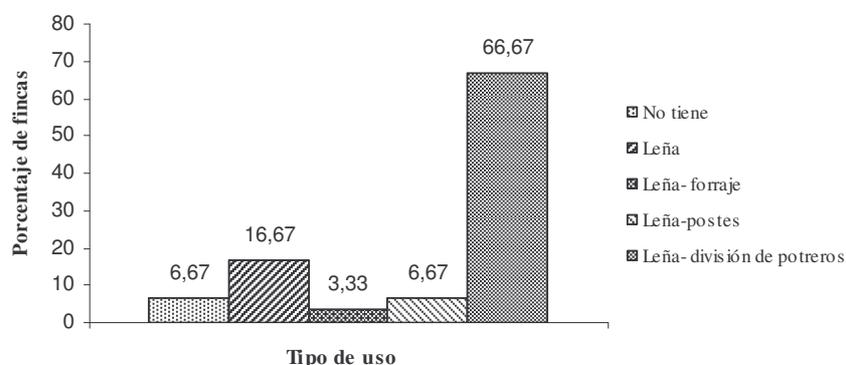
Costa Rica, donde encontraron una densidad promedio de 25 árboles/ha de potrero; infiriendo que esto se puede deber a los daños y mortalidad de plántulas causada por el ganado en pastoreo y a la regulación por los ganaderos mediante actividades de limpieza de los potreros (Camargo, 2000).

### Uso y manejo de cercas vivas plantadas y árboles dispersos.

#### Cercas vivas plantadas

En cuanto al uso de las cercas vivas plantadas, el 66,67% de los entrevistados las utilizan para leña y división de potreros, el 16% para leña, el 6,67% para leña y forraje, mientras que 6,67% no posee cercas vivas (Figura1). ).

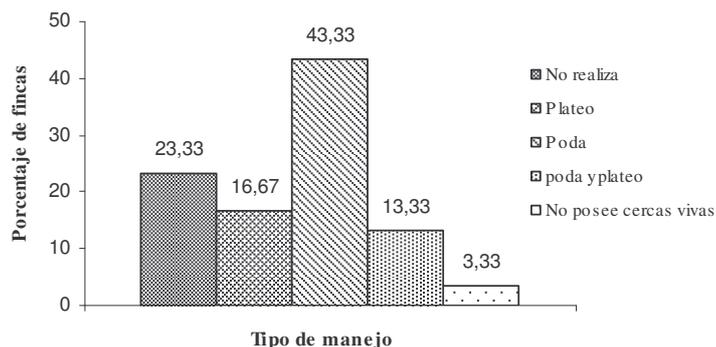
Entre los productos se destaca la leña, que se considera uno de los más importantes para los productores de la zona, esto concuerda con lo planteado por Brewbaker (1987) que afirma que la cerca viva es una buena opción de abastecimiento de leña en lugares de alta demanda para consumo familiar y en algunas ocasiones para el suministro en mercados locales.



**Figura 1. Uso de CVP en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

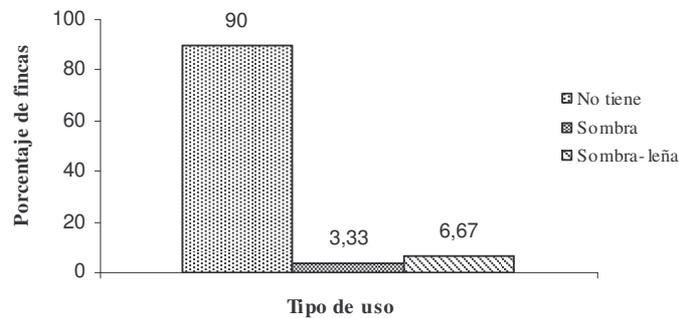
Dentro de las actividades tendientes al manejo de las CVP se encontró que el 43,33% de la población encuestada realiza poda, el 16,67% efectúa el plateo, el 13,33% ejecutan ambas actividades, entre tanto, el 23,33% no realiza ningún labor de manejo y el 3,33% no posee CVP en sus fincas (Figura 2). En relación a lo expresado, es necesario cuidar la cerca viva como cualquier otro cultivo de la finca, por ello, Carlson y Añazco (1990), plantean que las

labores de manejo (poda, fertilización, aclareo, control fitosanitario) deben realizarse de manera adecuada y oportuna, ya que actúan como acciones que tonifican el buen desarrollo de los árboles, arbustos de la cerca viva.



**Figura 2. Labores de manejo en CVP en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009**

Con respecto al uso de árboles dispersos en potreros, se observa que el 6,67% de los productores los utilizan para sombra y leña, el 3,33% para sombra y el 90% restante no tienen este tipo arreglo silvopastoril en sus fincas. Sin embargo, ninguna persona de la población encuestada ejecuta labores de manejo para este arreglo, (Figura 3). De lo anterior, se puede decir que a raíz del escaso conocimiento por parte de los productores de las bondades que ofrecen los árboles en los sistemas productivos, se observa la poca presencia de este tipo de sistemas en la población encuestada; descartando los productos y servicios que benefician tanto al productor como al medio circundante. Como lo afirma, Murgueitio e Ibrahim (2000) que los ganaderos obtienen de los árboles productos como postes, madera, varas delgadas, leña; el ganado consume frutos y follajes; el suelo atenúa el impacto del pisoteo, reduce la erosión y la fauna silvestre encuentra nuevas oportunidades para su multiplicación.



**Figura 3. Uso de AD en potreros, en el municipio de Pupiales, Nariño. 2009.**

### **Comparación del aporte de materia orgánica de la CVP y la influencia en el porcentaje de humedad de los pastos.**

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la CVP y los potreros sin cobertura arbórea, en el aporte de materia orgánica y porcentaje de humedad de los pastos.

Lo anterior indica que el aporte de materia orgánica y humedad de los pastos de las especies arbóreas presentes en las CVP es bajo, debido a diversas razones, entre las que se puede mencionar la poda, lo cual ocasiona una disminución del diámetro de copa y por ende mayor radiación solar y menos aporte de hojarasca, ya que los residuos (ramas y hojas) se utilizan como fuente dendroenergética; además, especies como el aliso que por su arquitectura (copa estrecha) permiten mayor paso de rayos solares, ya que el área de cubrimiento es menor en comparación con especies como la acacia o el mote. Así mismo, el aporte de estiércol por parte del ganado provoca aumento de materia orgánica, disminuyendo la diferencia entre el área de las CVP y el área de potrero sin cobertura.

## CONCLUSIONES

Los productores del municipio prefieren el establecimiento de cercas vivas ya que al incluir los árboles dentro de los potreros, disminuirán el espacio debido a la producción intensiva que se maneja.

En el municipio, se encontraron 76 CVP en los tres estratos, con 6184 árboles, de y cubren una longitud total de 6936 m. El estrato tres mostró el mayor número de CVP, mayor cantidad de árboles y mayor longitud con respecto a los demás estratos. Así mismo, indico la mayor diversidad de especies arbóreas a nivel de CVP individual, finca y estrato en la composición de las CVP.

Las especies arbóreas de mayor peso ecológico en CVP fueron; acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), ciprés (*Cupressus lusitánica*), acacia amarilla (*Acacia decurrens*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Mostrando una preferencia por la acacia japonesa, que de acuerdo a la perspectiva de los productores, esta especie ofrece como: leña, postes; además mantiene la producción de los pastos; ya que no afecta el normal desarrollo de estos.

Se encontraron 10 arreglos de AD en los tres estratos, con un total de 81 árboles en un área de 72 has. El estrato tres mostró el mayor número de arreglos de AD, mayor cantidad de árboles y mayor área con respecto a los demás estratos. De igual forma, presentó la mayor diversidad en todas las escalas.

Se determino que las especies arbóreas de mayor peso ecológico en el arreglo de AD son mote (*Tournefortia fuliginosa*), pandala (*Clethra sp*), arrayan (*Mirtus sp*) y cedrillo (*Brunnelia bulata*). Esta representatividad de especies se debe a la variedad de beneficios que estas ofrecen como: Sombra para el ganado, leña, medicina y aporte de hojarasca de acuerdo a la opinión de los agricultores.

## BIBLIOGRAFIA

BREWBAKER, J. 1987. Significant nitrogen fixing trees in agroforestry systems. En: GHOLZ, H. L. Agroforestry: realities, possibilities and potentials. Canada: Kluwer Academic publishers, P.31-45

CAJAS, J.; SINCALIR, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral system on seasonally dry pastures in the Caribbean region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.

CAMARGO, J.; IBRAHIM, M.; SOMARRIBA, E.; FINEGAN, B.; CURRENT, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en arreglos silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):46.

GIRALDO, A. 1998. Potencial de *Acacia decurrens*. Evaluación bajo sistemas silvopastoriles en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. (on line). Colombia. Fecha de Consulta: Diciembre de 2008. <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0k.htm>.

GIRALDO, L.; BOLÍVAR, D. 2002. Evaluación de un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en clima frío de Colombia. (on line). Colombia. Fecha de Consulta: Marzo de 2009. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/GiraldoA.htm>,

HARVEY, C.; HABER, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 8944:37-68.

HARVEY, C.; HABER, W.; SOLANO, R.; y MEJÍAS, F. 2002. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación. (on line). Colombia. Fecha de Consulta: Marzo de 2009. <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6334S/X6334S01>.

HARVEY, C.; HABER, W.; MEJÍAS, F.; SOLANO, R. 1998. Remnant trees in Costa Rican pastures. Tools for conservation? *Agroforestry Trees* July-Sept. 1998, 7-9. Hernández C Jorge y Sánchez H 1994 Sabanas de Colombia. En: Sabanas naturales de Colombia. Banco de Occidente. Cali, Colombia. Pp 57-163.

HARVEY, C.; VILLANUEVA, C.; VILLACIS, J.; CHACÓN, M.; MUÑOZ, D.; LÓPEZ, M.; IBRAHIM, M.; GOMEZ, R.; TAYLOR, R.; MARTÍNEZ, J.; NAVAS, A.; SÁENZ, J.; SÁNCHEZ, D.; MEDINA, A.; VILCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, B.; PÉREZ, A.; RUIZ, F.; LÓPEZ, F.; LANG, I.; KUNTH, S.; SINCLAIR, F. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 N° 39-40. p 30-39.

RANGEL, O.; LOZANO, A. Métodos de estudio de la vegetación. En: RANGEL, Orlando *et al.* (eds): Colombia Diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia, 1997. pp.59-87.

MATTEUCCI, D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la OEA. Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C Monografía científica N° 22: capítulo 3: 33- 54; capítulo 6: 83- 125.

MURGUEITIO, E.; IBRAHIM, M. 2000. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. (on line). Colombia. Fecha de Consulta: Marzo de 2009. <http://www.lrrd.org/lrrd13/3/murg133.htm>

NAVIA, J.; RESTREPO, J.; VILLADA, D.; OJEDA, P. 2003. Agroforestería: opción tecnológica para el manejo de suelos en zonas de ladera. Manual de Capacitación. PRONATTA-FIDAR. Cali, Colombia. 80 p.

PLA, L. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. 2006. (online). Colombia. Fecha de Consulta: Marzo de 2009. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006000800008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006000800008&script=sci_arttext).

POT. Plan de ordenamiento territorial municipio de Pupiales. 2005.

STOKES, L. 2001. Farmers knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Bangor, UK, University of Wales. 78 p.