

**EVALUACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONTENIDO DE MATERIA  
ORGÁNICA EN DIFERENTES USOS DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE SAMANIEGO  
– DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EDITH LORENA BENAVIDES BENAVIDES  
LIDIA NORBERTA MORALES PANTOJA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2011**

**EVALUACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONTENIDO DE MATERIA  
ORGÁNICA EN DIFERENTES USOS DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE SAMANIEGO  
– DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EDITH LORENA BENAVIDES BENAVIDES  
LIDIA NORBERTA MORALES PANTOJA**

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

**Asesor:  
Ing. Jorge Fernando Navia**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2011**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1<sup>ro</sup> del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente de tesis

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

San Juan Pasto, Noviembre de 2011

**EVALUACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONTENIDO DE  
MATERIA ORGÁNICA EN DIFERENTES USOS DEL SUELO EN EL  
MUNICIPIO DE SAMANIEGO – DEPARTAMENTO DE NARIÑO<sup>1</sup>**

**PHYSICAL EVALUATION OF SOME PROPERTIES AND ORGANIC MATTER  
CONTENT IN DIFFERENTS SOIL USES IN SAMANIEGO MUNICIPALITY-  
DEPARTMENT OF NARIÑO**

Edith L. Benavides B.<sup>2</sup>

Lidia N. Morales P.<sup>3</sup>

Jorge F. Navia E.<sup>4</sup>

**RESUMEN**

El estudio se realizó en Municipio de Samaniego vereda de Chuguldi, en un suelo Andisol clasificado como *Vitric Haplustand*, a 1° 20' 15" Latitud Norte y 77° 35' 28" Longitud Oeste, con una altura de 2.340 m.s.n.m, una temperatura de 17°C, y una precipitación de 1.268 mm/año, en donde se evaluaron algunas propiedades físicas y contenido de materia orgánica en diferentes usos del suelo. Se utilizó un diseño bloques completos al azar en un arreglo factorial 3x2; donde el Factor A: Corresponde a usos (pradera, arboles dispersos en potreros y bosque) – tratamientos y el Factor B: Corresponde a profundidades (0-15; 15-30), con 3 repeticiones para un total de 18 unidades experimentales, con los siguientes tratamientos; T<sub>1</sub>: Pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Grama Dulce (*Paspalum distichu*); T<sub>2</sub>: Árboles dispersos en potreros, de Quillotocto (*Tecoma stans*), Arrayan (*Myrcianthes leucoxylay*), y Pichuelo (*Senna pistacifolia*); T<sub>3</sub>: Bosque con árboles de

---

<sup>1</sup> Artículo presentado como trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal.

<sup>2</sup> Estudiante de Ing Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 2011; E-Mail: lore\_12b@hotmail.es

<sup>3</sup> Estudiante de Ing Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 2011; E-Mail: lidynmp@hotmail.com

<sup>4</sup> Ph.D. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 2011; E-Mail: jornavia@udenar.edu.co.

Encino (*Weimania tomentosa*), Campanillo (*Delastoma integrifolium*)), y Cucharero (*Myrsine guianensis*).

El análisis de varianza mostró que existen diferencias altamente significativas para usos, en las variables de materia orgánica, densidad aparente, densidad real, porosidad total, distribución del tamaño de agregados del suelo en seco, medición de agregados estables en agua y conductividad hidráulica, y diferencias significativas para profundidad, en las variables de materia orgánica y densidad aparente; mientras que en la interacción no presenta diferencias significativas en ninguna de las variables.

### **ABSTRACT**

The study was conducted in the municipality of Samaniego sidewalk Chuguldi in a Andisoil classified as vitric Haplustand with coordinates geographic 1 ° 20'15 "north latitude and 77 ° 35' 28" West, with a height of 2,340 meters, a temperature of 17 ° C and a monthly rainfall of 1,268 mm / year. Where were evaluated some physical properties and organic matter content of different land uses. We used a randomized complete block design in a 3x2 factorial arrangement, where Factor A: These are uses (grassland, scattered trees in paddocks and Forest) - treatments and Factor B: Corresponds to depths (0-15, 15-30 ), with 3 repetitions for a total of 18 experimental units, with the following treatments, T1: Prairie Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) and Sweet Grass (*Paspalum distichu*) T2: scattered trees in pastures, of Quillotocto (*Tecoma stans*), array (*Myrcianthes leucoxyly*) and Pichuelo (*Senna pistacifolia*) T3: Forest with oak trees (*Weimania tomentosa*), Bell (*Delastoma integrifolium*)) and Scoop (*Myrsine guianensis*).

The variance analysis indicates that there are highly significant differences for applications in organic matter variables, bulk density, true density, total porosity, aggregate stability in dry and wet and significant differences with respect to applications in hydraulic conductivity, and differences significant depth, organic matter variables and bulk density, whereas the interaction did not differ significantly in any of the variables.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia los sistemas de producción agropecuaria, se basan principalmente en la explotación de los recursos naturales, a través de la implementación de monocultivos de ganadería intensiva ocasionando un sobreuso del suelo y abandono de la tierra. Al respecto, CORPONARIÑO (2002), afirma que el departamento de Nariño cuenta con una superficie de 3`326.800 ha aproximadamente, de las cuales, el 24.2% está dedicada a la agricultura y ganadería concentrada en la zona andina; que se ha caracterizado por la utilización de malas prácticas de manejo, lo que ha propiciado la pérdida de la capa arable así como impactos negativos en las propiedades físicas del suelo, disminuyendo considerablemente la calidad de los mismos Semarnat (2000).

Ante tal circunstancia, una de las alternativas para el manejo de estos problemas es la implementación de los sistemas de producción agroforestal que se constituyen en una alternativa para disminuir la deforestación y los procesos de degradación, gracias al aporte de materia orgánica provenientes de las especies que conforman estos sistemas, al igual que los aportes de los excrementos por parte de los animales, que influyen en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Camero, 1996).

Cardona y Sadeghian (2005), estudiando las propiedades físicas y químicas de suelos, en ocho localidades de la zona cafetera, encontraron que el contenido de materia orgánica fue superior en suelos de cafetales que contaban con la presencia de árboles de sombrero, en relación al manejo de monocultivo de café; en este caso el establecimiento de los árboles, mejoró las condiciones del terreno y propicio un ambiente mas favorable.

Además Pinzón y Amezquita (1991), evaluaron los cambios de las propiedades del suelo, como resultado de la compactación por el pisoteo de animales en pasturas del Piedemonte de Caquetá (Colombia), los datos mostraron que los animales en pastoreo modifican substancialmente las propiedades físicas de estos suelos, causando grado de compactación mayor en los primeros 15 cm, ocasionando una severa disminución en la porosidad, que afecta al desarrollo de las raíces de las plantas y su productividad.

De acuerdo a lo anterior la presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar algunas propiedades físicas del suelo y contenido de materia orgánica en diferentes usos de suelo, en el Municipio de Samaniego, Departamento de Nariño.

## **METODOLOGIA**

El estudio se realizó en la vereda de Chuguldi, Municipio de Samaniego en un suelo Andisol, clasificado como *Vitric Haplustand*, a 1° 20'15" Latitud Norte y 77° 35'28" Longitud Oeste, con una altura de 2.340 m.s.n.m con una Temperatura de 17°C y una Precipitación de 1.268 mm/año.

Se utilizó un Diseño Bloques Completos al Azar en un arreglo Factorial 3x2; donde el factor A: Corresponde a usos (pradera, árboles dispersos en potreros y bosque) y el factor B: Corresponde a profundidades (0-15; 15-30), con 3 repeticiones para un total de 18 unidades experimentales.

### **Descripción de los Tratamientos:**

Tratamiento 1: Pradera (0-15cm) y (15-30cm)

Tratamiento 2: Arboles dispersos en potreros (0-15cm) y (15-30cm)

Tratamiento 3: Bosque (0-15cm) y (15-30cm)

Para cada uso del suelo se tomaron 18 muestras, correspondientes a 3 puntos de muestreo, a dos profundidades (0-15 - 15-30) por tres repeticiones, para un total de 54 muestras para los tres usos evaluados, con las cuales se determinaron las variables evaluadas.

Estas determinaciones se realizaron con base a la presenté metodología (Tabla, 1).



Tabla 1. Metodología utilizada para la evaluación de algunas variables físicas y contenido de materia orgánica, evaluadas en los 3 usos del Suelo, en el Municipio de Samaniego 2010-2011

<b>VARIABLE</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>Materia orgánica</b>	Determinación colorimétrica	Unigarro y Carreño (2005)
<b>Densidad aparente</b>	Cilindro de vol. conocido	IGAC (1990)
<b>Densidad real</b>	Picnómetro	Unigarro y Carreño (2005)
<b>Porosidad</b>	$(1-Da/Dr)*100$	IGAC (1990)
<b>Distribución de agregados del suelo en seco</b>	Kemper y Rosenau	(1965)
<b>Medición de agregados estables en agua</b>	Yoder	(1936)
<b>Conductividad hidráulica</b>		DARCY (1856)

El análisis e interpretación de los datos de las variables evaluadas se realizó un análisis (ANDEVA), descomponiendo las fuentes de variación en efectos simples, usos y profundidades y en efectos dobles de usos\*profundidades, en el programa estadístico SAS; y luego se realizó la prueba de Tukey para la variables que presentaron diferencias significativas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 2, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para usos, en las variables de materia orgánica, densidad aparente, densidad real, porosidad total, distribución de agregados del suelo en seco, medición de agregados estables en agua y conductividad hidráulica, y diferencias significativas para profundidad en las variables de materia orgánica y densidad aparente; mientras que en la interacción no presenta diferencias significativas en ninguna de las variables.

En la Tabla 2, Análisis de varianza de algunas variables físicas y contenido de materia orgánica, evaluadas en tres usos del Suelo, en el municipio de Samaniego 2010-2011.

CUADRADO MEDIO								
F. Variación	GL	M.O (%)	Da. (gr/cm <sup>3</sup> )	Dr. (gr/cm <sup>3</sup> )	Pt. (%)	Distribución de Agregados Seco (DMP)	Medición de agregados estables en agua (DMP)	Conduct. Hidráulica (cm/h)
<b>Modelo</b>	7	28,58 <sup>ns</sup>	0,02**	0,0860**	61,2936**	342,1422**	576,0317**	354,0293*
<b>Bloques</b>	2	0,73 <sup>ns</sup>	0,01**	0,0729 <sup>ns</sup>	2,7222 <sup>ns</sup>	28,1225 <sup>ns</sup>	15,0065 <sup>ns</sup>	1,4672 <sup>ns</sup>
<b>Usos</b>	2	59,69**	0,05**	0,1040**	210,7222**	0,0116**	0,0773**	0,0069*
<b>Profundidad</b>	1	69,74*	0,01**	0,0151 <sup>ns</sup>	1,3888 <sup>ns</sup>	1238,002 <sup>ns</sup>	78,0253 <sup>ns</sup>	65,0908 <sup>ns</sup>
<b>Usos*Profundidad</b>	2	4,73 <sup>ns</sup>	1,204 <sup>ns</sup>	0,0174 <sup>ns</sup>	0,3888 <sup>ns</sup>	2,0189 <sup>ns</sup>	0,0939 <sup>ns</sup>	1,1622 <sup>ns</sup>
<b>Error</b>	10	5,66	5,504	0,0412	1,9222	0,0724	0,0193	11.327

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

ns: No significativo

**Materia orgánica:** La prueba de comparación de medias para usos indica que los mejores tratamientos son el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con valores de (13,73%) (13,34%), mientras el más bajo fue el T<sub>1</sub> (8,09%), (tabla 3).

Tabla 3: Comparación de medidas de Tukey con respecto a usos en tres tratamientos del Suelo, en el Municipio de Samaniego 2010-2011.

TRATAMIENTOS	Materia orgánica (%)	Da. (gr/cm <sup>3</sup> )	Dr. (gr/cm <sup>3</sup> )	Pt (%)	Distribución de Agregados en Seco (DMP)	Medición de Agregados estables en agua(DMP)	Conduct. Hidráulica (cm/h)
PRADERA (T <sub>1</sub> )	8,09b	1,10a	2,44b	54b	1,42c	1,34b	1,11b
ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS (T <sub>2</sub> )	13,73a	0,97b	2,32a	60a	3,16a	3,00a	3,26a
BOSQUE (T <sub>3</sub> )	13,34a	0,92c	2,30a	59a	2,83b	3,04a	2,51a

Se asume que estos comportamientos se deban posiblemente al aporte de materia orgánica de las asociaciones de pasto kikuyo (*pennisetum clandestinum*) más árboles de Quillotocto (*Tecoma stans*), Arrayan (*Myrcianthes leucoxylyay*), Pichuelo (*Senna spistacifolia*), Encino (*Weimania tomentosa*), Campanillo (*Delastoma integrifolium*) y Cucharero (*Myrsine guianensis*); implicando un mayor reciclaje de nutrientes, incrementando la fertilidad del suelo, mejorando su estructura y obteniendo una buena aireación, permeabilidad y retención de agua (SCCS 1998).

La prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 4), para profundidad indica que los mayores contenidos de materia orgánica se presentaron de 0-15cm con un valor de (13,69%), mientras el más bajo se presentó de 15-30 con (9,75%), debido a que la actividad biológica de los microorganismos (hongos y bacterias) en la capa superficial del suelo, permiten aumentar la materia orgánica ya que estos segregan pegantes que amarran el suelo, mejorando su porosidad, la infiltración, generando una buena estructura, con lo cual mejora las labores de labranza, aireación y la retención de humedad (García 1990).

Tabla 4: Comparación de medidas de Tukey con respecto a profundidad en los tres usos del Suelo, en el Municipio de Samaniego 2010-2011.

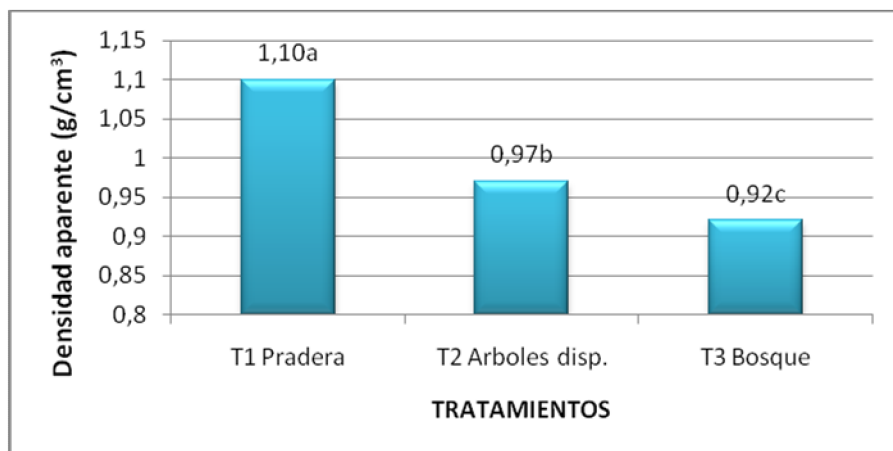
PROFUNDIDAD	MATERIA ORGANICA (%)	DENSIDAD APARENTE g/cm <sup>3</sup>
0-15	13,69%a	1,02g/cm <sup>3</sup> a
15-30	9,65%b	0,97b g/cm <sup>3</sup> b

Al respecto el CIPAV (2007), en un estudio realizado en suelos del departamento del Quindío los suelos de guaduales y bosques presentaron un mayor contenido de materia orgánica con un valor de (11.21%); mientras que en ganaderías extensivas y de leche se clasificaron en términos medios, con 7.82 y 8.03% respectivamente.

Al evaluar algunas variables químicas en diferentes sistemas productivos y tiempos de uso en suelos del Altiplano de Nariño, Arteaga (2009), encontró que el sistema barrera multiestrato y sistema Acacia – Aliso incrementaron los contenidos de Materia Orgánica, en comparación con los sistemas monocultivo de papa y pradera.

Según Méndez (2003), demuestran que el impactó de las gotas de lluvia arrastran los nutrientes del suelo y baja la producción de pastos, reduciendo el contenido de materia orgánica lo cual ocasiona una baja fertilidad del mismo.

**Densidad aparente:** La prueba de comparación de medias, con respecto a usos, el T<sub>1</sub> indica valores de (1,10 gr/cm<sup>3</sup>), diferenciándose estadísticamente del T<sub>2</sub> con (0,97g/cm<sup>3</sup>) y el T<sub>3</sub> (0,92g/cm<sup>3</sup>); Según Sánchez (1989), argumenta que posiblemente por ser un monocultivo de gramíneas y estar desprotegido de cobertura arbórea y sometido a una sobrecarga animal, aumenta el grado de compactación al mismo tiempo que incrementa la densidad aparente, disminuyendo la porosidad, siendo mayor en estos suelos que presentan bajo contenido de materia orgánica, (Figura 2).



**Figura 2: Densidad aparente evaluada en tres usos del suelo en el Municipio de Samaniego 2010 – 2011.**

La prueba de comparación de medias de Tukey para profundidad, indica que el mayor valor lo presentó de 0-15 ( $1,02\text{g/cm}^3$ ), mientras que el mas bajo fue de 15-30 ( $0,97\text{g/cm}^3$ ). En relación con la profundidad del suelo, (Alvarado 2001), esta condición puede ser alterada debido al pisoteo de animales, maquinaria agrícola y clima, como el causado por el impacto de las gotas de lluvia, estratos compactados del suelo tienen altas densidades aparentes, que restringen el crecimiento de las raíces e inhiben el movimiento del aire y el agua a través del suelo; causando grado de compactación mayor en los primeros 15 cm, ocasionando una severa disminución en la porosidad, que afecta al desarrollo de las raíces de las plantas y su productividad.

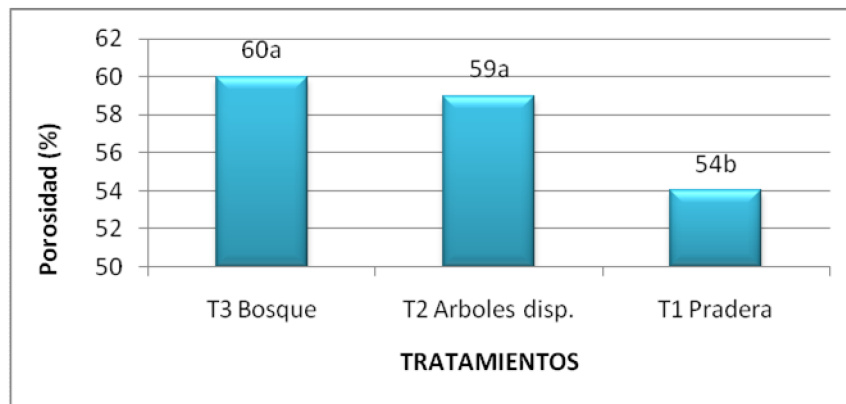
Al respecto Cavazos (1993), y Amézquita, Pinzón (1991), en diferentes estudios realizados; argumentan que el pisoteo excesivo por los animales en pastoreo, el uso de maquinaria pesada, las perturbaciones cuando los suelos están húmedos aumenta la densidad aparente a niveles mayores de ( $1,0\text{ g/cm}^3$ ).

En Colombia, Ramírez, (2002), al estudiar algunas propiedades físicas en suelos de Marinilla (Antioquia), encontró que un suelo de 20 años de barbecho, presentó una densidad aparente de  $0,28\text{ g/cm}^3$ , en cambio, en suelos sometidos a 10 años y 20 años de

labranza, la densidad aparente fue de  $0.65 \text{ g/cm}^3$  y  $1.05 \text{ g/cm}^3$  respectivamente. lo que indica que ésta propiedad depende del manejo antrópico que se le de al recurso suelo.

**Densidad real:** la prueba de comparación de medias presenta diferencias altamente significativas en usos, y no presenta diferencias significativas para profundidad, ni para la interacción.

**Porosidad:** la prueba de comparación de medias indica que el mejor tratamiento con respecto a usos, es el tratamiento T<sub>3</sub> (60%) y el T<sub>2</sub> (59%), diferenciándose estadísticamente del tratamiento T<sub>1</sub> con un valor del (54%). (Figura 3).



**Figura 3: Porosidad evaluada en tres usos del suelo en el municipio de Samaniego 2010 – 2011.**

Posiblemente debido a la alta y diversa población de especies arbóreas y aporte de hojarasca, aumente la cantidad de macroporos promotores del drenaje y aireación. Kaurichev (1984).

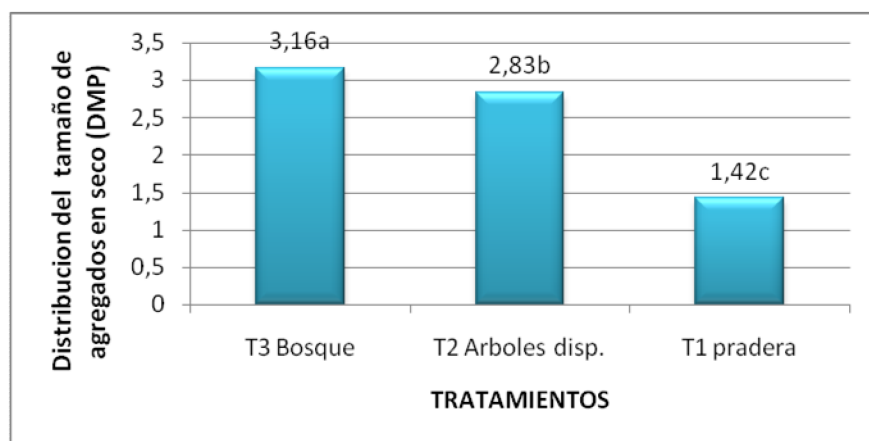
Al respecto Noguera, (2010) al estudiar algunas propiedades físicas en diferentes usos, en el municipio de Tambo Nariño, encontraron que la porosidad mas alta fue en el T<sub>2</sub> del sistema bosque con un valor de 79,33%, mientras que el T<sub>1</sub> (*Pennisetum clandestinum*), presento un valor de 49,00%, fue el mas bajo. El anterior comportamiento obedece a que el

bosque debido a su cobertura, presenta mayor capa de materia orgánica ejerciendo un efecto en la porosidad del suelo.

Suarez et al., (1986), afirma que en los horizontes orgánicos, la porosidad total se encuentra entre el 44% y 66%, siendo media a alta y resulta mejor en los suelos altos en contenido de materia orgánica que a su vez determinan menor densidad real y densidad aparente.

Mientras que Forsythe (1975), manifiesta que los suelos derivados de cenizas volcánicas tienen valores de porosidad total entre 70% y 80%. Los valores bajos pueden estar relacionados con el deterioro producido por la exagerada preparación de los suelos y por el contenido bajo de materia orgánica.

**Distribución del tamaño de agregados del suelo en seco (DMP):** la prueba de comparación de medias, con respecto a usos, indica que el mejor tratamiento es el T<sub>3</sub> (3,16), según el IGAC 1990, se encuentra en el rango de 3,0 a 5,0 con un suelo de estructura estable; diferenciándose estadísticamente del T<sub>2</sub> (2,83), en un rango de 1,5-3,0 moderadamente estable y del T<sub>1</sub> (1,42), en un rango de 0,5 a 1,5 ligeramente estable de (DMP) diámetro medio ponderado (Figura 4).



**Figura 5: distribución del tamaño de agregados del suelo en seco evaluada en tres usos del suelo, en el Municipio de Samaniego 2010 – 2011.**

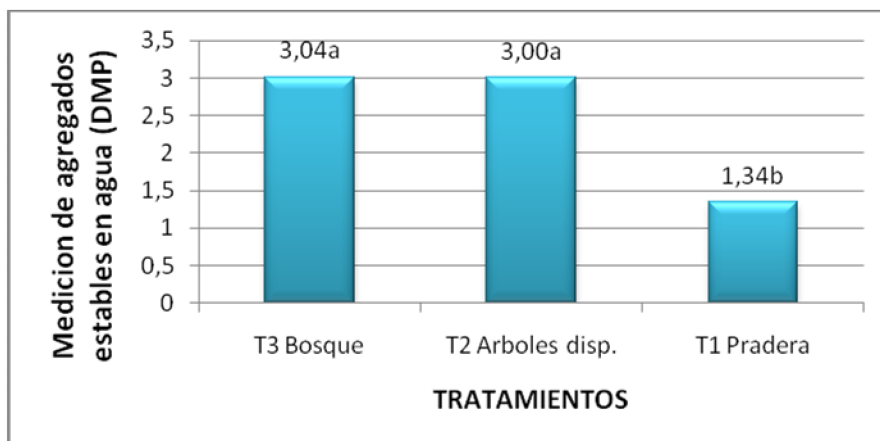
Estos resultados pueden atribuirse al efecto benéfico de los bosques y sistemas silvopastoriles con mayores contenidos de materia orgánica guardando proporción con la estabilidad estructural de los suelos que desarrollaran agregados de mayor tamaño con mejores condiciones de aireación, infiltración, retención de humedad y penetración radical, (Montenegro y Malangón, 1990 ).

Una buena estabilidad de agregados favorece el almacenamiento y la entrada de agua en el perfil. Martínez (2003), determinó que los sistemas de producción con labranza cero presentan mejor estabilidad de agregados que aquellos con labranza convencional, independientemente de los cultivos.

La estabilidad de los agregados y su distribución por tamaño son indicadores de la susceptibilidad del suelo a la degradación estructural (Boix-Fayos *et al.*, 2001). El uso agrícola a mediano y largo plazo altera la estructura, manifestándose en la disminución de la estabilidad (Shepherd *et al.*, 2001) y del diámetro medio ponderado de los agregados (Dexter, 1988). Ambos parámetros también permiten evaluar el efecto particular de algún sistema de labranza sobre la estructura del suelo (Navarro-Bravo *et al.*, 2000).

**Medición de agregados estables en agua (DMP):** La prueba de comparación de medias, con respecto a usos indica que el mejor tratamiento, es el T<sub>3</sub> (3,04) y T<sub>2</sub> (3,00), según la tabla de interpretación propuesta por el IGAC (1990); son suelos de estructura moderadamente estable, diferenciándose estadísticamente del T<sub>1</sub> con un valor de (1,34), correspondiente a ser suelos ligeramente estables, de diámetro medio ponderado (Figura 4).





**Figura 5: Medición de agregados estables en agua (DMP), evaluada en tres usos del suelo en el Municipio de Samaniego 2010 – 2011.**

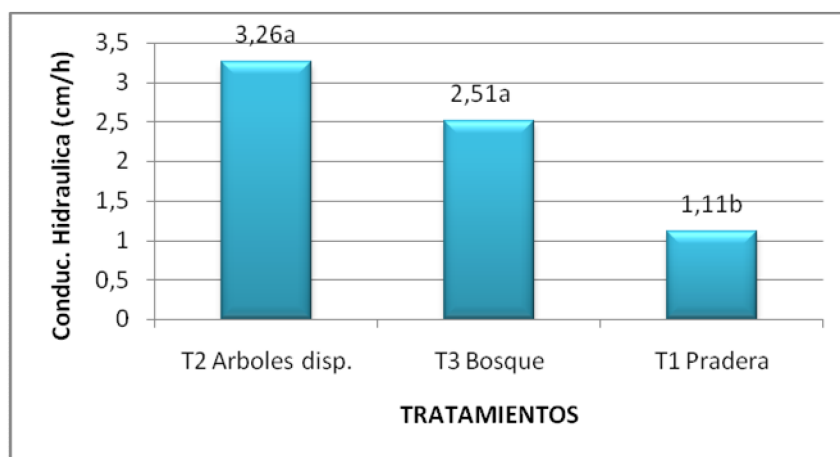
Estos resultados posiblemente debido al efecto benéfico, de la materia orgánica que constituye un fuerte agente de unión entre las partículas minerales del suelo asegurando su estabilidad estructural (Tisdall y Oades 1982).

Al respecto, Aguirre y Ordoñez, (2009). En la investigación dinámica y movimiento del agua en el suelo, en sistemas productivos en el altiplano de Pasto- departamento de Nariño encontraron que el mayor tamaño de agregados en húmedo, se encontró en el T<sub>6</sub> cerca viva multiestrato compuesta de acacia (*Acacia decurrens*), quillotocto (*Tecoma stans*) y mora (*Rubus glaucus*), con un valor de (2,74) y los menores valores se encontraron en T<sub>2</sub> que corresponde a monocultivo de papa (*Solanum tuberosum*) con un valor de (1.86) y el T<sub>4</sub>, de pradera con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con un valor de (1.98) de diámetro medio ponderado, se atribuye que sea debido a las intensivas actividades de laboreo realizadas en este sistema, lo cual genera una desagregación notable del suelo (Quiroga *et al.*, 1996).

La estructura del suelo según Montenegro (1991), tiene influencia en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas, siendo, en determinados casos, un factor limitante en la producción. Una estructura desfavorable puede acarrear problemas en el desarrollo de las plantas, tales como el exceso o deficiencia de agua, la falta de aire, la incidencia de

enfermedades, la baja actividad microbiana, el impedimento para el desarrollo de las raíces, etc; por el contrario, una estructura favorable permitirá que los factores de crecimiento actúen eficientemente y se obtengan, en consecuencia, los mayores rendimientos de producción.

**Conductividad hidráulica:** la prueba de comparación de medias para usos, indica que el mejor tratamiento es el T<sub>2</sub> (3,26 cm/h), y el T<sub>3</sub> (2,51cm/h), Según SCCS (1990), se encuentran en un rango de 1,6 – 5,0cm/h de conductividad hidráulica moderada, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T<sub>1</sub> (1,11cm/h), en un rango de 0,5-1,6cm/h de conductividad hidráulica moderadamente lenta (Figura 5).



**Figura 5: Conductividad hidráulica evaluada en tres usos del suelo en el municipio de Samaniego 2010 – 2011.**

Estos resultados pueden estar atribuidos al efecto positivo de la cobertura vegetal en los tratamientos correspondientes al sistema árboles dispersos y bosque del T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, un aporte de materia orgánica, con la cual se logra una mayor filtración del agua, y una mayor humedad (Pinzón 1993).

En Colombia, Ramírez, (2002), al estudiar algunas propiedades físicas en suelos de Marinilla (Antioquia), encontró que en el T<sub>1</sub> en un suelo de 20 años de barbecho, presentó una conductividad hidráulica de 13,58cm/h, seguido del T<sub>2</sub>, de 10 años de barbecho con un

valor de 13,82cm/h. Estos resultados pueden estar atribuidos al efecto benéfico de la cobertura en los tratamientos correspondientes al suelo de 20 años de barbecho (T<sub>1</sub>), y el suelo con 10 años de barbecho (T<sub>2</sub>), representados en aportes de materia orgánica, micro, meso y macro fauna, con lo cual se logra una mayor estabilidad estructural, un aumento en la macro porosidad, y en general las mejores condiciones físicas del suelo para que el agua contenida en los mismos pueda moverse mas ágilmente.

## **CONCLUSIONES**

Los tratamientos que mostraron mejor comportamiento con respecto a algunas propiedades físicas evaluadas en los diferentes usos de suelo fueron el T<sub>2</sub> (arboles dispersos) y el T<sub>3</sub> (bosque), presentando mayor valor en conductividad hidráulica, porosidad, distribución de agregados en seco y medición de agregados estables en agua, mientras que el T<sub>1</sub> (pradera), mostró un disminución en estas propiedades.

El tratamiento que mostró mejor comportamiento con respecto al porcentaje de materia orgánica, en los diferentes usos del suelo fue el T<sub>2</sub> (arboles dispersos en potreros) y el T<sub>3</sub> (bosque), por el contrario el T<sub>1</sub> (pradera), mostró una disminución considerable en esta variable.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jorge Fernando Navia Estrada Ph.D Presidente de Tesis por el invaluable aporte de sus conocimientos, dedicación y apoyo general en el transcurso del proyecto; a Juan Carlos Delgado por su acompañamiento y orientación en la fase de laboratorio; a los Jurados Jorge Alberto Vélez Lozano y José Manuel Campo, por su apoyo y disposición, y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de esta investigación.

## BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, D; ORDOÑEZ, Y. 2009. Evaluación de algunas propiedades físicas en suelos con diferentes usos en sistemas productivos del Altiplano de Pasto, Departamento de Nariño. En el Centro de Investigación CORPOICA Obonuco. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de grado. 23 p.

-----; ORDOÑEZ, Y. 2009. Dinámica y movimiento del agua en suelos con diferentes usos en sistemas productivos del Altiplano del municipio de Pasto departamento de Nariño. En el Centro de Investigación CORPOICA Obonuco. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de grado. 23 p.

AMEZQUITA, E. PINZÓN A, 1991. Compactación de suelos por pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. Pasturas Tropicales. Vol. 13, No. 2. 21 - 26 p.

ALVARADO A., BERTSCH F., BORNEMISZA E., CABALCETA G., FORSITHE W., HENRIQUEZ C., MATA R.A., MOLINA E., SALAS R. 2001. Suelos derivados de cenizas volcánicas (andisoles), de Costa Rica. Asociación costarricense de la ciencia del suelo y centro de investigaciones agronómicas/universidad de Costa Rica. San José, 111.p

AMEZQUITA, E. 2001. Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. En: Fertilidad de suelos. Diagnostico y control. 2ed. Bogotá: Editorial Guadalupe. p.137 – 154.

ARTEAGA, J. 2009. Evaluación de algunas variables químicas en diferentes sistemas productivos y tiempo de uso en suelos del Altiplano de Nariño, Municipio de Nariño. Tesis de grado. Ingeniería agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nariño. Pasto 24.p

BOIX-FAYOS, C., A. CALVOS-CASES, A. C. IMESON Y M. D. SORIANO- SOTO. 2001. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. Catena 44: 47-67.

CAMERO, 1996. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: alternativas para mejorar la sostenibilidad de la ganadería Colombiana. Bogotá: CORPOICA, 1996. 180p.

CARDONA, A ; SADEGHIAN, J. 2005. Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar. Revista cenicafe 56(4): 348-364.

CAVAZOS, T.; RODRIGUEZ, O. 1992. Manual de Practicas de Física de Suelos. México: Trillas. 99 p.

CIPAV. 1997. (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) Efectos de la transformación de agro ecosistemas cafeteros sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en el departamento del Quindío-Colombia. CIPAV: Cali.

CORPONARIÑO, 2002. Plan de Gestión Ambiental Regional. 2002-2012

CORTES, F.; VIVEROS, M. 1977. Guías de laboratorio para análisis de suelos. Universidad de Nariño, facultad de ciencias agrícolas. Pasto, Colombia. 108p.

DARCY, H. 1856. Et les écoulements de fluides en milieu poreux. Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFP, Vol. 61, No. 5. 599 - 609p.

DEXTER,A. R. 1988.Advances in the characterization of soil structure. Soil Tillage Res. 11: 199-238.

DURAN, Y. 2005. Riegos y drenajes. Bogotá: UNAD. 197p.

FORSYTHE, W. 1975. Manual de laboratorio de física de suelos. Instituto Interamericano en Cooperación para la Agricultura. (IICA). Costa Rica. 212 p.

FUENTES, J. 1999. Propiedades generales de los suelos. Santiago: Universidad de Chile. 27 p.

GARCIA, BERNARDO. 1990. Cambios de algunas características químicas de los suelos de la zona Andina de Nariño a través del periodo de 1964 -1998. En: informes anuales de actividades, ICA Nariño (1990); P. 8-11

GIRALDO, L. 1996. Evaluación del potencial multipropósito en dos especies de Acacia para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en clima frío. P. 9-12. En: Memoria V. Congreso Colombiano de Ciencias Pecuarias.

GOMEZ, L.; VELASQUEZ, H. 1997. Manejo ecológico de suelos. Conceptos, experiencias y técnicas. Lima: Editorial Grafica. 228 p.

GONZALEZ, S. 2003. La agricultura de conservación disminuye la compactación de los suelos. Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos.

HARVEY, C.; Haber, W. A.; SOLANO, R.; MEJIAS, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica. Agroforestería en la s Américas (CATIE). Vol.6 P.19-22.

IGAC. 1990-2004. (Instituto geográfico Agustín Codazzi). Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá. 502 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2004. Cadena de Comercialización de Leche. Nicaragua. 30p.

JARAMILLO, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Medellín: UNAL. 614p.

KAURICHEV, I. 1984. Practicas de Edafología 1<sup>a</sup>. Edición en Español. Ed. Mier. Moscu. 280 p.

KEMPER, W.D. AND R.C. ROSENAU. 1986. Aggregate stability and size distribution. P. 425-442. In: A. Klute (ed.) Methods of soil analysis: Part I, physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, madison, WI.

MALAGON, D. 1974. Propiedades Físicas de los Suelos. Bogotá: IGAC. 343p.

MARTÍN B.; ZERPA, G.; SOSA, O.; DENOIA, J. 1995.1998. Efecto del tránsito animal sobre las propiedades físicas del suelo y sobre la velocidad de infiltración. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. V. Carlos Paz. P 11-13.

MARTÍNEZ, E. 2003. Evolución de algunas propiedades físicas y químicas de un Mollisol asociadas a manejo en cero labranza. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 6p.

MENDEZ G; y SOTO G. 2003. Taller de abonos orgánicos. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE). Costa Rica.

MONTAGNINI, F. 1991. 1993. Litterfall, litter decomposition, and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Agroforestry Systems. p.39-63.

MONTENEGRO, H; MALAGÓN, D. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín

MORO, E. 1992. Efecto de las labranzas y rotaciones sobre la degradación física de suelos en diferentes sistemas productivos de la provincia del Chaco. Corrientes: UNNE. 4p.

NAVARRO, A., B. FIGUERO A., 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. Terra 18: 61-69.

NOGUERA, M. 2010. Evaluación de algunas propiedades físicas en suelos con diferentes usos en el municipio del Tambo- departamento de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de grado. 23 p.

OHEP, C. 1994. Influencia de la labranza en algunas características físicas en un suelo de la serie Uribeque del Yaracuy Medio y sus incidencias sobre el crecimiento y producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Trabajo de Ascenso. UCLA, Decanato de Agronomía. 105 p.

PINZON, A. Y AMEZQUITA. 1991. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. Pasturas tropicales. 13 (2): 21-26.

PINZON, P. A. 1993. Propiedades físicas de los suelos derivados de cenizas volcánicas. Suelos ecuatoriales Vol. 23 No.1.

POMAREDA, C. 2003. Descripción del sector ganadero en Nicaragua. IICA. 35 p.

QUIROGA, A., LEJARRAGA, B., FERNANDEZ, R., FUNARO, D. 2005. Aspectos del manejo del agua en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana. Indicadores de calidad física de suelos. Boletín técnico N° 4: 19 – 26

QUIROGA, A., LEJARRAGA, B., FERNANDEZ, R., FUNARO, D. 2005. Aspectos del manejo del agua en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana. Indicadores de calidad física de suelos. Boletín técnico N° 4: 19 – 26

RAMIREZ, R. 2002. Cambios en la conductividad hidráulica y su relación con otras variables físicas de un andisol, bajo diferentes sistemas de manejo en el municipio de Marinilla Antioquia. Medellín: UNAL. 24 p.

RUCKS, L. 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Montevideo: Universidad de la República. 2004. 68p.

RUÍZ, A. 1994. Análisis de los Sistemas de Producción Agropecuarios en Matiguás, Matagalpa. Nitlapán-UCA, Nic. 106 p.

SADEGHIAN S, RIVERA J. M. Y GÓMEZ M. E  
Investigador manejo sostenible de suelos -Fundación CIPAV  
Planeación Ambiental Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ  
Investigadora Sistemas Agroforestales - Fundación CIPAV [-maria@cipav.org.co](mailto:maria@cipav.org.co)

SANCHEZ, P. CASTILLA, C. Y ALEGRE, J. 1989. Efecto del pastoreo sobre una pradera. 28p.

SEMARNAT. (2000). Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental, México D.F. 189p



- SHEPHERD, T. G., S. SAGGAR, R.H.NEWMAN, C.W. ROSS Y J. L. DANDO. 2001. Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils. *Aust. J. Soil Res.* 39: 465-489.
- SIAVOSH, S. 2000. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. Cali. CIPAV.
- SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. COMITÉ REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. 1998. Actualidad y Futuro de los Micronutrientes en la Agricultura. Editor Francisco Silva Mojica. Santafé de Bogotá. 187 p.
- SUAREZ, S., et al 1986. Caracterización física, uso y manejo y conservación de algunos suelos de origen ígneo, sedimentario y metamórfico en la zona cafetera del departamento del Huila. (CENICAFE) (Colombia) 37 (2): 41-60p.g
- TISDALL, J. M. Y J. M. OADES. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.* 33:141-163.
- UNESCO 1980. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura) / PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) / FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación). Ecosistemas de los bosque tropicales. Capítulo 5. Organización: 126-162pp. Capítulo 10. Producción primaria bruta y neta, parámetros de crecimiento: UNESCO-CIFCA. Madrid. 265-282pp.
- UNIGARRO, A.; CARREÑO, M. 2005. Métodos Químicos para el análisis de suelos. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. 72 p.
- YODER, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion loss. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 28:337-351.