

**DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS DE VIDA LIBRE  
EN DIFERENTES USOS Y MANEJOS DEL SUELO**

**JERSON ANDRES ACHICANOY CHICAIZA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO - COLOMBIA  
2012**

**DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS DE VIDA LIBRE  
EN DIFERENTES USOS Y MANEJOS DEL SUELO**

**JERSON ANDRES ACHICANOY CHICAIZA**

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

**Presidente de Tesis  
JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA I.A M.Sc. Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL  
PASTO - COLOMBIA  
2012**

## **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 de Pasto, Febrero de 2012

## CONTENIDO

|                              | <b>Pág.</b> |
|------------------------------|-------------|
| RESUMEN .....                | 6           |
| ABSTRACT .....               | 7           |
| INTRODUCCIÓN .....           | 9           |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....   | 11          |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... | 14          |
| CONCLUSIONES .....           | 24          |
| BIBLIOGRAFIA .....           | 25          |

# DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS DE VIDA LIBRE EN DIFERENTES USOS Y MANEJOS DEL SUELO<sup>1</sup>

## DIVERSITY AND DYNAMICS OF FREE-LIVING NEMATODES POPULATIONS IN DIFFERENT USES AND SOIL HANDLING.

Jerson A. Achicanoy Ch.<sup>2</sup>

Jorge F. Navia E.<sup>3</sup>

Carlos A. Betancourth.<sup>4</sup>

### RESUMEN

En el Centro Experimental FEDEPAPA, municipio de Pasto, departamento de Nariño (localizado a 1°13' N y 77°16' W), se estudió la fluctuación estacional de la población de nematodos y sus correspondientes grupos tróficos asociados a siete usos y manejos del suelo. Los tratamientos correspondieron a siete usos del suelo: Plantación de *Eucalyptus globulus*, lote de *Solanum tuberosum*, banco de proteína de *Acacia decurrens*, *Sambucus peruviana* y *Tecoma stans*, lote de *Pennisetum clandestinum*, plantación de *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Alnus acuminata*, cerca viva multiestrato *Acacia decurrens*, *Tecoma stans* y *Rubus glaucus* y Bosque nativo. Para fines del estudio se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm, correspondientes a cada uso del suelo y cada época de muestreo; para la extracción de nematodos se utilizó la metodología de extracción por centrifugación y para su identificación, claves morfológicas que incluyeron caracteres morfométricos y de diagnóstico, además se actualizó su clasificación de acuerdo al National Center for Biotechnology Information (NCBI). Los taxa identificados

---

<sup>1</sup> Artículo presentado a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroforestal.

<sup>2</sup> Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño, 2012; E-mail: jerson\_agroforestal@hotmail.com.

<sup>3</sup> I.A.Ph.D. Suelos. Director departamento de recursos naturales y sistemas agroforestales. Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 2012; E-mail: jornavia@yahoo.com.

<sup>4</sup> I.A. M.Sc. Fitopatología. Director centro de investigación y estudios de postgrado en ciencias agrarias. Vicerrectoría de investigaciones, postgrados y relaciones internacionales, Universidad de Nariño. 2012; E-mail: cbet70@yahoo.com.

fueron asignados en grupos tróficos. Veintiuna familias fueron observadas durante el periodo evaluado siendo Cephalobidae, Rhabditidae, Aphelenchidae, Dorylaimidae, Mononchidae, Tylenchidae y Criconeematidae, las dominantes. Durante la época seca la comunidad de nematodos fue significativamente menor a la época de lluvias ( $P < 0.01$ ). A partir de las poblaciones obtenidas, se calcularon los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Margalef usados para comparar los diferentes usos del suelo con las diferentes épocas de muestreo los cuales presentaron diferencias entre los usos y las épocas de evaluación. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y se utilizó la prueba de comparación de medias de TUKEY para abundancia, riqueza y los índices de diversidad por usos y época. Los resultados indicaron que el bosque nativo, el banco de proteínas y la plantación de acacias y alisos presentaron la mayor diversidad biológica, además de evaluar la cadena trófica de los nematodos y la fluctuación poblacional de los mismos en diferentes formas de manejo del suelo y que en conjunto constituyen en el primer registro de nematodos de vida libre en suelos del Altiplano Nariñense.

Palabras Claves: Nematodos, Índices, Cadena trófica, Diversidad, Usos y manejos del suelo.

### **ABSTRACT**

At FEDEPAPA Experimental Center, municipality of Pasto, Nariño Department (located at 1 ° 13 'N and 77 ° 16 'W) was studied the seasonal fluctuation of nematodes population and their corresponding trophic groups associated with seven land uses and soil handling. The treatments were seven land uses: Plantation of *Eucalyptus globulus*, lot of *Solanum tuberosum*, protein bank of *Acacia decurrens*, and *Tecoma stans*, *Sambucus peruviana*, lot of *Pennisetum clandestinum*, planting of *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxydon* and *Alnus acuminata*, *Acacia decurrens* *Tecoma stans* and *Rubus glaucus* multilayer living fence, and native forests. For purposes of the study took a total of 56 soil samples for each land use and each time sampling, for nematode extraction methodology used extraction by centrifugation, for their identification, which included key morphological and morphometric characters diagnoses, also updated its classification

according to National Center for Biotechnology Information (NCBI). The identified taxa were assigned to trophic groups at the family level. Twenty one families were observed during the evaluated period Cephalobidae, Rhabditidae, Aphelenchidae, Dorylaimidae, Mononchidae, Tylenchidae and Criconematidae, the dominants. During the dry season nematode community was significantly lower than the rainy season ( $P < 0.01$ ). From the obtained populations were calculated diversity indices like Simpson, Shannon and Margalef which were used to compare different land uses with different sampling times which showed differences between the uses and times of assessment. We performed analysis of variance (ANOVA) test was used for comparison of means of Tukey abundance, richness and diversity indices for use and season. The results indicated that the native forest, protein bank and the planting of Acacia had the highest biological diversity, also to evaluate the trophic chain of the nematodes and the population dynamics of these different forms of land management and together constitute the first record of free-living nematodes in soils of the Nariño's high plateau.

Keywords: Nematodes, Indices, Trophic group, Diversity, Uses and handling of land.

## INTRODUCCIÓN

Los organismos del suelo aportan una amplia gama de servicios esenciales para el funcionamiento sostenible de todos los ecosistemas, al actuar como los principales agentes conductores en los ciclos de nutrientes; regulan las dinámicas de la materia orgánica del suelo, la fijación del carbono y las emisiones de gases invernadero; modifican la estructura física del suelo y los regímenes del agua; aumentando la cantidad y la eficiencia en la absorción de nutrientes por la vegetación; y mejoran la salud de las plantas. Estos servicios no son sólo esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales sino que también constituyen un importante recurso para la gestión sostenible de los sistemas agrícolas (FAO, 2010); su presencia o ausencia pueden servir como indicadores de la calidad y salud del suelo y por ende de su sostenibilidad (Gupta y Yeates, 1997).

Los nematodos como parte de la diversidad biológica del suelo son muy sensibles a las prácticas de manejo y uso del suelo (Yeates *et al*, 1993), estos organismos son microreguladores en los suelos al actuar como consumidores de microflora y como saprófitos, principalmente, mediando la descomposición y liberación de nutrientes a las plantas (Freckman y Ettema, 1993). Por esta razón, ha aumentado el interés por conocer el papel de los nematodos en procesos de los agroecosistemas tales como, el ciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas y enfermedades y como indicador de manejo de suelos y factores ambientales que afectan su abundancia, diversidad y función (Yeates *et al*, 1993; Yeates y Bird, 1994).

Sus poblaciones se pueden correlacionar con estados sucesionales de la vegetación, probablemente como respuesta a cambios físicos y químicos ocurridos en el suelo (Matlack, 2001), en este sentido, los nematodos del suelo exhiben atributos que pueden ser usados como bioindicadores de abundancia poblacional, diversidad de taxa y trofía por ecosistema, su respuesta a un disturbio ambiental es casi inmediata y, cuando la mayor

parte de la fauna ha desaparecido, pueden permanecer en el suelo debido a varias adaptaciones a ambientes extremos (Ferris *et al*, 2001).

La evaluación e interpretación de la abundancia y función de la estructura de la comunidad de nematodos del suelo ofrecen una medida de los factores disruptivos de la dinámica del suelo (Bongers y Ferris, 1999). Con esta investigación se identificó la población de nematodos de vida libre, se estudió, evaluó e investigó la estructura de su comunidad caracterizando las diferentes familias, determinando sus grupos funcionales y midiendo su diversidad en los diferentes usos y manejos del suelo en el municipio de Pasto, a través del análisis de muestras de suelo procedentes de hábitats cultivados y naturales.

.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El estudio se realizó en el Centro de Investigación de FEDEPAPA, corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, Departamento de Nariño, Colombia, localizado a 1°13' latitud norte y 77°16' longitud oeste, a 2.710 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 840 mm, una temperatura promedio de 13° C y una clasificación climática que corresponde a Bs-pm (bosque seco-premontano) (Navia J, 2008).

**Diseño experimental.** Se determinó un diseño irrestrictamente al azar “DIA” con arreglobifactorial (usos, época), con dos niveles para el factor época (seca, lluvias) y siete niveles del factor usos en adelante tratamientos (Bosque de eucalipto, cultivo de papa, banco de proteína, pradera pasto kikuyo, sistema silvopastoril con acacias, cerca viva multiestrato, bosque nativo) donde ya se realizaron trabajos de suelos en propiedades físicas (Aguirre y Ordoñez, 2009), químicas (Arteaga, 2009) y evaluación de macrofauna (Cabrera y Gomez, 2009), de cada tratamiento se tomaron cuatro muestras para su posterior análisis.

### Descripción de tratamientos

El tratamiento (**T<sub>1</sub>**) correspondió a un bosque plantado de *Eucaliptus globulus*, con un tiempo de uso de 40 años; ocasionalmente se realizan raleos selectivos de acuerdo con las necesidades de la granja.

El tratamiento (**T<sub>2</sub>**) correspondió a monocultivo de papa (*Solanum tuberosum*), ha sido manejado bajo un sistema de rotación de cultivos (papa – pasto), el área ha sido sometida a producción intensiva, con altas aplicaciones de fertilizantes de síntesis y empleo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.

El Tratamiento (**T<sub>3</sub>**) correspondió a un sistema silvopastoril banco de proteína, el cual fue establecido en el año 1997; en su etapa inicial con las especies *Acacia decurrens*, *Sambucus peruviana* y *Tecoma stans* ante la necesidad de conocer el valor nutritivo de las especies forrajeras del trópico alto de Nariño, actualmente se cuenta con bajos relictos de *Acacia decurrens* de buen porte, pero sin manejo y otra área se encuentra en un proceso de renovación encontrando especies de retamo (*Retama sphaerocarpa*), chilca (*Baccharis sp*) y quillotocto (*Tecoma stans*).

El tratamiento (**T<sub>4</sub>**)pradera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)ha sido sometido a manejo rotativo papa – pasto en un lapso de 20 años. Durante los últimos siete años, esta área ha permanecido bajo una unidad de manejo de pasto kikuyo con una carga animal de 1.5 animales/ha por un periodo de mes y medio en pastoreo de un día.

El tratamiento (**T<sub>5</sub>**) sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* – *Acacia melanoxylon* y *Alnus acuminata*, fue implementado en el año de 1997. Área poco intervenida.

Tratamiento (**T<sub>6</sub>**) cerca viva multiestrato compuesta de acacia (*Acacia decurrens*), quillotocto (*Tecoma stans*) y mora(*Rubus glaucus*), esta unidad fue implementada en el año 1998, sin ningún manejo después de establecidas, el área adyacente a la barrera es dedicada al pastoreo, por lo que ocasionalmente se realizan ramoneos directos a la *Acacia decurrens*.

El tratamiento (**T<sub>7</sub>**) bosque nativo, zona receptora de interés por los afluentes que alimentan la parte alta de la microcuenca Mijitayo. En la vegetación sobresalen especies como cucharo (*Clusia sp*), cerote (*Hesperomeles glabrata*), chaquilulo (*Befaria aestuans*), siete cueros (*Tibouchina sp*), encino (*Weinmania tomentosa* y *Weinmania balbisiana*), Pumamaque (*Oreopanax sp*), (Arteaga, 2009).

**Muestreo y Procedimientos.** Para la toma de muestras se tuvo en cuenta la condición meteorológica con variables como la precipitación y temperatura, con base en la Fig.1 la época seca del estudio correspondió al periodo comprendido en los meses Mayo-Septiembre de 2010 con una precipitación de 267.3 mm y una temperatura promedio de 13°C; la época de lluvias del estudio correspondió al periodo comprendido en los meses de Octubre de 2010 a Febrero de 2011 con una precipitación de 647 mm y una temperatura promedio de 12°C.

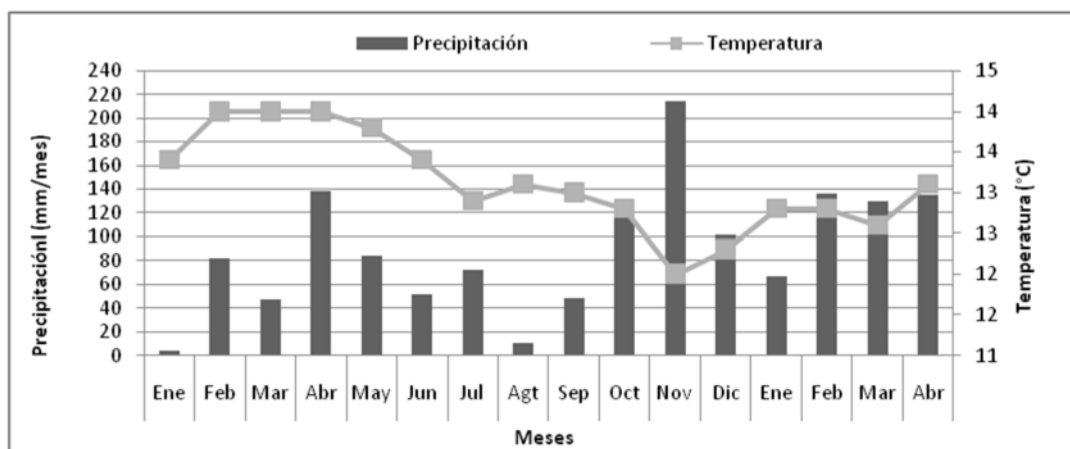


Fig.1 Precipitación y temperatura 2010-2011 en la finca experimental FEDEPAPA. Estación meteorológica Obonuco, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. IDEAM 2011.

Las muestras de suelo se tomaron a una profundidad de 0-20 cm. Para cada uso del suelo se realizó la toma de cuatro muestras de 500g. cada una en las dos épocas correspondientes a la época seca, muestras tomadas en junio de 2010 y a la de lluvias, muestras tomadas entre diciembre de 2010 y enero 2011. Para ello se hizo un recorrido sobre el terreno en zig-zag, tomando las muestras en cada vértice donde se cambiaba la dirección del recorrido (Tobón, 2005.), estas fueron colocadas en bolsas plásticas y transportadas del área de estudio al laboratorio.

En el laboratorio las muestras de cada uno de los usos y manejos del suelo fueron dejadas en un refrigerador a 6°C hasta ser procesadas. Todas las muestras fueron procesadas en un lapso de siete días desde su colecta. Los nematodos fueron extraídos utilizando la metodología ASA (Ingham, 1994) correspondiente a extracción por centrifugación;

tomados de muestras de suelo húmedo de 300 g. cada una. Los organismos recolectados se contaron y se colocaron bajo formaldehído(Steinberger y Sarig, 1993), para su posterior identificación. De cada muestra se tomaron en total treinta organismos para su clasificación, estos se agruparon de acuerdo con su familia y a su grupo trófico Bacterióvoros, Fungívoros, Omnívoros, Depredador y Fitófagos (Yeates *et al*,1993).

### **Variables evaluadas.**

Se identificó a nivel de familia las poblaciones de nematodos,se caracterizó por grupo trófico en los diferentes tratamientos y se realizó la respectiva medición de los índices de diversidad como Abundancia, Riqueza, Margalef, Simpson y Shannon-Wiener.

**Análisis estadístico** Los resultados del conteo e identificación se sometieron a análisis con base en las diferentes variables de diversidad biológica, posterior a esto fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA), descomponiendo las fuentes de variación en efectos simples, usos y épocas y en efectos dobles de usos\*época con el programa estadístico SAS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Número total de nematodos**

La abundancia total de la población de nematodos de vida libre extrapolada a Kg de suelo seco en todos los usos y manejos del suelo fue de 4610 individuos para la época seca y de 8055 individuos para la época de lluvias. Los sistemas más abundantes para la época seca fueron: el tratamiento bosque nativo con 1005 individuos por Kg de suelo seco, seguido por el uso sistema de Acacias y Aliso con 854 individuos por Kg de suelo seco respectivamente; donde predominaron las familias Cephalobidae, Rhabditidae, Aphelenchidae, Mononchidae y Criconematidae. (Tabla 1)

Tabla 1: Abundancia de las familias de nematodos en siete usos y manejos del suelo en la época seca y de lluvias en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. (N° promedio de ind\* Kg<sup>-1</sup> de suelo seco).2011

|                    |                  | x Individuos por Kg <sup>-1</sup> de suelo seco para las cuatro muestras extraídas de cada uso y manejo del suelo en las dos épocas. |      |                   |        |                  |                      |               |                 |                  |      |                   |        |                  |                      |               |                 |
|--------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|--------|------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------------|------|-------------------|--------|------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| HABITOS            | FAMILIAS         | Época Seca                                                                                                                           |      |                   |        |                  |                      |               |                 | Época de Lluvias |      |                   |        |                  |                      |               |                 |
|                    |                  | Bosque Eucalipto                                                                                                                     | Papa | Banco de proteína | Pastos | Acacias y Alisos | Sistema Multiestrato | Bosque Nativo | Total/ Familias | Bosque Eucalipto | Papa | Banco de proteína | Pastos | Acacias y Alisos | Sistema Multiestrato | Bosque Nativo | Total/ Familias |
| BACTERIOVORO       | Rhabditidae      | 64                                                                                                                                   | 85   | 118               | 179    | 190              | 123                  | 210           | 969             | 159              | 181  | 369               | 278    | 339              | 280                  | 519           | 2124            |
|                    | Cephalobidae     | 73                                                                                                                                   | 115  | 122               | 186    | 211              | 190                  | 291           | 1188            | 199              | 230  | 381               | 340    | 369              | 271                  | 477           | 2267            |
|                    | Teratocephalidae | 12                                                                                                                                   | 13   | 20                | 13     | 28               | 31                   | 57            | 173             | 20               | 7    | 45                | 31     | 41               | 36                   | 56            | 236             |
|                    | Plectidae        | 6                                                                                                                                    | 9    | 16                | 20     | 21               | 15                   | 32            | 119             | 15               | 14   | 45                | 31     | 31               | 0                    | 28            | 164             |
|                    | Steinernematidae | 0                                                                                                                                    | 13   | 20                | 13     | 35               | 5                    | 16            | 102             | 0                | 7    | 34                | 21     | 21               | 9                    | 28            | 119             |
| FUNGIVORO          | Aphelenchidae    | 44                                                                                                                                   | 50   | 35                | 45     | 58               | 36                   | 49            | 317             | 46               | 32   | 60                | 74     | 71               | 47                   | 85            | 414             |
|                    | Aphelenchoididae | 9                                                                                                                                    | 4    | 12                | 19     | 15               | 15                   | 24            | 98              | 10               | 13   | 48                | 53     | 20               | 37                   | 28            | 209             |
| OMNIVORO           | Dorylaimidae     | 24                                                                                                                                   | 12   | 16                | 20     | 7                | 27                   | 32            | 139             | 26               | 25   | 35                | 29     | 31               | 37                   | 43            | 227             |
|                    | Aporcelaimidae   | 6                                                                                                                                    | 4    | 8                 | 0      | 15               | 11                   | 32            | 76              | 10               | 6    | 23                | 29     | 10               | 9                    | 29            | 118             |
|                    | Diplogasteridae  | 6                                                                                                                                    | 12   | 4                 | 13     | 22               | 5                    | 8             | 71              | 5                | 12   | 23                | 29     | 31               | 28                   | 14            | 144             |
| DEPREDADOR         | Mononchidae      | 21                                                                                                                                   | 14   | 23                | 50     | 55               | 24                   | 57            | 244             | 21               | 25   | 33                | 31     | 63               | 41                   | 75            | 287             |
| FITOFAGO           | Heteroderidae    | 0                                                                                                                                    | 25   | 4                 | 26     | 15               | 11                   | 8             | 89              | 0                | 19   | 0                 | 31     | 0                | 18                   | 0             | 67              |
|                    | Meloidogynidae   | 6                                                                                                                                    | 25   | 8                 | 26     | 22               | 11                   | 8             | 106             | 0                | 31   | 0                 | 10     | 0                | 27                   | 0             | 68              |
|                    | Tylenchidae      | 15                                                                                                                                   | 30   | 12                | 46     | 22               | 11                   | 8             | 143             | 21               | 50   | 45                | 51     | 61               | 36                   | 56            | 320             |
|                    | Hoplolaimidae    | 15                                                                                                                                   | 13   | 4                 | 33     | 37               | 21                   | 33            | 155             | 16               | 50   | 34                | 51     | 10               | 18                   | 28            | 207             |
|                    | Pratylenchidae   | 15                                                                                                                                   | 8    | 12                | 7      | 22               | 16                   | 0             | 80              | 16               | 31   | 57                | 0      | 20               | 44                   | 28            | 196             |
|                    | Anguinidae       | 9                                                                                                                                    | 21   | 4                 | 20     | 22               | 16                   | 16            | 108             | 16               | 13   | 23                | 31     | 31               | 44                   | 28            | 185             |
|                    | Longidoridae     | 3                                                                                                                                    | 4    | 4                 | 7      | 7                | 0                    | 8             | 33              | 0                | 6    | 0                 | 0      | 10               | 18                   | 0             | 34              |
|                    | Belonolaimidae   | 3                                                                                                                                    | 4    | 0                 | 7      | 7                | 5                    | 8             | 35              | 0                | 13   | 11                | 0      | 20               | 18                   | 28            | 90              |
|                    | Trichodoridae    | 9                                                                                                                                    | 17   | 8                 | 26     | 15               | 27                   | 24            | 126             | 10               | 19   | 34                | 41     | 10               | 18                   | 42            | 174             |
|                    | Criconeematidae  | 21                                                                                                                                   | 30   | 24                | 33     | 29               | 21                   | 82            | 239             | 26               | 31   | 57                | 72     | 41               | 80                   | 98            | 404             |
| Total Tratamientos |                  | 360                                                                                                                                  | 509  | 471               | 788    | 854              | 622                  | 1005          | 4610            | 617              | 815  | 1355              | 1231   | 1232             | 1115                 | 1690          | 8055            |

Para la época de lluvias los sistemas más abundantes fueron: el uso bosque nativo con 1690 individuos por Kg<sup>-1</sup> de suelo seco, seguido por el uso sistema Banco de Proteína con 1355 individuos por Kg<sup>-1</sup> de suelo seco respectivamente; donde predominaron las familias Cephalobidae, Rhabditidae, Aphelenchidae, Criconematidae y Tylenchidae (Tabla 1). El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre los usos y manejos del suelo y su interacción para la variable abundancia (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza para las variables abundancia, riqueza, diversidad (Margalef, Simpson y Shannon) en dos épocas y siete diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

| Variables                      | F.V          | gl | CM           |
|--------------------------------|--------------|----|--------------|
| <b>ABUNDANCIA</b><br>CV: 18.49 | Tratamientos | 13 | 589519,8**   |
|                                | Usos         | 6  | 613301,4**   |
|                                | Época        | 1  | 3391194,37** |
|                                | Usos*Época   | 6  | 98792,44**   |
|                                | Error        | 42 | 27987,87     |
| <b>RIQUEZA</b><br>CV: 10.49    | Tratamientos | 13 | 2,95 ns      |
|                                | Usos         | 6  | 3,27 ns      |
|                                | Época        | 1  | 4,57 ns      |
|                                | Usos*Época   | 6  | 2,36 ns      |
|                                | Error        | 42 | 1,96         |
| <b>MARGALEF</b><br>CV: 11.17   | Tratamientos | 13 | 0,25 ns      |
|                                | Usos         | 6  | 0,28 ns      |
|                                | Época        | 1  | 0,41 ns      |
|                                | Usos*Época   | 6  | 0,2 ns       |
|                                | Error        | 42 | 0,16         |
| <b>SIMPSON</b><br>CV: 20.07    | Tratamientos | 13 | 0,0025**     |
|                                | Usos         | 6  | 0,0019*      |
|                                | Época        | 1  | 0,01**       |
|                                | Usos*Época   | 6  | 0,0014 ns    |
|                                | Error        | 42 | 0,00068      |
| <b>SHANNON</b><br>CV: 6.11     | Tratamientos | 13 | 0,06**       |
|                                | Usos         | 6  | 0,05*        |
|                                | Época        | 1  | 0,26**       |
|                                | Usos*Época   | 6  | 0,03 ns      |
|                                | Error        | 42 | 0,02         |

$$y_{ijk} = \mu + [A_i] + [B_j] + [(A*B)_k] + E_{ijk}$$

\*\* (P<0.01) = Altamente significativo; \* (P<0.05) = significativo; NS= No significativo

Con relación a las épocas se observa que los mayores valores se encontraron en la época de alta precipitación, los usos que más se destacaron fueron el bosque nativo y banco de proteína. (Fig. 2)

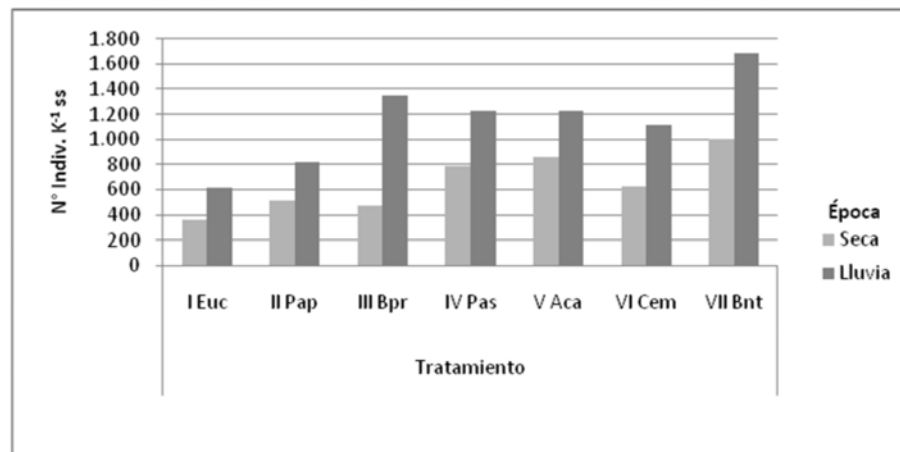


Fig. 2 Abundancia de Nematodos por época de muestreo en diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

La prueba de comparación de medias de Tukey para abundancia (Tabla 3) evidencia efectos para la interacción usos\*épocas es decir que las épocas afectan la abundancia de individuos de forma diferencial a ciertos usos, como se observó; en el uso bosque nativo y banco de proteína, en época de lluvias con 1690 y 1355 individuos por  $\text{Kg}^{-1}$  de suelo seco respectivamente; presentan diferencias estadísticas significativas frente a plantación de Eucalipto en época seca con 360 individuos por  $\text{Kg}^{-1}$  de suelo seco respectivamente. (Yeates, 1979; Schnurer *et al.*, y Liang *et al.*, 2005), registraron que en épocas secas se disminuyó la abundancia de nematodos. Fig. 2. Algunos autores afirman que el total de nematodos aumenta directamente con la precipitación, las tendencias en el tiempo y épocas variaron dependiendo de la cobertura vegetal. (Navia, 2006; Yeates, 1979; Freckman, 1982; Berkelemans *et al.*, 2003 y Liang *et al.*, 2005).

Tabla 3. Prueba de Tukey para Abundancia en dos épocas y siete diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=421,08341**

Error: 27987,8683 gl: 42

| usos | epoca | Medias  | n | E.E.  |   |   |   |   |   |   |
|------|-------|---------|---|-------|---|---|---|---|---|---|
| 7,00 | 2,00  | 1690,09 | 4 | 83,65 | A |   |   |   |   |   |
| 3,00 | 2,00  | 1355,05 | 4 | 83,65 | A | B |   |   |   |   |
| 5,00 | 2,00  | 1232,12 | 4 | 83,65 |   | B | C |   |   |   |
| 4,00 | 2,00  | 1231,21 | 4 | 83,65 |   | B | C |   |   |   |
| 6,00 | 2,00  | 1114,75 | 4 | 83,65 |   | B | C | D |   |   |
| 7,00 | 1,00  | 1004,72 | 4 | 83,65 |   | B | C | D | E |   |
| 5,00 | 1,00  | 854,43  | 4 | 83,65 |   |   | C | D | E | F |
| 2,00 | 2,00  | 814,96  | 4 | 83,65 |   |   | C | D | E | F |
| 4,00 | 1,00  | 788,12  | 4 | 83,65 |   |   |   | D | E | F |
| 6,00 | 1,00  | 622,43  | 4 | 83,65 |   |   |   |   | E | F |
| 1,00 | 2,00  | 616,59  | 4 | 83,65 |   |   |   |   | E | F |
| 2,00 | 1,00  | 508,99  | 4 | 83,65 |   |   |   |   |   | F |
| 3,00 | 1,00  | 471,13  | 4 | 83,65 |   |   |   |   |   | F |
| 1,00 | 1,00  | 359,79  | 4 | 83,65 |   |   |   |   |   | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Grupos Tróficos.

El grupo trófico más abundante encontrado fue Bacteriívoros con el 54.3% para época seca y 60.2% para época de lluvias del número total encontrado. El número de bacteriívoros fue significativamente menor en la época seca y se encontraron diferencias entre los usos para cada época. Ferris y Matute, 2003; argumentan que la abundancia y diversidad de los nemátodos bacteriívoros responden a cambios drásticos de clima, ya que en los periodos secos se disminuyen y su mayor abundancia y diversidad ocurre en los periodos lluviosos, como lo registrado en la presente investigación.

La población de fungívoros encontrados en esta evaluación fue mayor en la época seca que en la de lluvias y existieron diferencias entre cada uso.

Los omnívoros y depredadores fueron los grupos tróficos menos abundantes con cerca del 6.39% y 5.12% respectivamente para época seca y 6.15% y 3.52% para época de lluvias, como se observa fueron los de menos densidad de población y se destaca que la población de depredadores disminuyó 1.6% en la época de lluvias, presentando diferencias en épocas de muestreo, mientras que no se presentaron diferencias entre cada uso del suelo.

Durante las épocas de muestreo la población de fitófagos fueron similares, aun así se encontraron diferencias entre cada uso del suelo y entre cada época de muestreo. (Fig. 3)

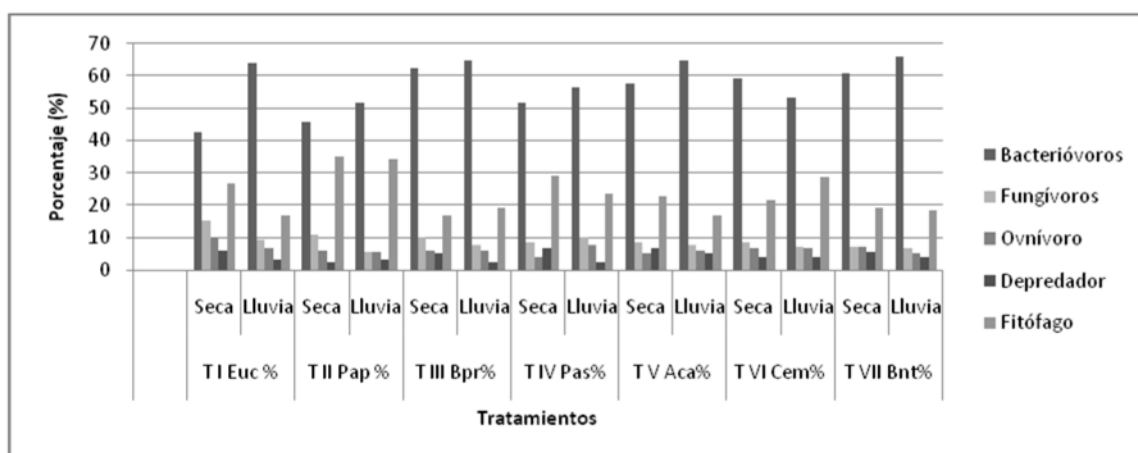


Fig. 3. Porcentaje Grupos Tróficos de nematodos de vida libre en diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

### Índices Ecológicos

Para el caso de la riqueza el análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas significativas (Tabla 2), ya que en cada tratamiento se encontraron distribuidas las veintiuna familias identificadas en este estudio: Rhabditidae, Cephalobidae, Teratocephalidae, Plectidae, Steinernematidae, Aphelenchidae, Aphelenchoididae, Dorylaimidae, Aporcelaimidae, Diplogasteridae, Mononchidae, Heteroderidae, Meloidogynidae, Tylenchidae, Hoplolaimidae, Pratylenchidae, Anguinidae, Longidoridae, Belonolaimidae, Trichodoridae y Criconematidae. Presentando en cada tratamiento leves variaciones con el tiempo y por épocas. Leguizamo y Parada, 2008 registraron resultados similares en su investigación entre los hábitats cultivados y naturales. Fig. 4.

El análisis de la diversidad de los nematodos en los diferentes usos y manejos en dos épocas se basa en que las diferentes familias interactúan entre sí y con el medio físico que les rodea (Liang *et al*, 2005)

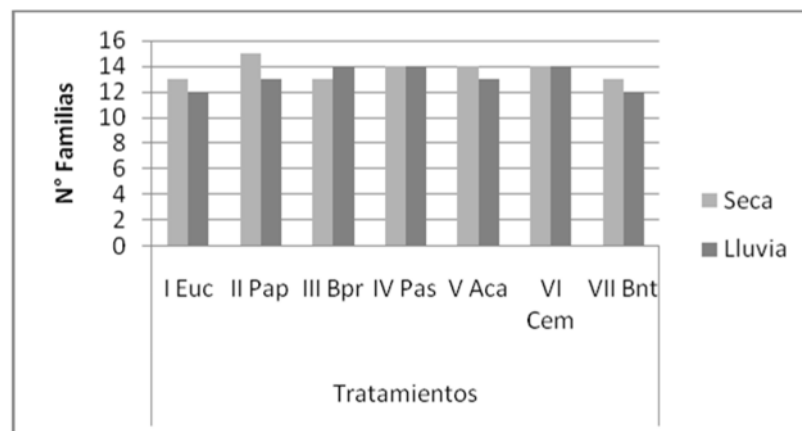


Fig. 4. Riqueza de Familias en siete usos y manejos del suelo en dos épocas, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades; y sirven para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Moreno, 2001). La diversidad se midió a través de los índices Margalef, Simpson, Shannon, medidas cuyos resultados permitieron comparar el estado de la población de nematodos de vida libre en los diferentes usos y manejos del suelo.

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Magurran, 1998). Este índice permitió describir la relación del número de familias y la abundancia, identificar mejor la diversidad en los diferentes usos y manejos del suelo. El mayor valor fue para época seca de 4.04 que corresponde al uso monocultivo de Papa, seguido de 3.82 correspondiente al uso sistema de Acacias y Alisos y en época de lluvia de 3.89 que corresponde al uso pasturas, seguido de 3.85 uso cerca viva multiestrato. Fig. 5.

El análisis de varianza reflejó que no existen diferencias estadísticas significativas para usos, épocas y su interacción usos\*épocas (Tabla 2). Esto demuestra que la biodiversidad con respecto a familias no varía de un uso a otro, ni de una época a otra, pero su valor indica una buena diversidad biológica.

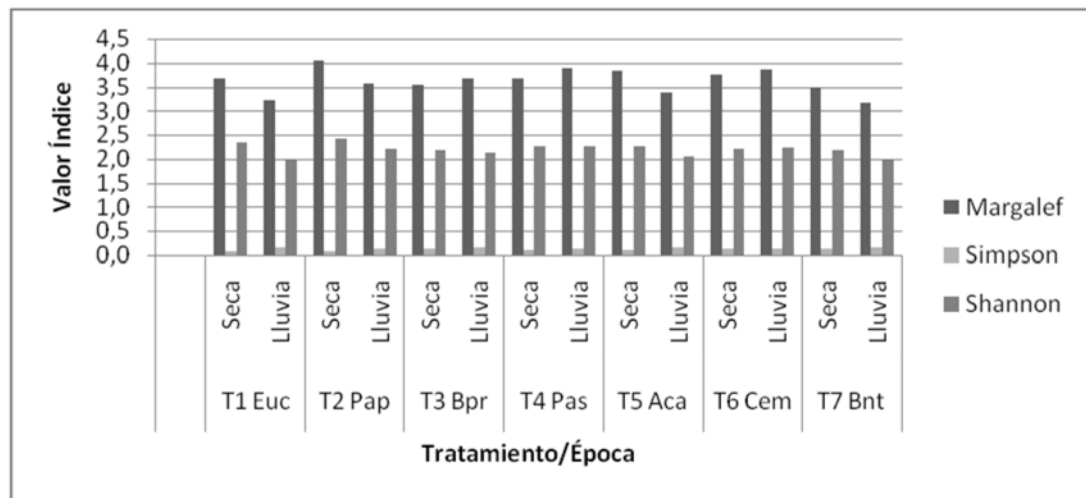


Fig. 5. Valores de los índices de Margalef, Simpson y Shannon en los siete usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

El análisis respecto al índice de Simpson indicó que en la época seca, el uso lote de papa 0.089 y el uso plantación de eucalipto 0.091 son los menos diversos, el uso banco de proteína, el uso cerca viva multiestrato y el uso bosque nativo son los más diversos; en la época de lluvias se presentó que el uso pasturas 0.123 y uso lote de papa 0.122 son los menos diversos y por el contrario el uso plantación de eucalipto y el uso bosque nativo presentaron mayor diversidad. Liang, 2005; Leguizamo y Parada, 2008 afirman que el tipo de uso y manejo que se le dé al suelo afecta directamente la diversidad biológica del mismo y por ello afectan la estructura de la comunidad de nematodos del suelo, encontrándose similitud con esta investigación. El análisis de varianza reflejó que existen diferencias altamente significativas para épocas y diferencias significativas para usos, más no para su interacción usos\*épocas (Tabla 2). La prueba de comparación de medias de Tukey para Simpson evidencia que las épocas y los diferentes usos y manejos del suelo afectan la diversidad de nematodos, como se presentó en el uso bosque nativo 0.15, muestra diferencias significativas con respecto al uso lote de papa. Coleman, 1995; Bongers, 1990 y Liang, 2005 encontraron resultados similares afirmando que la única diferencia se da entre las épocas de muestreo y en los usos o tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Tukey para Simpson en dos épocas y siete diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04047**

Error: 0,0007 gl: 42

| usos | Medias | n | E.E. |   |   |
|------|--------|---|------|---|---|
| 7,00 | 0,15   | 8 | 0,01 | A |   |
| 3,00 | 0,14   | 8 | 0,01 | A | B |
| 5,00 | 0,14   | 8 | 0,01 | A | B |
| 1,00 | 0,13   | 8 | 0,01 | A | B |
| 6,00 | 0,13   | 8 | 0,01 | A | B |
| 4,00 | 0,12   | 8 | 0,01 | A | B |
| 2,00 | 0,11   | 8 | 0,01 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01409**

Error: 0,0007 gl: 42

| epoca | Medias | n  | E.E.    |   |   |
|-------|--------|----|---------|---|---|
| 2,00  | 0,14   | 28 | 4,9E-03 | A |   |
| 1,00  | 0,12   | 28 | 4,9E-03 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, en este caso familias. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que familia pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Con lo evaluado durante el periodo se determinó que aunque se siguió un patrón en los usos y en las diferentes épocas, estos declinaron en la época seca, luego se vieron incrementados en la época de lluvias. En la época seca los valores del índice Shannon fueron más altos en el uso lote de papa con 2,41 y el uso bosque plantado de Eucalipto con 2,34 respectivamente presentaron mayor diversidad y en la época de lluvias se destacaron el uso pasturas con 2,25 y el uso cercas vivas multiestrato con 2,24 respectivamente presentaron mayor presencia de familias, presentándose mayor diversidad; según la jerarquía de riqueza de Shannon estos valores están en un rango de diversidad bajo-aceptable Fig.5, expresando mayor la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las familias, asumiendo que todas estas están representadas en la muestra (Magurran, 1988). El análisis de varianza (Tabla 2), reflejó diferencias significativas para usos y altamente significativas para épocas. Liang *et al*, 2005 encontraron resultados similares; las épocas afectan la abundancia de individuos y que esta

tendencia se debe a que en la época de lluvias aumenta la población de nematodos independientemente del uso y manejo del suelo. La prueba de comparación de medias de Tukey para Shannon evidencia que las épocas afectan directamente la cantidad de individuos y de familias en los diferentes usos y manejos del suelo (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de Tukey para Shannon en dos épocas y siete diferentes usos y manejos del suelo, en la finca experimental FEDEPAPA, Obonuco-Pasto. 2011

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20787**

Error: 0,0180 gl: 42

| usos | Medias | n | E.E. |   |   |
|------|--------|---|------|---|---|
| 2,00 | 2,31   | 8 | 0,05 | A |   |
| 4,00 | 2,26   | 8 | 0,05 | A | B |
| 6,00 | 2,23   | 8 | 0,05 | A | B |
| 1,00 | 2,17   | 8 | 0,05 | A | B |
| 5,00 | 2,16   | 8 | 0,05 | A | B |
| 3,00 | 2,15   | 8 | 0,05 | A | B |
| 7,00 | 2,08   | 8 | 0,05 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07239**

Error: 0,0180 gl: 42

| epoca | Medias | n  | E.E. |   |   |
|-------|--------|----|------|---|---|
| 1,00  | 2,26   | 28 | 0,03 | A |   |
| 2,00  | 2,13   | 28 | 0,03 |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

## CONCLUSIONES

Las épocas de muestreo fueron un diferencial de importancia para la determinación de la abundancia, riqueza e índices ecológicos, en cuanto a qué familias y en qué cantidad se podrán encontrar, se encontró que en la época de lluvias la diversidad era mayor, caso contrario en época seca.

Los Bacterióvoros fueron el grupo más abundante en las dos épocas, Cephalobidae y Rhabditidae fueron las familias más abundantes en este estudio, con respecto a omnívoros y depredadores los cuales fueron de menor abundancia en las diferentes épocas y usos del suelo; aunque se observó que en los tratamientos donde el componente árbol estaba presente la población de nematodos fue superior con respecto a los otros tratamientos.

Los sistemas agroforestales, acacia-aliso, banco de proteína y cerca multiestrato presentaron mejores resultados en cuanto a diversidad biológica, debido a que los grupos funcionales estuvieron mejor distribuidos y equilibrados, donde se presentó una diferencia en abundancia debido a las épocas de muestreo.

En el lote de papa se presentó una menor diversidad biológica comparable con la del bosque nativo, de eucalipto y al de pasturas en los cuales el grupo trófico Fitófagos en las dos épocas de muestreo, destacándose las familias Heteroderidae, Meloidogynidae y Criconematidae.

Los índices de Simpson, Shannon y Margalef permitieron analizar la biodiversidad la cual resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente, para resultados de esta investigación a nivel de familia la diversidad es aceptable en términos de biodiversidad.

## 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. [Tesis de grado] Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 23 p.

ALTIERI, M. 1991. Biodiversidad, Agroecológica, y Manejo de plagas. Valparaíso (Chile). 162 p.

ARTEAGA, J.2009. Evaluación de algunas variables químicas de suelos, en diferentes sistemas productivos y tiempos de uso, en el corregimiento de Obonuco, municipio de pasto. [Tesis de grado] Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 85 p.

AZPILICUETA, C; ARUANI, M; REEB, P; SÁNCHEZ E. 2008. Estructura de la comunidad de nematodos del suelo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en alto valle de rio negro. Argentina: Nematropica Vol. 38, No. 1. 75-86 p.

BERKELMANS, R.; FERRIS, H.; TENUTA, M.; BRUGGEN, V.2003. Effects of long – term crop management on nematode trophic levels other than plant feeders disappear after 1 year of disruptive soil management. Applied Soil Ecology. 23: p 223 - 235

BONGERS T. ; BONGERS M. 1998. Functional diversity of nematodes. Applied Soil Ecology., 10: 239-251.

-----; FERRIS, H. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trend Evol. Ecology. 14:224-228.

BROWN, S.; ANDERSON, J.; WOOMER, P.; SWIFT, M.; BARRIOS, E. 1994. Soil biological processes in tropical ecosystems. In the Biological Management of Tropical Soil fertility. Woomer and Swift (Eds.). p 15-45.

BRUGNI, N., E. CHAVES. 1994. "Criconematids from a cypress forest of south Argentina", Nematologica 40: 467 473.

CABRERA, P; GOMEZ, H. 2009. La macrofauna en diferentes usos y manejos del suelo en el Centro experimental de fedepapa en el corregimiento de Obonuco, municipio de pasto, departamento Nariño. Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 31 p.

CASTAÑO, Z.; DEL RIO, L.; ACOSTA, A. 1997. Manual para el diagnóstico de hongos, bacterias, virus, y nematodos fitopatógenos 1ª ed. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, departamento de fitotecnia. Manizales Colombia., 210 p.

COLEMAN, D.; BLAIR, J.; ELLIOT, E.; WALL, D. 1999. Soil invertebrates In Standard Soil Methods for Long-term ecological research. Roberts *et al.* (Eds.). , 349–377 p.

COLEMAN, D.; CROSSLEY, D. 1996. Fundamental of soils ecology. Academic Press, San Diego. 205 p.

COYME, M. 2000. Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo, Madrid., 416 p.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. 2001. framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. Applied Soil Ecology., 18: p 13-29.

-----; MATUTE, M. 2003. Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil food web. Applied Soil Ecology. 23: 93-110.

FRECKMAN, D. 1982. Nematodes in soil ecosystems. The University of Texas Press. USA. 198 p.

FRECKMAN, D.; ETTEMA, C. 1993. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 45: 239 – 261.

GUERRERO, R. 1970. Reconocimiento detallado de los suelos de la granja Obonuco (Pasto) y otros Municipios del Departamento de Nariño. En: ICA. *Taxonomía de suelos en Nariño*. Pasto: ICA, , p.3-4, 23.

GUPTA, V.; YEATES, G. 1997. Soil microfauna as bioindicators of soil health. In: *Biological Indicators of Soil health*. Pankhurst: Doube and gupta (Eds.). p 201-233.

INGHAM, R. 1994. Nematodes. In: *Methods of Soil analysis*, USA. p. 459-490.

KREBS, C. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Second edition. The University Of British Columbia., 678 p.

FAO. La biota del suelo y la biodiversidad. [Artículo de Internet] [ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/soilbiota\\_biod\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/soilbiota_biod_es.pdf). [Consulta: 3 de Abril de 2010]

LEE, K.; PANKHURST, C.E. 1992. Soil organism and sustainable productivity. *Australian Journal of soil Research*, , 30:855-892

LEGUIZAMO, C Y PARADA J. 2008. Nematodos del suelo en el sistema maíz-soya y en hábitats naturales adyacentes de la altillanura colombiana (Meta). *Revista Corpoica – ciencia y tecnología agropecuaria*. 9: 61-65 p.

LIANG, W. J; LAVIAN, I; STEINBERGER, Y. 1999. Dynamics of nematode community composition in a potato field. *Pedobiologia*. 43 : 459-469.

LIANG, W. J; LAVIAN, I; STEINBERGER, Y. 2001. Efect of agricultural management on nematode communities in a mediterranean agroecosystem. J. Nematol. 33 : 208-215.

LIANG, W. J; LI, Q; JIANG, Y, CHEN, W. B; WEN, D. Z. 2003. Efect of cultivation on spatial distribution of nematode trophic groups in black soil. Pedosphere. 13 : 97-102.

LIANG, W. J; LAVIAN, I; MOURATOV, S, STEINBERGER, Y. 2005. Diversity and dynamics of soil free-living nematode populations in a meditarrean agroecosystem. Pedosphere. 15 : 204-215.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

MATLACK, G. 2001. Factors determining the distribution of soil nematodes in comercial forest landscape. Forest Ecology and Management. 146: 237-143 p.

METHODS OF SOILS ANALYSIS- ASA. 1994. Microbiological and Biochemical Properties. Ed. Mickelson, s.H. USA. Number 5, Soil Science Society of America., 600 p.

MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICES (NRCS). Soil Quality Indicators. [Artículo de Internet] [http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/indicator\\_sheet\\_guide\\_sheet.pdf](http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/indicator_sheet_guide_sheet.pdf). [Consulta: 3 de Abril de 2010]

NAVIA, J. Evaluación del manejo de los residuos de papa (richie) y algunas especies forrajeras arbustivas como suplemento animal para los bovinos de leche en el trópico de altura de Nariño. San Juan de Pasto, 2008, p.4. Proyectos de Inversión. Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL).

NAVIA, J. 2006. Impacto de aportes superficiales de biomasa vegetal de diferente calidad sobre poblaciones nativas de hongos formadores de micorriza arbuscular, rizobios y nematodos, en un suelo agrícola de Santander de Quilichao (DEPARTAMENTO DEL CAUCA). [Tesis doctorado]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Facultad de ciencias agropecuarias.140 p.

RECONOCIMIENTO DE NEMATODOS EN PASTOS TROPICALES EN LAS COMUNIDADES DE SUCRE Y SAN VICENTE, CANTON DE SAN CARLOS. COSTA RICA. [Artículo de Internet] <http://www.allbusiness.com/11810787-1.html>. [Consulta: 3 de Abril de 2010]

RIVERO, E. Indicadores cuantitativos de la calidad del suelo y salud de un cultivo de soja en siembra directa. [Artículo de Internet] [http://www.inta.gov.ar/suelos/info/documentos/informes/Indicadores\\_cuantitativos.htm](http://www.inta.gov.ar/suelos/info/documentos/informes/Indicadores_cuantitativos.htm). [Consulta: 3 de Abril de 2010]

ROSADO, Y. 2005. Efecto de prácticas agrícolas sustentables en el manejo de Nematodos fitoparasíticos en calabaza (*Cucurbita moschata* Dutch.) [Tesis de Maestría] Utuado: Universidad de Puerto Rico. Colegio de ciencias agrícolas. 114p.

SALGUERO, B. 2006. Caracterización de nematodos de vida libre como bioindicadores de calidad y salud de suelos bananeros en Costa Rica. [Tesis de Maestría] Turrialba. Centro agronómico de investigación y enseñanza CATIE. 82p.

SAS INSTITUTE INC. 1999-2000. Sas User's Guide: Statistics release 8.1. SAS Institute. N.C. USA.

STEINBERGER, Y; SARIG, S. 1993. Responses by soil nematode populations in the soil microbial biomass to a rain episode in the hot, dry Negev Desert. Biol. Fertil. Soils.16 : 188-192.

SWIFT, M.; WOOMER, P. 1993. Materia Orgánica y la Sostenibilidad en la agricultura. The biological managemet of tropical soil fertility. Wiley, Chichester. p 1-12

TOBÓN, J. 2005. Cómo tomar una buena muestra de suelo. ICA, Santafé de Bogotá., 142 p.

VANEGAS, A. 2004. Contribución al estudio de la nematofauna asociada con arvenses en suelos cultivados con maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.var. *flavicarpa* Degener) bajo condiciones de tres municipios del Valle del Cauca. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 118 p.

VOLCY, C. 1997. Nematodos Tomo 1. El ABC de la Nematología. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 62 p.

----- 1998. Nematodos Tomo 2. Diversidad y parasitismo en plantas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 181 p.

WASILEWSKA, L. 1998. Changes in the proportion of groups of bacteriovorous soil nematodes with different life strategies in relation to environmental conditions. Applied Soil Ecology 9: 215-220.

WILLIAMSON, W.; WARDLE, D.; YEATES, G. 2005. Changes in soil microbial and nematode communities during ecosystem decline across a long-term chronoquence. Soil Biology and Biochemistry.37(7):1289-1301.

YEATES, G.; BONGERS, T.; GOEDE, R.; FRECKMAN, D.; GEORGIEVA, S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and Genera – An Outline for Soil Ecologists. *Journal of nematology*. 25 (3): 315 – 331-

----- 1979. Soil nematodes in terrestrial ecosystems. *Journal of Nematology*, 11(3): 213-227.

----- BIRD, A. 1994. Some observations on the influence of agricultural practices on the nematode faunae of some South Australian soils. *Fundamental Applied Nematology* 17 (2): 133 – 145.