

IDENTIFICACION DE NEMATODOS ASOCIADOS AL PASTO COLOSUANA
(*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL EL
PERICO DE LA UNIVERSIDAD DE SUCRE EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES
DEPARTAMENTO DE SUCRE.

FAUSTO ANTONIO PAYARES MONTERROZA
JAIME FERNANDO MERCADO ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACION Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
SINCELEJO-SUCRE
2006.

**IDENTIFICACION DE NEMATODOS ASOCIADOS AL PASTO COLOSUANA
(*Bothriochloa pertusa*(L) Camus) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL EL
PERICO DE LA UNIVERSIDAD DE SUCRE EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES
DEPARTAMENTO DE SUCRE.**

**FAUSTO ANTONIO PAYARES MONTERROZA
JAIME FERNANDO MERCADO ORDOÑEZ**

**Proyecto presentado como requisito para optar el título
de Biólogo con énfasis en Biotecnología.**

DIRECTOR:

CARLOS ALBERTO GOMEZ SANTIZ

Microbiólogo.

Docente universidad de Sucre.

CODIRECTOR:

ALEXANDER PEREZ CORDERO

I.A. MSc. en microbiología.

Docente Universidad de Sucre.

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACION Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
SINCELEJO-SUCRE
2006.**

“Únicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo” articulo 12 resolución 02 de 2003.

Nota de aceptación.

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado.

Firma del Jurado.

DEDICATORIA.

*A mi padres Jaime Rafael Mercado por guiarme a superar los
Obstáculos de la vida, insistiendo que mire hacia adelante.*

A mi madre Moraima Rita Ordóñez Por darme la vida.

A mis hermanos, German, Gabriel & Maria Beatriz.

Y a mis demás familiares.

*AL OMNIPRESENTE, todopoderoso
Que mediante el reflejo de su voluntad fue posible
La realización de éste trabajo
Siendo éste ser la voluntad personificada, que emana la energía vital.*

!!! GRACIAS SEÑOR!!!

JAIME .

Al ser que ha sido mi apoyo en todos los momentos de mi vida y me ha brindado su fortaleza y sabiduría al que me ha mostrado una realidad profunda de la existencia al Maestro que me aconseja con su dulce voz a ese ser que trabaja conmigo cada instante para poder ser todo lo que en su infinita sabiduría a deseado que yo sea a la poderosa presencia que organiza toda la grandeza del universo hasta la invisible y misteriosa realidad cuántica de los quarks al Gran yo soy omnipresente que me ha permitido ser parte de si mismo a ese ser que ha puesto Ángeles en mi vida como lo son mis padres Olimpo payares y Marina monterroza ,hermanos maravillosos que han sido instrumentos para mostrarme su luz y amor como lo son Leonardo Olimpo J, Suad, Alma, Olimpo A, en especial mi hermano Alexander Payares por todo su apoyo .

Toda la honra y gloria para ti mi señor JEHOVA

FAUSTO PAYARES

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresa sus agradecimientos a:

La Universidad de Sucre, por su confianza depositada sobre mi persona.

La Doctora **Zaida Lozano**, Docente de la Universidad de Córdoba, por tomarse un pequeño tiempo en corroborar la identificación de los géneros de nematodos y enseñanza de algunas técnicas nematológicas.

Al docente **Emil Hernández Ruz**, por sus valiosas sugerencias sobre el trabajo.

Al docente **Norbey Marín**, por sugerirnos algunos modelos estadísticos.

Al docente **Hernando Gómez** por su colaboración incondicional.

Al docente **Antonio Tovar Ortega**, por la información de los análisis fisicoquímicos del suelo.

A la docente **Sonia Mahecha**, por algunas orientaciones sobre la realización del trabajo.

Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Sucre, por su apoyo y colaboración.

Arturo Doncel Mestra, Coordinador del Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Sucre, por su apoyo incondicional.

Los estudiantes de Biología de la Universidad de Sucre **Didier Marquez y Geovannis Montes**, por su colaboración.

A todas las personas que de una y otra manera hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO.

	Página.
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. OBJETIVOS.....	19
3.ESTADO DEL ARTE.....	20
3.1. PASTO COLOSUANA.....	20
3.1.1. SINONIMOS.....	20
3.1.2. NOMBRES COMUNES.....	20
3.1.3. ORIGEN.....	21
3.1.4. ADAPTACIÓN Y CLIMA.....	21
3.2. GENERALIDADES SOBRE LOS NEMATODOS.....	21
3.2.1. ANATOMIA DE LOS NEMATODOS.....	23
3.2.2. CLASIFICACION.....	25
3.2.3. LOS NEMATODOS EN EL COMPLEJO BIOLÓGICO DEL SUELO.....	31
3.2.4. NEMATODOS DE MAYOR IMPORTANCIA MUNDIAL EN CULTIVOS DE PASTO TROPICAL.....	34
3.2.5. NEMATODOS DE MAYOR IMPORTANCIA EN CULTIVOS DE PASTO TROPICAL EN COLOMBIA.....	35
3.3. DEFINICIONES DE BIODIVERSIDAD.....	37
3.3.1. IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD.....	38
3.3.2. MEDIDAS DE LA BIODIVERSIDAD.....	38
3.3.2.1. DIVERSIDAD ALFA.....	39

3.3.2.1.1. MEDICIONES DE LA RIQUEZA ESPECÍFICA.....	39
3.3.2.1.2. INDICES BASADOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA DE ESPECIES.....	39
3.3.2.2. DIVERSIDAD BETA.....	40
4. METODOLOGÍA.....	43
4.1. LOCALIZACION Y EXTENSIÓN.....	44
4.2. METODOLOGÍA DE CAMPO.....	44
4.2.1. CANTIDAD DE SUELO A MUESTREAR.....	44
4.2.2. MANEJO DE LAS MUESTRAS.....	45
4.3. METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	45
4.3.1. ANALISIS NEMATOLOGICO.....	45
4.3.1.1. ANALISIS NEMATOLOGICO DEL SUELO.....	45
4.3.1.2. ANALISIS NEMATOLOGICO DE LAS RAICES.....	46
4.3.1.3. CONTEO SEPARACION E IDENTIFICACIÓN DE MORFOTÍPOS.....	46
4.4. ANALISIS DE DATOS.....	46
4.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	46
4.4.1.1. DIVERSIDAD ALFA.....	46
4.4.1.1.1. CURVA DE ACUMULACIÓN POR ESPECIES.....	46
4.4.1.1.2. INDICES BASADOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA DE ESPECIES.....	48
4.4.1.2. DIVERSIDAD BETA.....	49
5. RESULTADOS.....	51

5.1. DIVERSIDAD ALFA.....	77
5.1.1. CURVA DE ACUMULACION POR ESPECIES.....	77
5.1.2. INDICES BASADOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA DE ESPECIES.....	81
5.1.2.1. INDICE DE SIMPSON.....	81
5.1.2.2. DIVERSIDAD DE SHANNON.....	82
• PRUEBA T PARA COMPARACION DE VALORES DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H').....	83
5.2. DIVERSIDAD BETA.....	83
5.2.1. COEFICIENTE DE SORENSEN CUANTITATIVO.....	83
6. ANALISIS DE RESULTADOS.....	85
7. CONCLUSIONES.....	89
8. RECOMENDACIONES.....	91
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	92

INDICE DE FIGURAS.

	Página.
FIGURA 1. Cadenas alimenticias de nematodos con grupos funcionales.....	33
FIGURA 2. Mapa del departamento de Sucre, con la ubicación de la granja experimental EL Perico.....	43
FIGURAS 3. Ejemplo de Curva de acumulación por especies.....	47
FIGURAS 4. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados en A, en suelo y B, en raíces de la zona 1.....	72
FIGURAS 5. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados en A, en suelo y B, en raíces de la zona 2.....	74
FIGURAS 6. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados en A, en suelo y B, en raíces de la zona 3.....	75
FIG.7 Curva de acumulación de especies en la zona 1, efectuada con el programa EstimateS 6.0 (colwell, 2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de bootstrap (línea color rosa).....	78
FIG.8 Curva de acumulación de especies en la zona 2, efectuada con el programa EstimateS 6.0 (colwell,2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de bootstrap (línea color rosa).....	79
FIG. 9 Curva de acumulación de especies en la zona 3, efectuada con el programa EstimateS 6.0 (colwell,2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de bootstrap (línea color rosa).....	80
FIG. 10 valores del índice de diversidad de Simpson en cada zona de muestreo.....	81

FIG. 11 valores del índice de diversidad de Shannon en cada zona de muestreo.....82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características distinguibles que diferencian los dos grupos de nematodos (Adenophorea y Scernentea).....	29
Tabla 2. Nematodos de importancia asociados a pasturas a nivel mundial.....	34
Tabla 3. Gremios tróficos de nematodos asociados al pasto colosuana.....	51
Tabla 4. Frecuencias totales del muestreo de suelo y raíz en tres diferentes zonas de estudio.....	71
Tabla 5. Agrupamiento de las frecuencias totales de los nematodos según el rango de abundancia en cada zona realizado por el software Biodiversity-Professional Beta 97.....	76
Tabla 6. Prueba de hipótesis calculadas por el software Bio-dap 95.....	83
Tabla 6. Análisis de comparación de las comunidades de nematodos por el índice de Sorensen cuantitativo realizado en el software Biodiversity-Professional Beta, 1997.....	84

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO A: Método del embudo de Baermann modificado por Handoo & Ellington, 2003.....	102
ANEXO B: Método de Seinhorsts para la transferencia de nematodos a glicerina deshidratada.....	103
ANEXO C: Tabla de resultados de valores observados y estimados, aleatorizados 100 veces arrojados por el programa Estimates 2000. (Colwell, 2000).....	104
ANEXO D: Lluvia promedio mensual durante el año 2005, registrada con el pluviómetro de la estación meteorológica IDEAM de la granja experimental “El Perico”.....	105
ANEXO E: Temperatura promedio mensual durante el año 2005, registrada en la estación meteorológica IDEAM de la granja experimental “El Perico”.....	106
ANEXO F: Análisis fisicoquímicos del suelo proveniente de la granja experimental “El Perico”, en el año 2005.....	107

RESUMEN.

El presente trabajo se hizo con el objetivo de realizar inventario de géneros de nematodos asociados al pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) en la granja experimental "El Perico", para ello se seleccionaron tres zonas (zona 1, donde las características del área muestran un ambiente, poblado con la mayor abundancia de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), zona 2 y zona 3. con mayor antropización y menor abundancia de pasto colosuana) representativas de los distintos relieves del área de estudio.

Se identificaron 10 géneros de nematodos, encontrándose en mayor proporción el genero *Cephalobus*, sobre los otros géneros como *Praïtylenchus*, *Criconemella*, (fitoparásitos), *Dorylaimus* (Omnívoros), *Prionchulus* y *Trixyia* (Predadores), *Aphelenchoides* (micófago), *Tylocephalus*, *Acrobeles* y *Rhabditis* (Bacterívoros). Fue estudiada la riqueza de géneros de nematodos y la composición faunística dentro de estas zonas, las zonas 1 y 3 resultan ser las mas ricas en géneros de nematodos aunque las zonas 2 y 3 muestran los índices de abundancia proporcional de Simpson y de Shannon con la diversidad de nematodos mas semejantes lo que es corroborado con el índice de similitud cuantitativo de Sorensen.

ABSTRACT

The present work make their with the objective of make inventory of the nematode genus associated on colosuana pasture (*Bothriochloa Pertusa* (L) Camus) in the experimental grange "El Perico" take three study plots (plot 1, witch the characteristic to explain a densely populated environment with Pasto Colosuana (*Bothriochloa Pertusa* (L) Camus) and plots 2, 3 with amount less Pasto Colosuana) with different relief.

Make their the identification of 10 nematode genus, their encounter a great proportion of *Cephalobus* genus over the other genus to those *Praiylenchus*, *Criconemelia* (plant parasites), *Doryaimus* (omnivore), *Prionchulus*, *Triçyia* (predator), *Tyiocephalus*, *Acrobeles*, *Rhabaitis* (Bacterivores), *Apheienchoiðes* (Fungivore).

Study Their nematode genus richness and faunistic composition inside of the three plots, the plots 1 and 3 is the more richest sampling plots with a nematode genus although the plots 2 and 3 has the values of proportional abundance of Simpson and Shannon more similar, corroborating witch the index of similitude quantitative Sorensen.

1. INTRODUCCION.

La principal actividad económica del departamento de Sucre es la ganadería doble propósito del cual el 94.9% de su territorio está dedicado exclusivamente al pastoreo del ganado donde la fuente exclusiva del alimento animal la constituyen las gramíneas forrajeras de la región, dentro de las cuales se encuentra el pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus). El pasto colosuana es una de las especies predominante en el departamento de Sucre principalmente en la región sabanas (Dane, 1996).

Los nematodos pertenecen al reino animal, en ocasiones denominados anguilulas, tienen un aspecto vermiforme pero taxonómicamente son bastante distintos de los verdaderos gusanos, la mayoría de las miles de especies de nematodos viven libremente en aguas salada o dulce alimentándose de plantas y animales microscópicos. Numerosas especies de nematodos atacan y parasitan al hombre y a los animales en los que producen diversas enfermedades. Sin embargo, se sabe que varios centenares de sus especies se alimentan de plantas vivas en las que producen una gran variedad de enfermedades (Agrios, 1998).

Los nematodos son organismos parásitos de vida libre que en ocasiones infectan las plantas, provocando en ellas múltiples alteraciones fisiológicas, conllevándolas muchas veces a la muerte. En el caso del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), que es el alimento de preferencia para la alimentación del ganado en esta región sucreña, la presencia de estos organismos puede convertirse en una problemática, debido a que escasea la fuente de alimento y por ende afecta la productividad de toda la actividad ganadera.

La presencia de nematodos parásitos asociados a plantas gramíneas forrajeras tropicales e hierbas, indican que los nematodos tienen un potencial para restringir la productividad de las pasturas (Stanton *et al*, 1989).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer la diversidad de nematodos asociados a la especie de Pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) presente en la granja experimental "El Perico" de la Universidad de Sucre.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Identificar géneros de nematodos fitopatógenos asociados al pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) en la granja el Perico de la universidad de Sucre en el municipio de Sampués del departamento de Sucre.

2.2 Objetivos específicos:

- Aislar géneros de nematodos asociados al Pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), mediante la técnica del embudo de Baermann.
- Identificar los principales géneros de nematodos asociados con el Pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus).
- Evaluar la diversidad de géneros de nematodos asociados a la especie de Pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), mediante los índices de biodiversidad de Simpson y Shannon, y establecer una curva de acumulación por especies para estimar un muestreo representativo.

3. ESTADO DEL ARTE.

3.1 Pasto colosuana:

De acuerdo a Vallejo y Zapata (2000), el pasto colosuana presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino Vegetal.
 División..... Embriophyta.
 Clase..... Angiospermae.
 Subclase..... Monocotyledonae.
 Orden..... Glumiflorales.
 Familia..... Poaceae.
 Género..... *Bothriochloa*
 Especie..... *pertusa* (L) A. Camus.

3.1.1. Sinónimos:

Holcus pertusa L., *Dichamitium pertusum* (L) Clayton., *Andropogon panormitanus* Parl., *Andropogon pertusus* Var. *Panormitanus* Hack., *Andropogon pertusus* (L) Will., *Amphilophis pertusa* (L) Staff (Vallejo y zapata, 2000).

3.1.2. Nombres comunes:

Colosuana, Kikuyo, Kikuyina (costa norte Colombiana), Camguyana, Coneja, Pasto colosuana (España), Barbados sourgrass, Sweet pitted grass (Inglaterra), Hurricane seymour grass, Seymour grass (Africa), Indian blue grass (Australia). (Vallejo y Zapata, 2000)

3.1.3. Origen:

Originaria de los trópicos del viejo mundo desde el sur y nordeste del África tropical y Arabia, hasta el sudeste de Asia, India, Sri Lanka e Indonesia. Introducidas en los Estados Unidos, México y las Indias occidentales, donde ha sido naturalizada. El mismo autor sostiene que en el valle del alto Magdalena y en la costa Atlántica esta especie de pasto se ha generado espontáneamente y colonizado, desplazándose a especies nativas e introducidas e esta región. (Vallejo y Zapata, 2000)

3.1.4. Adaptación y clima:

Esta gramínea se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas desde las regiones templadas cálidas hasta las regiones tropicales húmedas o muy secas, una altitud de 0 hasta 2100 m.s.n.m., una precipitación de 500 hasta 4000mm/año, temperaturas de 17 a 30°C periodo de dos a cinco meses/año. La especie se reporta moderadamente resistente a las sequías; Tolera temporadas secas cortas, algunos autores la reportan como una especie que invade las zonas de temporadas seca marcadas (Vallejo y Zapata, 2000).

Se adapta a suelos de textura muy livianas hasta muy pesadas, pH de ligeramente alcalino a ligeramente ácido, drenaje de bueno a imperfecto. En los climas tropicales prospera en una amplia variedad de suelos, siempre que presenten buenas condiciones de drenaje, se adapta adecuadamente a suelos pobres (Vallejo y Zapata, 2000).

3.2. Generalidades sobre los nematodos:

Los nematodos son organismos pluricelulares de forma alargada y redondeada (vermiformes), de ahí que se conozcan también como vermes,

helminchos o gusanos cilíndricos, aunque las hembras de algunas especies fitoparásitas pueden tener forma de pera, riñón, saco, limón, etc. Poseen simetría bilateral, no son segmentados y carecen de apéndices articulados (Yépez 1972, Volcy 1997 y Luc. et al 1990).

Su cuerpo está protegido por una cutícula resistente y tiene tubo digestivo completo, es decir, un conducto con boca y ano, en extremos opuestos del cuerpo. Carecen por completo de órganos respiratorio y circulatorio.

El sistema nervioso en la mayoría de ellos, está reducido a un anillo nervioso situado alrededor del esófago, conectado con seis nervios anteriores y seis o más nervios que corren al extremo posterior.

Casi todas las especies poseen sexos separados y por lo general, los machos son más pequeños que las hembras. La fecundación es interna; el desarrollo postembrionario puede ser directo, pero formándose juveniles que sufren varias mudas antes de llegar al estado adulto (Yépez 1972).

En forma general el número de especies conocidas sobrepasa las 170.003, y se los encuentra distribuidos en los ambientes donde haya posibilidad de vida en casi todos los suelos en el mundo; Se han encontrado en las nieves del Ártico, en musgos del Antártico, en aguas termales, en las profundidades del océano y en las más altas montañas, etc. (Gonzaga 1982, Volcy 1997).

Su variación en tamaño es tan grande como la de cualquier otro organismo vivo. Los más pequeños que generalmente son fitoparásitos miden apenas 0.25mm, con peso promedio de 1-2µg, los más grandes encontrados en ballenas, tienen más de 8 metros de longitud (Prieto, 1987).

Son los metazoarios más abundantes en el suelo señalando que en tierra cultivable pueden hallarse poblaciones medias de 2 millones/m² y máximas

de 20-30 millones/m², las cuales pueden producir biomasa anual entre 1.5 y 2.2 g/m² (Volcy, 1997)

Mucho de los nematodos se alimentan de bacterias, hongos y otros organismos del suelo, otros son parásitos del hombre, animales y plantas. Los cultivos agrícolas estiman el aumento de nemátodos fitoparásíticos que se alimentan de los cultivos que vienen desarrollándose. Ocasionalmente nuevos tipos de nematodos parasíticos de plantas podrían ser introducidos dentro de un nuevo campo por partes de plantas contaminadas, suelo o equipos agrícolas e irrigaciones de aguas. Los nematodos que parasitan las plantas podrían causar una pérdida de la producción por ellos mismos o ellos mismos podrían cooperar con otros organismos del suelo como virus, hongos y bacterias, para promover el desarrollo de una enfermedad en una planta, sobre todo la alimentación de los nematodos reduce el flujo de agua y de nutrientes dentro de la planta, aumentando la susceptibilidad de ésta a otros factores estresantes como el calor, agua y deficiencia nutricionales (USDA, 2002).

3.2.1. Anatomía de los nematodos:

Los nematodos constan de:

- **Estilete:**

Los nematodos fitoparásitos poseen un estilete que es una especie de lanza sólida y afilada usada para la alimentación. Los músculos mueven el estilete hacia adentro y hacia fuera permitiendo al nematodo pinchar a las células de las plantas. Una vez que las células son abiertas. Los nematodos vacían el contenido de esta (USDA 2002).

- **Esófago:**

El esófago es un tubo donde el alimento se mueve desde la cabeza hacia el intestino-estómago. Unas glándulas vacían su contenido dentro del esófago para ayudar a la digestión.

El bulbo medio es un músculo circular el cual bombea el alimento a través del esófago. En el centro del bulbo medio se encuentra una válvula que permite que el contenido se mueva del estilete al intestino (USDA 2002).

La glándula más grande del nematodo es la glándula esofágica, esta glándula está formada por células grandes con núcleos grandes y son empleadas para liberar sustancias que ayudan con la alimentación y la digestión (USDA 2002).

- **Anillos nervioso:**

Consta de un amplio grupo de células nerviosas en los nematodos. Seis grupos de células nerviosas se extienden desde el anillo nervioso el receptor sensorial en la cabeza del nematodo. Otras células nerviosas se extienden desde el anillo nervioso hasta el tallo (USDA 200).

- **Sistema digestivo:**

Esta constituido por un tubo de simples capas de células del intestino. El alimento entra al intestino después del esófago, donde los nutrientes son absorbidos, y los desechos son liberados a través del ano (USDA 2002).

- **Sistema reproductivo:**

El ovario es donde las células germinales dan paso a la producción de huevos. La fertilización por el esperma toma lugar en el útero y los huevos son liberados a través de la vagina. Aunque la talla de los nematodos varía

grandemente, muchos de los huevos de nematodos los son respecto a la talla y la forma (USDA 2002).

- **Huevos:**

Muchas especies de nematodos producen machos y hembras, pero algunas especies solamente producen hembras.

Los nematodos machos producen esperma en sus testículos, los cuales tienen una apariencia similar al ovario femenino. El esperma se acumula en la vesícula seminal y sale a través del ano. Durante el apareamiento, la espícula rígida se inserta dentro de la vagina y forma un pasadizo para el esperma (USDA 2002).

- **Cutícula:**

Es una cubierta flexible que cubre al nematodo (piel), el cual lo protege de los peligros físicos y químicos. La característica más perceptible de la cutícula es un sistema de ranura a través del cuerpo de cabeza a tallo. Como los nematodos crecen, usualmente mudan su cutícula cuatro veces (USDA 2002).

3.2.2. Clasificación:

Según Thorne 1961, El phylum Nemata comprende 2 clases (Scermentea "Phasmidia" y Adenophorea "Aphasmidia"), 3 ordenes (Tylenchida, Rhabditida y Monhysterida), 5 superfamilia (Tylenchoidea, Aphelenchoidea, Rhabditoidea, Dorylaimoidea y Monhysteroidea) y a su vez por 19 familias (Tylenchida, Neotylenchida, Heteroderidae, Criconematidae, Tylenchulidae, Aphelenchidae, Aphelenchoididae, Sphaerulidae, Rhabditidae, Cephalobidae, Chambersiellidae, Diplogasteridae, Belonidiridae,

Longidoridae, Leptonchidae, Diphtherophorinae, Alaimidae, Mononchidae),
como se estructura a continuación en el siguiente esquema:

Clasificación de nematodos según Thorne 1961.

Phylum	Clase	Orden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género
Nemata	Scermentea (Phasmidia)	Tylenchida	Tylenchoidea	Tylenchidae	Tylenchinae	Tylenchus
						Tylenchorhynchus
						Tetylenchus
						Psilenchus
						Macrotrophurus
						Trophurus
						Ditylenchus
						Pseudhalenchus
						Anguina
						Paranguina
					Hoplolaiminae	Hoplolaimus
						Scutellonema
						Rotylenchus
						Helicotylenchus
						Spyrotylenchus
				Pratylenchinae	Pratylenchus	
					Radopholus	
					Chitinotylenchus	
					Nacobbus	
					Rotylenchus	
				Géneros de posición incierta	Atylenchus	
					Eutylenchus	
				Neotylenchidae	Neotylenchinae	Neotylenchus
						Deladenus
					Nothotylenchinae	Nothotylenchus
						Boleodorus
						Thada
Nothanguina						
Halenchus						
Ecphyadophora						
Paurodontinae	Paurodontus					
	Stictylus					
Exatylinae	Exatylylus					
Heteroderidae	Heteroderinae	Heterodera				
		Meloidogyne				
		Meloidodera				
Criconematidae	Criconematinae	Criconema				

						Criconemoides
						Hemicycliophora
						Hemicriconemoides
					Paratylenchinae	Paratylenchus
						Cacopaurus
					Dolichodoridae	Belonolaimus
						Dolichodorus
					Posición incierta	Macroposthomia
				Tylenchulidae	Tylenchulinae	Trophotylenchus
						Tylenchulus
					Sphaeronematinae	Sphaeronema
						Trophonema
				Aphelenchidae	Aphelenchinae	Aphelenchus
					Paraphelenchinae	Paraphelenchus
						Metaphelenchus
						Aphelenchoides
						Rhadinaphelenchus
						Anomyctus
						Seinura
						Laimaphelenchus
						Bursaphelenchus
						Tylaphelenchus
						Criptaphelenchus
						Schintonchus
					Aphelenchoidinae	Steineria
						Parasitaphelenchus
						Ectaphelenchus
						Paraphelenchus
					Parasitaphelenchinae	Entaphelenchus
				Sphaerularidae		Sphaerularia
						Tripius
						Scatonema
				Rhabditidae		Rhabditis
						Pelodera
						Caenorhabditis
						Cruznema
						Mesorhabditis
						Teratorhabditis
						Rhabditoides
						Rhabditonema
					Rhabditinae	Pterygorhabditis
						Protorhabditis
					Protorhabditinae	Neorhabditis
						Poikilolaimus
					Poikilolaiminae	Brevibucca
	Adenophorea (Aphasmidia)					
		Rhabditida				
			Rhabditoidea			

					Diploscapterinae	Diploscapter	
					Bunonematinae	Bunonema	
				Cephalobidae	Cephalobinae	Cephalobus	
							Eucephalobus
						Acrobeles	
						Pseudacrobeles	
						Acrobeloides	
						Chiloplacus	
						Stegellata	
						Placodira	
						Zeldia	
						Acrobelinae	Cervidellus
						Panagrolaiminae	Panagrolaimus
							Panagrodontus
							Plectonchus
							Neocephalobus
					Procephalobus		
					Tricophalobus		
					Panagrellus		
					Panagrobelus		
					Turbatricinae	Macrolaimus	
						Turbatrix	
				Chambersiellidae		Chambersiella	
				Diplogasteridae		Diplogaster	
	Monhysterida	Dorylaimoidea		Dorylaimidae		Dorylaimus	
				Belonidiridae		Axonchium	
				Longidoridae	Longidorinae	Longidorus	
						Xiphinema	
					Leptonchidae	Leptonchus	
						Tylencholaimellus	
					Diptherophorinae	Diptherophorinae	Diptherophora
						Trichodorinae	Triplonchium
							Trichodorus
					Alaimidae		Alaimus
		Monhysteroidea		Mononchidae		Mononchus	
						Mylonchulus	

En general todos los nematodos se dividen en dos clases principales que son la Adenophorea y la Scernentea donde sus características distinguibles entre estos dos grupos se resumirán en el siguiente esquema:

Característica.	Adenophorea	Scernentea
<i>Fásmide</i>	Ausente	Presente
<i>Anfide</i>	Bien desarrollada Post-labial	En forma de poro en el labio
<i>Bursa</i>	Rara	Común
<i>Seta</i>	Común	Rara (cefálica o somática)
<i>Sistema excretor</i>	Unicelular (usualmente conductos terminales no cuticularizados)	En forma de H o U (tubular bien desarrollado)
<i>Glandulas:</i>		
<i>rectal</i>	Usualmente ausente	Usualmente presente
<i>caudal</i>	Usualmente presente	Ausente
<i>hipodermal</i>	Usualmente presente	Ausente

Tabla 1. Características distinguibles que diferencian los dos grupos de nematodos (Adenophorea y Scernentea) Fuente: Maggenti, 1981.

En términos de hábitat, los nematodos patógenos son “ectoparásitos”, es decir, normalmente las especies no penetran en los tejidos de la raíces sino que se alimentan únicamente de las células que se localizan cerca de la superficie de la raíz o “endoparásitos”, es decir las especies que penetran en el hospedante y que se alimentan de él. Ambos grupos pueden ser migratorios, es decir, viven libremente en el suelo y se alimentan de las plantas sin que se fijen a ellas (Agrios, 1998).

Los nematodos ectoparásitos comprenden a los nematodos anillados (sedentarios) y a los nematodos daga, picador de la raíz escobilla (todos migratorios). Los nematodos endoparásitos incluyen a los nematodos formadores de quistes, de los cítricos y del nudo de la raíz (todos sedentarios) y a los nematodos espiral, lanza inductor de las lesiones, del bulbo y del tallo, perforador foliar y del achaparramiento de las plantas (casi todos migratorios). De estos últimos, los nematodos espiral, lanza y enquistados son ectoparásitos hasta cierto punto, al menos durante parte de su vida (Agrios, 1998).

Los nematodos en general pueden ser:

- **Nematodos Predadores y omnívoros:** se alimentan de invertebrados como protozoos, rotíferos, bacterias, hongos, algas, de los mismos nematodos y en general de todo un poco (Thorne 1961, Volcy 1997).

Algunos perforan la pared del cuerpo de la víctima y succionan los fluidos, otros son ingestores que tragan la presa. De estos los más representativos son aquellos de los subordenes *Mononchida* y *Dorylaimida*.

Algunos autores denominan a estas tres categorías anteriores como nematodos de vida libre (Volcy 1997).

- **Nematodos micetófagos, micófagos o microherbívoros:** Poseen un pequeño estomatoestilete u odontoestilete, con el que perforan las paredes miceliales de los hongos, inyectan enzimas hidrolíticas y succionan el citoplasma de las células del hongo. La especie *Aphelenchoides hamatus* se alimenta de varios hongos incluyendo las hifas y conidias de hongos fitopatógenos, tales como *Fusarium spp.*

Otros géneros de nematodos micetófagos son *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, y *Tylenchus* (Thorne 1961, Volcy 1997, Swisher 1999)

- **Nematodos Bacterívoros:** Se encuentran principalmente en ambientes ricos en sustancias orgánicas en descomposición participando del proceso de desintegración de restos, por lo que se les conoce como saprofitos o eusaprobios. No presentan estilete, pero sí un estoma tubular y espacioso por donde ingieren el alimento.

Como ejemplo de nematodos Bacterívoros se encuentran los géneros:

Rhabditis, *Panagrolaimus*, *Panagrellus*. Algunos de estos aunque no ataquen directamente a las plantas pueden ser portadores de esporas de hongos fitopatógenos y células bacteriales en su sistema digestivo (Volcy 1997).

La naturaleza exacta de su alimento es poco conocida; se encuentran casos donde probablemente se alimentan de cuerpos de bacterias vivas, de tejido muerto sobrante y de productos de actividad bacteriana (Swisher, 1999).

3.2.3. Los nematodos en el complejo biológico del suelo

Los nematodos igual que los demás seres vivos del suelo, no se encuentran aislados, se encuentran en relación con varios grupos de organismos que habitan en el sistema. Estudios han mostrado que los nematodos se relacionan con hongos, bacterias, virus, cantidad de pequeños insectos, entre los mismos nematodos y con los vegetales, entre otros (Gaugler sin fecha, Yépez 1972, Gonzagá 1982, Garzón 1995, Volcy 1997, Montoya 2001).

La diversidad de géneros y especies de nematodos del suelo, hace que se consideren como organismos cosmopolitas de este medio, y por ello son variadas también las relaciones que hay entre estos y los demás organismos del suelo, encontrándose prácticamente todo tipo de relaciones dadas entre seres vivos, como son: cooperación, competencia, neutralismo,

comensalismo, antagonismo, mutualismo, parasitismo, predación, etc.(Gaugler sin fecha, Yépez 1972, Gonzagá 1982, Dos Santos 1992, Garzón 1995, Volcy 1997, Montoya 2001).

La figura 1, permite observar algunas de las relaciones de los diferentes grupos de nematodos con otros organismos del suelo.



3.2.4. Nematodos de mayor importancia mundial en cultivos de pasto tropical:

En la tabla 2 se resume directamente todas las especies de nematodos que se encuentran asociados a pasturas en el mundo:

Tabla 2. Nematodos de mayor importancia asociados a pasturas a nivel mundial.

Especie de nematodo	Planta huésped	Fuente
<i>Tylenchulus semipenetrans</i> Coob.	<i>Andropogon rizophomatus</i> Sw.	Stokes, 1969
<i>Pratylenchus brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev & Schuurmans. <i>P. loosi</i> Loof.	<i>Brachiara mutica</i> (Forsk).	Lordello and Mello, 1970.
	<i>Desmodium asperum</i> Desv.	Luc & Guiran, 1960.
	<i>D. polycarpum</i>	
	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	Sharma & Swarup, 1982.
	<i>D. gyroides</i> DC.	Loof, 1060.
<i>Tylenchorhynchus vulgaris</i> Upadhyay.	<i>Stylosanthes hamata</i> (L) Taub.	Azmi et al, 1985.
<i>Heterodera sacchari</i> Luc & Merny.	<i>Paspalum conjugatum</i> Sw. And <i>B. Brizantha</i>	Odhirin, 1975.

	(Hochst ex A. Rich) Stapf.	
<i>Meloidogyne inccgnita</i> (Kofoid & White) Chidwood.	<i>Desmodium ovalifolium</i> Wall.	Goodey et al, 1959.
<i>M. javanica</i> (Treub) Chidwood.	<i>Desmodium ovalifolium</i> Wall. <i>Desmodium heterocarpon</i> DC.	Lenné, 1981. Stanton & Hernandez, 1986.
<i>Heterodera glycinex</i> Ichihone.	<i>Desmodium ovalifolium</i> Wall.	Riggs & hamblen, 1962.
<i>Pteroyienchus cecidogenus</i> Siddiqui & Lenne.	<i>Desmodium ovalifolium</i> Wall.	Stanton et al, 1986. Siddiqui & Lenne, 1984. Lenné, 1983.
<i>Criconemelia ornata</i> (Rasky) De Grisse & Loof	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	Sharma & Swarup, 1982.
<i>Helicoyienchus aigonicus</i> Perry.	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	Sharma & Swarup, 1982

3.2.5. Nemátodos de mayor importancia en cultivos de pastos tropicales en Colombia:

Los géneros de nematodos citados a continuación son los que se encuentran asociados a las especies de pastos examinadas por Stanton *et al*, en 1977:

Arachis pintoi, *Brachiara* spp., *Centrosema* spp., *Desmodium* spp., *Hyparrhenia rufa*, *Meibomia* spp., *Pueraria phaseoloides*, *Sylvestris* spp., *Zornia* spp., y entre toda esta la que pertenece al género *Andropogon*, a *Andropogon gayanus* (Stanton *et al*, 1989):

- ***Helicotylenchus* spp.** (Llamado también nematodo espiral). De pequeño a mediana talla (0.4-1.2 mm), usualmente de forma de espiral. Ectoparásito, semiendoparásito o endoparásito de las raíces. La especie más dañina es *H. multicinctus*. Las especies mayores son: *H. multicinctus*, *H. mucronatus*, *H. dihistera* y *H. pseudorobustus*.
- ***Pratylenchus* spp.** (Nematodo lesionador). Son un grupo importante de endoparásitos migratorios de raíz. Causan serios daños en muchas plantas de importancia económica. Son de pequeña talla (menos de 1 mm de longitud). Las especies mayores son *P. penetrans*, *P. brachyurus*, *p. coffeae*, *P. zaeae*, *P. goodeyi*, *P. thomei*, y *P. vulnus*.
- ***Xiphinema* spp.** (Nematodo daga de las raíces). Nematodo alargado transmisor de varios virus, de longitud de 0.8-5 mm. Ectoparásitos de raíces de plantas leñosas y perennes. Tiene amplia distribución mundial. Las especies mayores son: *X. americanum* y *X. elongatum*.
- Otro nematodo de mayor importancia en las pasturas Colombianas es *Monotrichodorus monohystera* (Allen) Andrassy.

3.3. DEFINICIONES DE BIODIVERSIDAD

Según la Organización de las Naciones Unidas en la Convención sobre Diversidad Biológica (1992), la diversidad biológica se define como “variedad de organismos vivos que existen en todas las fuentes, inclusive los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los cuales son parte, esta definición abarca asimismo la diversidad dentro de una misma especie, entre las diferentes especies y en los ecosistemas” (Halffter, 1992).

Halffter y Ecurra (1992), definen la biodiversidad o diversidad biológica como la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas. Así, cada clase de entidad, gen, célula, individuo, comunidad o ecosistema, tiene más de una manifestación. La diversidad es una característica fundamental de todos los sistemas biológicos. Se manifiesta en todos los sistemas jerárquicos: de las moléculas a los ecosistemas.

En un sentido estricto la diversidad (un concepto derivado de la teoría general de sistemas) es simplemente una medida de la heterogeneidad de un ecosistema. En el caso de los sistemas biológicos la diversidad se refiere a la heterogeneidad biológica, es decir, a la cantidad y proporción de los diferentes elementos biológicos que contenga el sistema. La medida o estimación de la biodiversidad depende entre otras cosas de la escala a la cual se defina el problema (Halffter, 1992).

Para Magurran (1988), la diversidad biológica se refiere a la variedad y abundancia de especies, su composición genética y a las comunidades, ecosistemas y paisajes en los cuales esta ocurre; igualmente se refiere a las estructuras ecológicas, funciones y procesos en todos estos niveles.

La biodiversidad es la totalidad de genes, especies, ecosistemas y procesos ecológicos de una región. (Isik et al., 1997).

3.3.1. IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD.

Halffter (1992), es uno de los principales autores que apoyan la importancia otorgada a la biodiversidad, afirma que esta es quizá el principal parámetro para medir el efecto directo o indirecto de las actividades humanas en los ecosistemas y que la mas llamativa transformación provocada por el hombre es la simplificación de la estructura biótica, y la mejor manera de medirla es a través del análisis de la biodiversidad.

Los estudios de biodiversidad son muy útiles para caracterización de comunidades ecológicas porque muestran la forma compleja como una comunidad se reparte los recursos ambientales, convirtiéndose en una herramienta de comparación y medición del efecto de las actividades humanas en los ecosistemas, sobretodo por simplificación de la estructura biótica. De esta manera, la medida de la diversidad se traduce en términos de cantidad y proporción de los elementos biológicos a diferentes escalas, utilizándose la expresión heterogeneidad para describir el estado del ecosistema (Halffter, 1992),

3.3.2. MEDIDAS DE BIODIVERSIDAD

La diversidad se compone de dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro del número de especies, la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine las dos componentes. Se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: La diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de

especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores (Melo, 2001).

3.3.2.1. Alfa-diversidad:

Según Magurran (1988), las medidas de este nivel de diversidad se pueden dividir en dos categorías:

3.3.2.1.1. Medición de la riqueza específica:

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad, esto es posible para ciertos taxos bien conocidos y de manera puntual en tiempo y espacio para esto las **funciones de acumulación de especies**, son una herramienta potencialmente útil en el análisis de la riqueza específica de muestras (Soberón y Llorente, 1993). El cual se puede comparar valores observados con estimadores de riqueza como:

- **Bootstrap:** Este estimador de las riquezas de especies se basa en p_j , la proporciones de unidades de muestreo que contiene a cada especie j (Palmer, 1990; Krebs, 1989).

3.3.2.1.2. Índices Basados en la Abundancia Relativa de Especies.

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa.

- **Diversidad de SHANNON.** Mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las

especies son igualmente abundantes. Cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes. Con base en este índice, Shannon también calcula la Homogeneidad, que va de 0 a 1, y se basa en el número total de especies.

- **El índice de SIMPSON.** Es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.

3.3.2.2. Beta-diversidad.

Según Magurran (1988), es básicamente una medida que informa sobre la similitud-disimilitud de un rango de hábitats o parcelas en términos de la variedad y algunas veces la abundancia de las especies que se encuentran en ellos. Mientras menos especies compartan las comunidades, mayor es la beta-diversidad.

Una manera de medir la beta-diversidad se relaciona con la comparación de la composición de especies de diferentes comunidades, de tal manera que mientras menor número de especies compartan las diferentes comunidades comparadas mayor será la beta-diversidad. Los índices de cuantificación más utilizados para esta categoría de diversidad se pueden dividir en dos clases que corresponde a las medidas métricas (Índices de Jaccard y Sorenson) y no métricas (Porcentajes de Disimilitud y Remotidad) (Melo, Martínez y Huertas, 1997).

- **Análisis de Cluster.** Magurran (1988), afirma que cuando hay varios sitios en una investigación, una buena representación de la beta diversidad puede ser obtenida a través de un análisis de **Cluster**. Este comienza con una matriz que da la similaridad entre cada par de sitios. Los dos sitios más similares en la matriz son combinados para formar un nuevo grupo. El análisis procede agrupando sucesivamente sitios similares hasta que todos son combinados en un solo gráfico de árbol. Hay variedad de técnicas para decidir cómo juntar sitios en grupos y como combinar grupos. Dos de los métodos mas ampliamente usados en ecología son la agrupación por promedio grupal y la agrupación por centroide.

El análisis de **Cluster** puede llevarse a cabo usando datos de presencia y ausencia o datos cuantitativos. Sin embargo en muchos casos los resultados son virtualmente idénticos. Dado que la interpretación de este análisis es por inspección visual del gráfico de árbol o **dendrograma**, la técnica funciona mejor con grupos de datos pequeños. Un gráfico de árbol de 30 sitios es a menudo difícil de interpretar y uno mayor tampoco facilita una comprensión ecológica Magurran (1988).

Para Togerren (1987), citado por Melo (1995), el análisis de **Cluster** es una forma explícita para identificar grupos en datos brutos, y permite encontrar estructuras en los mismos. Para datos ecológicos el análisis de Cluster es un tipo de análisis que clasifica sitios, especies o variables. Sin embargo, aun si hay una estructura continua, ésta se presenta en forma partida en un sistema discontinuo de tipos de clases. El mismo autor considera que un sistema de clasificación por **clustering** debe dar información sobre la co-ocurrencia de especies, tipos de comunidades para estudios descriptivos, y diferentes

relaciones entre comunidades y el medio ambiente, por el análisis de datos formados a partir de esta clasificación al utilizar variables ambientales.

Según Van Togerren (1987), y Pielou (1984), citados por Melo (1995), el análisis de **Cluster** utiliza diferentes tipos de índices denominados de similaridad y disimilaridad como el índice de Sorensen cuantitativo (usado en este estudio para evaluar beta diversidad), y otros, los cuales se pueden clasificar en medidas métricas y no métricas; las medidas métricas tienen las propiedades geométricas de la distancia, sujetas al axioma del triángulo inequilátero que establece que la longitud de algún lado del triángulo es menor que la suma de las longitudes de los otros dos lados. Una de las propiedades de las medidas de disimilaridad métrica es que ellas a menudo permiten que las unidades experimentales sean representadas por una nube de puntos en un espacio multidimensional lo que permite utilizar la misma información en otros análisis estadísticos multivariados como la ordenación.

Melo (1995), concluye referenciando diferentes trabajos citados por varios autores, en los cuales el análisis de **Cluster** se ha trabajado para evaluar espacios ecológicos, como es el caso de estudios de vegetación con el propósito de separar agrupaciones de datos similares internamente, pero con marcadas diferencias entre ellos. Esto ha permitido realizar tipificaciones en bosques naturales, donde a partir de **dendrogramas**, se han podido determinar grupos de vegetación o rodales, que deben tener regímenes de manejo diferentes. En estudios de composición florística con base en las especies del bosque o evaluando variables medioambientales, este estudio ha permitido separar comunidades vegetales. También, se han podido diferenciar ecosistemas cuando se utiliza como base la diversidad florística.

4. METODOLOGIA.

4.1 Localización y extensión

El presente trabajo se realizó en la granja experimental “El Perico”, perteneciente a la Universidad de Sucre, se encuentra ubicada en la margen izquierda de la vía que conduce de Sincelejo al municipio de Sampués a 11Km. de la primera, las coordenadas geográficas de esa zona son $9^{\circ} 19'$ de latitud norte y $75^{\circ} 26'$ de longitud oeste. Tiene una extensión de 11,8 hectáreas y se proyecta demarcando sus respectivos límites (Alvis *et al*, 1987).



Figura 2. Mapa del departamento de Sucre.

El área de estudio presentó una temperatura promedio durante el año 2005 de 27,9 °C y una precipitación en mm de 7,82 (ver anexos D y E). Con características fisicoquímicas con un pH clasificado como fuertemente ácido, con una textura del suelo Franco arcilloso-arenoso (ver anexo F).

4.2. Metodología de campo:

Para el presente trabajo se seleccionaron tres zonas (zona 1, las características del área muestran un ambiente, poblado con la mayor abundancia de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), zona 2 y zona 3. con mayor antropización y menor abundancia de pasto colosuana) en los que se encuentran representados respectivamente los diferentes relieves de la granja experimental "El Perico"(relieves alto, medio y bajo), en cada una de estas zonas se realizaron muestreos en puntos tomados al azar. Con este método se ubicó en una esquina un punto de partida, y de aquí se trazaron transeptos de un paso (Aprox. 80 cm) para establecer las hileras y columnas que al converger en un punto se ubica el sitio de muestreo. Los números de transeptos de las hileras fueron establecidos por la utilización de tablas al azar, esto se repitió 10 veces en cada zona. Este sistema de muestreo fue realizado cada 15 días desde el mes de abril hasta el mes de octubre.

4.2.1. Cantidad de suelo a muestrear.

Para tomar la muestra se utilizó un barretón, y se practicó un hueco de 10cm x 10cm x 20cm de profundidad (el cual abarcó a toda la rizósfera de la planta), esto se realizó 10 veces para cada zona.

4.2.2. Manejo de las muestras.

Las muestras de una zona se mezclaron entre sí hasta hacerlas homogéneas, conformando una porción equivalente a 1Kg, pero antes de este proceso se separó manualmente el suelos de las raíces, guardando las raíces. Para su transporte se colocaron en bolsas plásticas identificadas con dos etiquetas , una dentro de la bolsa y la otra fuera de la bolsa, indicando los datos básicos como la fecha de muestreo, lugar de colecta y número de la muestra (OIRSA, 1999).

Las muestras se trasladaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Sucre lo más rápidamente posible para evitar cambios en las densidades de las poblaciones de los nemátodos.

Una vez en el laboratorio, se tomaron tres (3) porciones de 100 gramos para el análisis nematológico de cada zona.

4.3 Metodología de laboratorio:

4.3.1 Análisis nematológico.

4.3.1.1. Análisis nematológico del suelo:

El aislamiento de los nematodos del suelo fue realizado por el método del embudo de BAERMANN modificado (Handoo y Ellington, 2003). (VER ANEXO A)

Luego fueron almacenados en una solución de formaldehído al 5% durante un tiempo de 5 días para su fijación, y después de transcurrido el tiempo se procedió al montaje de placas fijas por la transferencia de los especímenes a glicerina deshidratada por el métodos de Seinhorts (VER ANEXO B).

4.3.1.2 Análisis nematológico de las raíces: Inicialmente se lavaron las raíces en el agua del grifo cuidadosamente y después se cortaron en piezas pequeñas de 1Cm, se homogenizaron y se extrajeron tres (3) porciones de 25gramos.

La suspensión resultante se procesó por el método del embudo de Baermann modificado igualmente como se hizo en el método de extracción de nematodos del suelo y se siguió todos los pasos como en el análisis nematológico del suelo.

4.3.1.3 Conteo y separación e identificación de morfotipos: Con ayuda de un microscopio compuesto (Zeiss-Jena), a magnitudes de X32 y X100 se realizó el conteo y la separación de morfotipos y la magnitud de X400 se empleó para la identificación de los géneros utilizando las claves propuestas por Mai *et al*, 1960. y las de Tarjan *et al*, 1977. y se corroboró la identificación con un especialista en Nematología, de la Universidad de Córdoba.

4.4. Análisis de datos.

4.4.1. Procesamiento de datos.

4.4.1.1. Alfa-diversidad.

Se describen los procesos matemáticos que involucran la diversidad de una sola comunidad en cuestión, los cuales se dividen entre los que solo comprenden la riqueza de especies (total de especies), y los que comprenden la abundancia de las mismas.

4.4.1.1.1. Curva de acumulación por especie:

Se estableció un número de muestras representativas del número de géneros de cada zona conociendo la riqueza de géneros presentes por

zonas en la granja experimental el Perico, por una curva de acumulación por especie. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento por el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003).

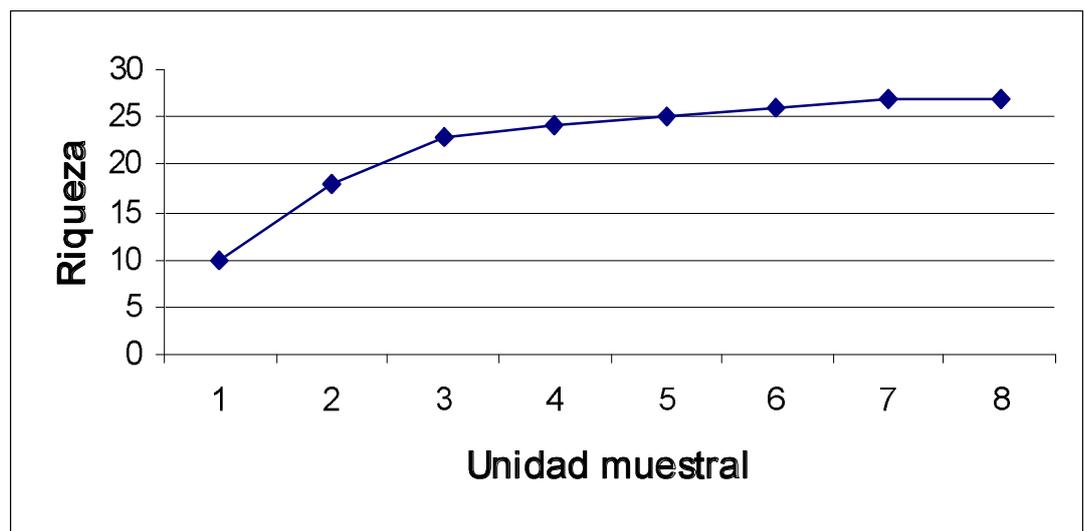


Figura 3: Curva de acumulación por especies. Fuente: Campos, 2001.

Bootstrap:

$$\text{Bootstrap} = S + \frac{S(S-1)}{n} (1-p_j)^n$$

Donde:

p_j = Son las proporciones de unidades de muestreos que contiene a cada especie j .

n = Total de número de especies.

4.4.1.1.2. Índices Basados en la Abundancia Relativa de Especies.

- **Diversidad de SHANNON (H')**:

Donde:

P_i = abundancia proporcional de cada especie (n_i / N).

n_i = abundancia para la i -ésima especie

N = No. total de individuos

- **Prueba t para Comparación de Valores de Diversidad de Shannon (H').**

Se calcula la varianza para cada comunidad independientemente por la siguiente fórmula:

Valor t :

Grados de libertad (DF):

En las tablas t se observan las diferencias significativas entre las comunidades para los valores de t y grados de libertad resultantes. Entre menos la probabilidad mayor la diferencia, en términos de diversidad de

abundancias que ocurre en ellas. La mayor diversidad por supuesto la determina H' .

Cuando la t-test calculada es mayor que la t-tabulada (siendo $P < 0.05$ de confianza), se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo que $H'1$, es significativamente diferente a $H'2$, de lo contrario $H'1 = H'2$.

- **Índice de SIMPSON:**

Donde:

n_i = abundancia para la i -ésima especie

N = No. total de individuos

4.4.1.2. Beta-diversidad.

se describen los procesos matemáticos que involucran la comparación simultánea de una o mas comunidades en cuanto a uno o varios aspectos biológicos.

- **Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos:**
SORENSEN (*datos cuantitativos*):

Donde:

a_N = No. de individuos en sitio A

b_N = No. de individuos en sitio B

jN = la suma de las abundancias mas bajas para cada especie entre ambos sitios. Esto quiere decir que se compara la abundancia de la especie i en el sitio A con la del sitio B y se toma la más baja. Se repite la operación con cada especie y se suman las abundancias seleccionadas.

5. RESULTADOS.

Se encontraron 10 géneros principales de nematodos (*Pratylenchus*, *Criconenella*, *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Tylocephalus*, *Acrobeles*, *Aphelenchoides*, *Prionchulus*, *Tripyla* & *Dorylaimus*) que pertenecen a 5 gremios tróficos (fitoparásitos, bacterívoros, fungívoros, predadores y omnívoros) encontrados asociados al pasto colosuana, (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) fueron (Ver en las siguientes figuras las fotografías de los respectivos géneros, con sus características que los identifican):

Tabla 3, Gremios tróficos de nematodos asociados al pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus).

Gremio trófico.	Género
Fitoparásitos	<i>Pratylenchus sp.</i> Filipjev, 1936. <i>Criconemella sp.</i> De Grisse y Loof, 1965.
Bacterívoros	<i>Rhabditis sp.</i> Dujardin, 1845. <i>Cephalobus sp.</i> Bastian, 1865. <i>Tylocephalus sp.</i> Crossman, 1933. <i>Acrobeles sp.</i> Linstow, 1877.
Fungívoros	<i>Aphelenchoides sp.</i> Fischer, 1894.
Predadores	<i>Prionchulus sp.</i> (Cobb, 1916) Wu y Hoeppli, 1929. <i>Tripyla sp.</i> Bastian, 1865.
Omnívoros	<i>Dorylaimus sp.</i> Jairajpuri, 1966.

Género 1:

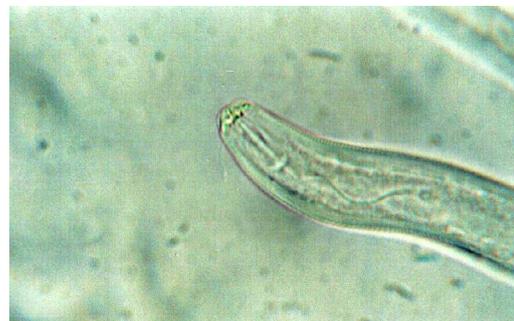
Cf. *Pratylenchus sp.* Filipjev. 1936.

Características:

- Longitud de menos de 1mm.
- El esófago tapa el intestino centralmente.
- Cutícula finamente anillada.
- Estilete corto bien desarrollado y con una base sólida.
- Bulbo medio bien desarrollado, con válvulas bien desarrolladas.
- Región anterior baja y aplanada, con 2 o 3 anillos cefálicos.
- Sistema esquelético distinguido y contiguo al contorno del cuerpo.



A.



B.

- La hembra posee una vulva posterior (ocupando cerca del 70-80% del volumen del nematodo), con una gónada simple anterior y con un saco vulvar después de la vulva.
- Tallo cilíndrico a conoide (2/3 de la longitud del cuerpo anal).
- El tallo de los machos es cilíndrico y algunas especies poseen una bursa distinguible.

Figuras:

- A. Estilete.
- B. Bulbo medio.
- C. Vulva (Hembra).
- D. Cola.



C.



D.

Magnitudes: Todos X1000.

Género 2:

Cf. *Criconemella* sp. De Grisse & Loof, 1965.

Características:

- Cutícula fuertemente anillada.
- Terminal de la cola redondeado.
- Estilete grueso, raramente delgado, bien desarrollado con base redondeada.
- Lóbulos submedios bien desarrollados y aun ausentes en algunas especies; separado o conectados en diferentes formas; el primer anillo podría estar reducidos o aun divididos en placas.
- Labios vulvares cerrados a ampliamente separados (vulva abierta), el labio anterior podría estar ornamentado.



A.



B.

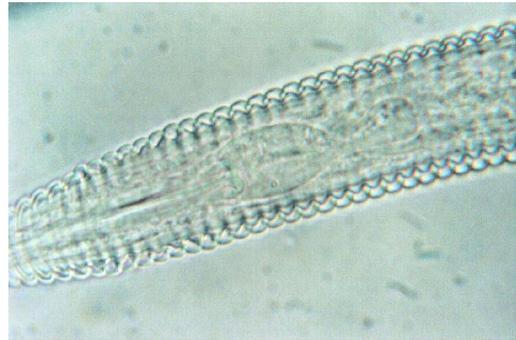


C.

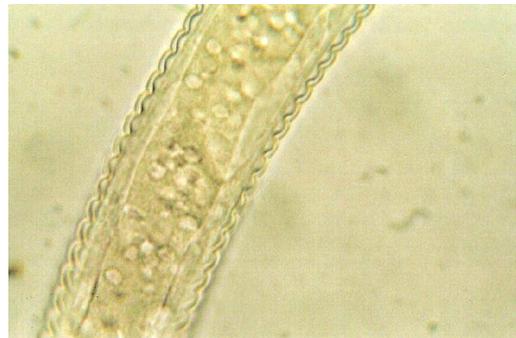
- En machos el extremo cefálico es redondeado a conoide, generalmente con cuatro líneas laterales, raramente tres excepcionalmente 2 (*C. oostenbrisk*); ala caudal distinguible, excepcionalmente ausente (*C. goodéy*).

Figuras:

- A. cabeza.
- B. Cola.
- C. Estilete.
- D. Bulbo medio.
- E. Gónadas (Hembra).



D.



E.

Magnitudes: A y B (X400); C, D y E (X1000).

<p>Género 3: Cf. <i>Rhabditis</i> sp. Dujardin, 1845.</p>	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metacorpus moderadamente hinchado, estoma no demasiado alargado. • Cuerpo afilado en un extremo. • Cavidad faríngea larga y cilíndrica. • Tegumento interno con estrías longitudinales y transversales bien desarrolladas. • En las hembras la vulva se encuentra localizada cerca de la mitad del cuerpo. • Se caracteriza por tener movimientos activos. • El intestino se encuentra escasamente cubierto por partículas lipídicas, contiene células de gran tamaño que pueden ser distinguibles. 	 <p>A.</p>  <p>B.</p>

- Es ovíparo o vivíparo.
- En los machos las espículas son de talla moderadamente a levemente curvadas.
- Tiene una pieza accesoria simple, posteriormente mediana cerca de la mitad del cuerpo.
- Posee útero bífido, con segmentos simétricos.
- Ala caudal lateral, membranosa soportada por un sistema radial.
- Glándula ventral presente. Vasos laterales o canales celulares no observables.

Figuras:

- A. Cabeza.
- B. Gónadas (Hembra).
- C. Espícula sexual (Macho).
- D. Extremo terminal de la cola.



C.



D.

Magnitudes: Todos X1000.

<p>Género 4: Cf. <i>Cephalobus</i> sp. Bastian, 1865.</p>	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminal poco afilado (cónico). • Cabeza algo lobulada. • No posee estilete. • Tegumento interno marcado con estrías transversales. • Cavidad faríngea no distinguible. • Intestino escasamente cubierto por partículas lipídicas de color claro. • El tubo intestinal se observa claramente. • En la hembra la vulva se localiza cerca de 1/3 del extremo Terminal. • Esófago estrechado previamente a la terminación en una expansión redondeada que contiene un simple aparato valvular. 	 <p>A.</p>  <p>B.</p>

- Útero asimétrico, espículas levemente curvadas, algo fusiforme.
- Pieza accesoria posterior y mediana fácilmente reconocibles.
- Glándula ventral excretoria que tiene un conducto rígido curvado, que se abre de frente del extremo posterior del esófago.
- Vasos laterales estrechos con terminaciones no distinguibles.
- Se caracteriza por movimientos inactivos.

Figuras:

- A. cabeza.
- B. Vulva (Hembra).
- C. Cola.



C.

Magnitudes: Todos X1000.

Género 5: <i>Cf. Tylocephalus sp.</i> Crossman, 1933.	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cabeza con 4 lóbulos, afilados no ramificados, encorvados hacia adentro con proyecciones parecidas a cerdas, con 2 dorsos medianos y 2 dorsos ventrales medianos, bases engrosadas y compensadas. • Extremo terminal afilado. <p>Figuras:</p> <p>A. Cabeza.</p> <p>B. Cuerpo (gónadas).</p> <p>C. Extremo terminal (cola).</p>	 <p>A.</p>  <p>B.</p>  <p>C.</p>
<p>Magnitudes: Todos X1000.</p>	

Género 6:

Cf. *Acrobeles* sp. Linstow, 1877.

Características:

- Presencia de ápices similares a cefálicos y con frunces complejos.
- La cabeza consta de 2 tipos de apéndices: Una probóscide labial larga, bifurcada, franjeada con líneas agudas y delgadas y terminadas en un punto fino. La probóscide cefálica es más o menos triangular, también franjeada.
- Cutícula simple, adornada con pequeños puntos, anillos simples, o raramente dividido en bloques por estrías longitudinales.
- Extremo de la cola cónico y agudo.
- Su longitud corporal oscila entre 0.3 a 11mm.
- Contiene un campo lateral simple, con 2 o 3 incisuras, de los cuales el margen



A.

derecho esta levemente crenado.

- Posee un ánfile circular bien visible.
- El estoma consta de 5 elementos (rhabdions); cheilorhabdion refractivo.
- El cuerpo del esófago es generalmente cilíndrico, con un bulbo terminal expandido.
- La localización del poro excretor varían entre $\frac{1}{4}$ y más que $\frac{3}{4}$ de la longitud total del esófago.
- El tallo en ambos sexos es conoide, agudo con fásmidas distinguibles.

Figuras:

- A. Cabeza (con la presencia de los apéndices cefálico.
- B. Extremo terminal de la cola.



B.

Magnitudes: Todos X1000.

Género 7:

***Cf. Aphelenchoides sp.* Fischer, 1894.**

Características:

- Estilete delgado con o sin base distinguible (muy pequeña).
- El bulbo medio es esferoidal, usualmente del ancho de la cavidad del cuello (bulbo grande).
- La parte basal del esófago se extiende hacia atrás en un largo lóbulo.
- El extremo terminal es redondeado.
- La región labial es continua al cuerpo.
- El campo lateral contiene 4 incisuras.



A.



B.

- El hemizonide posterior se encuentra cerca al poro excretor.
- Ramificación uterina posterior siempre presente.
- Los machos no poseen bursa o gubernaculum.



C.

Figuras:

- A. Estilete.
- B. Bulbo medio.
- C. Gónadas (macho).
- D. Espícula sexual (macho) y porción terminal de la cola.



D.

Magnitudes: Todos X1000.

Género 8:
***Cf. Prionchulus sp.* (Cobb, 1916) Wu & Hoeppli, 1929.**

Características:

- Región labial baja, labios y papila labial prominentes.
- Cavity bucal amplia y fuertemente esclerotizada, en forma de barril, angosta en la base.
- Diente dorsal prominente, afilado en la parte anterior, situado en la base anterior de la cavidad bucal y opuesta por dos líneas de dentículos ubicados en forma longitudinal.
- Extremo de la cola agudo.
- La unión esófago-intestino no es tubercular.



A



B.

- El sistema reproductor de las hembras es anfidélfico.
- En los machos la espícula es arqueada.
- Gubernaculum simple o bidentado.
- Piezas accesorias presentes o ausentes.
- Tallo corto, conoide, centralmente arqueado.



C.

Figuras:

- A. cabeza (cavidad bucal con un diente dorsal afilado y una hilera de dentículos en el lado opuesto).
- B. Gónadas y vulva (hembra).
- C. Extremo terminal de la cola.

Magnitudes: A y C, X400 y B, X1000.

Género 9:

Cf. *Tripyla* sp. Bastian, 1865.

Sin: *Trischistoma* sp. Cobb, 1913. *Promononchus* sp. Micol, 1923.

Características:

- Cuerpo afilado en el extremo terminal.
- Cola larga bien desarrollada.
- Esófago cilíndrico, distinguiblemente musculoso.
- Denticulo diminuto, situado en la parte anterior del estoma.
- No posee movimientos activos, a menudo se enrolla cuando es tocado.
- Cerdas cefálicas presentes.
- Tegumento interno delgado, teniendo estrías transversales bien marcadas, con poros laterales ventrales.
- No posee seta; papila cefálica presente o ausente.
- No tiene cavidad faríngea.



A.



B.

- El esófago es cilíndrico, distinguiblemente musculoso.
- La parte posterior esta separada por una constricción, pero no contiene ningún aparato valvular.
- El intestino esta escasamente con gránulos gruesos, su arreglo celular no se observa.
- La válvula se encuentra cerca a la mitad del cuerpo.
- Útero bífido con segmentos simétricos.
- Espícula de una forma alargada cuneiforme.

Figuras:

- A. cabeza.
- B. Gónadas “huevos” (hembra).
- C. Extremo terminal de la cola.



C.

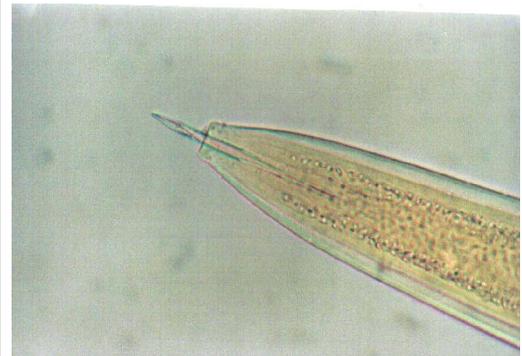
Magnitudes: A y C, X400; B, X1000.

Género 10:

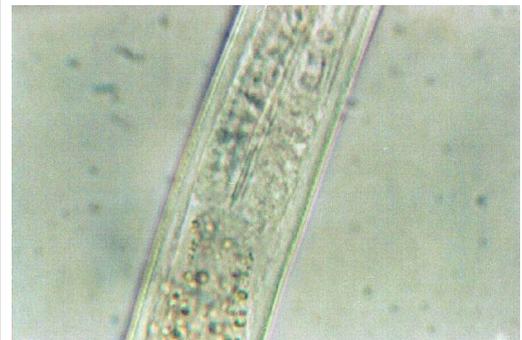
Cf. *Dorylaimus* sp. Jairajpuri, 1966.

Características:

- Cuerpo de 1-2mm de longitud.
- Cutícula finamente estriada.
- Región labial truncada, continua o separada por una depresión.
- Odontostilete largo, usualmente sinuoso.
- Parte anterior del esófago delgada que se expande muy gradualmente, algunas veces casi continuo con parte posterior casi expandida.



A.



B.

- Cardia conoide alargada
- Vulva transversa o longitudinal.
- Sistema reproductor femenino anfidélfico.
- El pre-recto en el macho es corto.



C.

Figuras:

- A. Odontostilete.
- B. Cardias con válvula esofágica.
- C. Extremo terminal de la cola.

Magnitudes: A, X400; B y C, X1000.

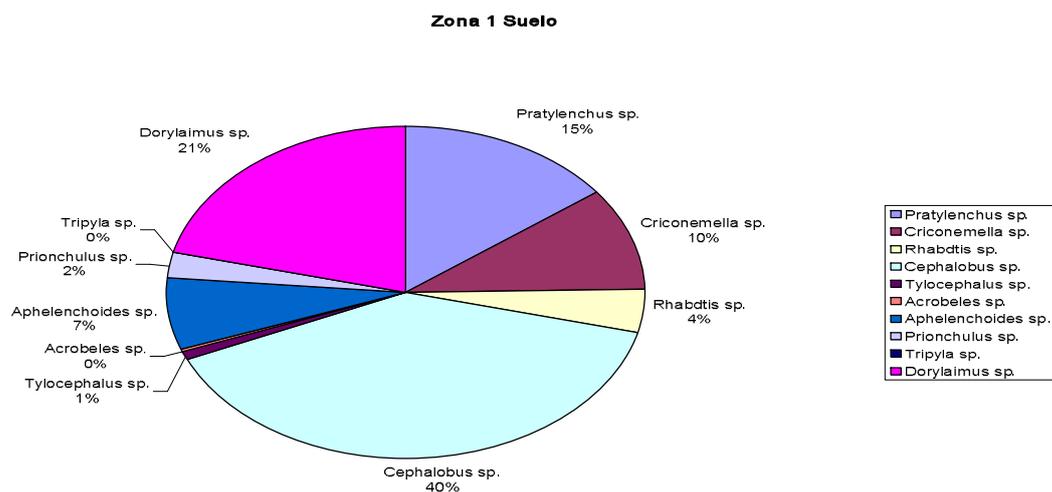
La tabla 4, representa las frecuencia de géneros de nematodos encontrados por zonas presentes en muestras de suelo y raíces, donde se observó que en los muestreos de las raíces de las tres zonas, se encontró predominando el género bacterívoro *Cephalobus* ., seguido del género fitoparásito *Pratylenchus* ., mientras que en los muestras de suelo de las zonas 2 y 3 se encontró predominando el género *Dorylaimus* . (Omnívoro), ejerciendo su dominancia sobre el resto de los otros géneros de nematodos a los cuales puede preda, y podría estar ejerciendo algún tipo de control biológico sobre el resto de los nematodos.

Tabla 4: Densidades de géneros de nematodos encontrados en suelo y raíz entre las diferentes zonas de estudio, ordenados por el software biodiversity-professional Beta, 97.

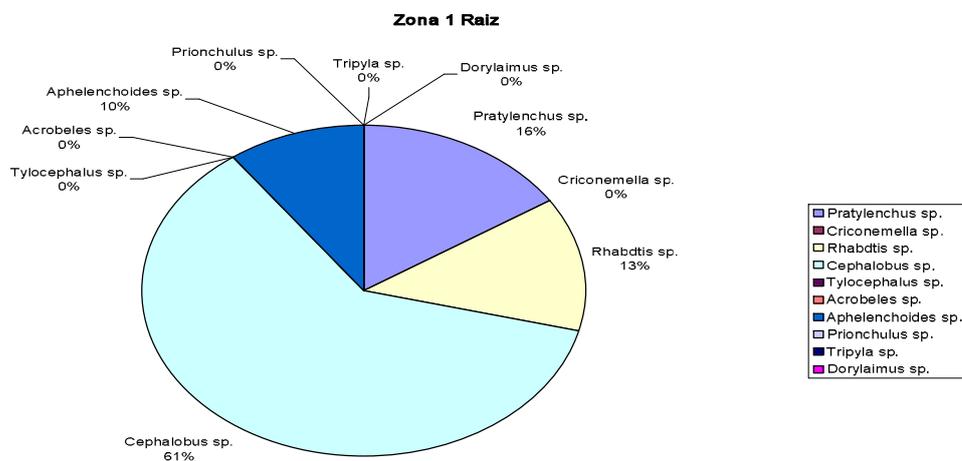
suelo zona 1		suelo zona 2		suelo zona 3	
<i>Cephalobus</i> .	314	<i>Dorylaimus</i> .	138	<i>Dorylaimus</i> .	110
<i>Dorylaimus</i> .	169	<i>Rhabdtis</i> .	116	<i>Criconemella</i> .	95
<i>Pratylenchus</i> .	118	<i>Pratylenchus</i> .	81	<i>Pratylenchus</i> .	92
<i>Criconemella</i> .	79	<i>Criconemella</i> .	73	<i>Rhabdtis</i> .	76
<i>Aphelenchoides</i> .	56	<i>Cephalobus</i> .	59	<i>Cephalobus</i> .	46
<i>Rhabdtis</i> .	35	<i>Aphelenchoides</i> .	46	<i>Aphelenchoides</i> .	21
<i>Prionchulus</i> .	19	<i>Prionchulus</i> .	8	<i>Tylocephalus</i> .	9
<i>Tylocephalus</i> .	8	<i>Tylocephalus</i> .	5	<i>Prionchulus</i> .	7
<i>Acrobeles</i> .	1	<i>Tripyla</i> .	5	<i>Acrobeles</i> .	5
<i>Tripyla</i> .	1	<i>Acrobeles</i> .	0	<i>Tripyla</i> .	1
raíz zona 1		raíz zona 2		raíz zona 3	
<i>Cephalobus</i> .	803	<i>Cephalobus</i> .	164	<i>Cephalobus</i> .	408
<i>Pratylenchus</i> .	208	<i>Pratylenchus</i> .	93	<i>Pratylenchus</i> .	126
<i>Rhabdtis</i> .	172	<i>Aphelenchoides</i> .	89	<i>Aphelenchoides</i> .	52
<i>Aphelenchoides</i> .	132	<i>Rhabdtis</i> .	47	<i>Rhabdtis</i> .	50
<i>Tripyla</i> .	1	<i>Dorylaimus</i> .	22	<i>Dorylaimus</i> .	18
<i>Criconemella</i> .	0	<i>Criconemella</i> .	7	<i>Tripyla</i> .	6
<i>Tylocephalus</i> .	0	<i>Tylocephalus</i> .	0	<i>Criconemella</i> .	5
<i>Acrobeles</i> .	0	<i>Acrobeles</i> .	0	<i>Prionchulus</i> .	3
<i>Prionchulus</i> .	0	<i>Prionchulus</i> .	0	<i>Tylocephalus</i> .	0
<i>Dorylaimus</i> .	0	<i>Tripyla</i> .	0	<i>Acrobeles</i> .	0

En la figura 4, donde se presenta el porcentaje de frecuencia de nematodos encontrados de la zona 1, en el muestreo de suelo el género que más predominó en la zona 1 fue *Cephalobus* (fig. 4a), su número de individuos encontrados en las raíces (Fig. 4b) fue mayor en relación a los número de individuos encontrados en el suelo (con un porcentaje de ocurrencia del 40% en suelo; y un porcentaje de ocurrencia del 61% en raíces) siendo este un nematodo no fitopatógeno (bacterívoro) asociado a la plantación del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus.).

Figuras 4. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados en A, en suelo y B, en raíces de la zona 1.



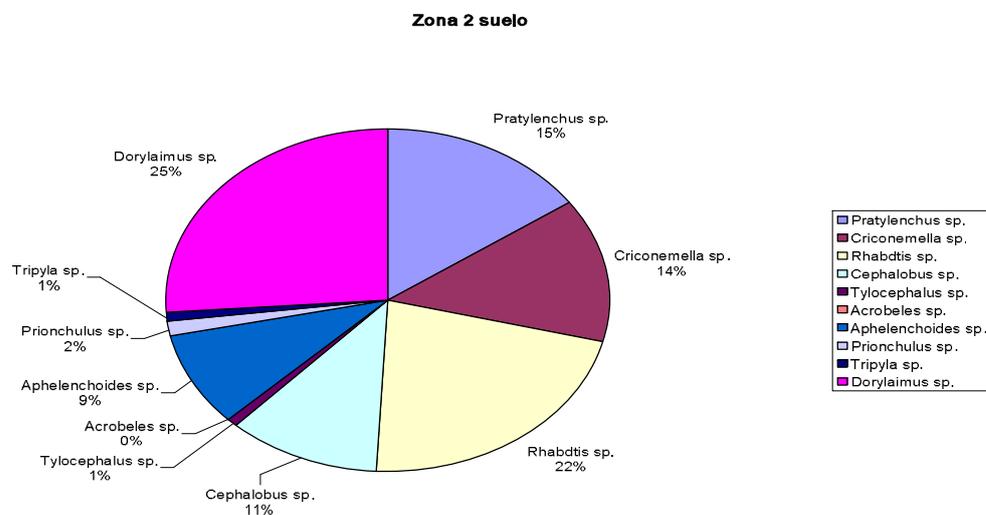
4a. Suelo.



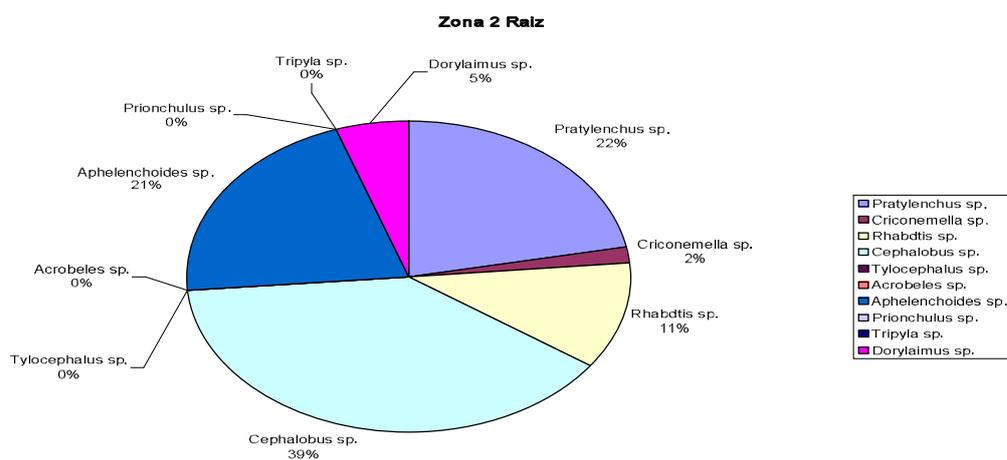
4b. Raíz.

En la figura 5, a diferencia de la zona 1, en la zona 2 el género más abundante encontrado en el suelo (Fig. 5a) fue *Dorylaimus*. (Con un porcentaje de ocurrencia del 25%) pero en el muestreo de raíces (Fig. 5b) fue el género *Cephalobus* (Correspondiendo a un porcentaje de ocurrencia de 39%).

Figuras 5. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados en A, en suelo y B, en raíces de la zona 2.



5a. suelo.

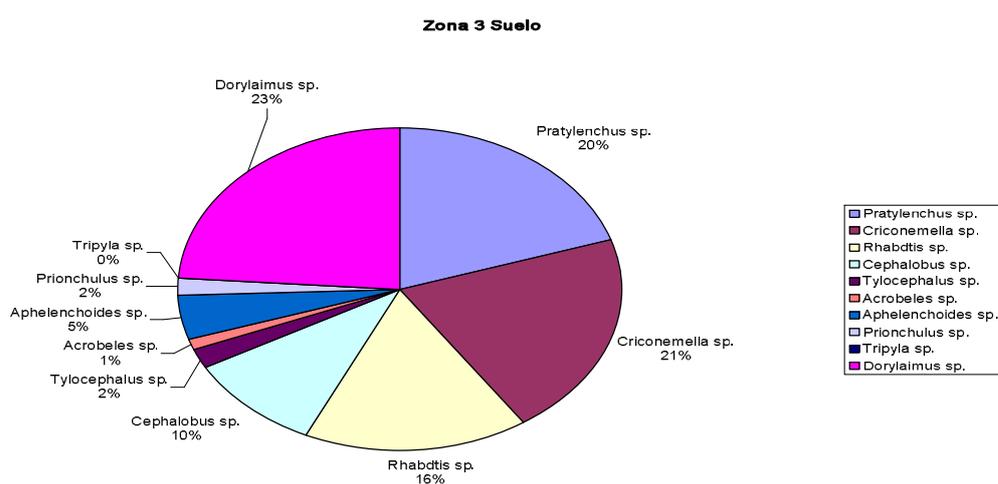


5b. Raíz.

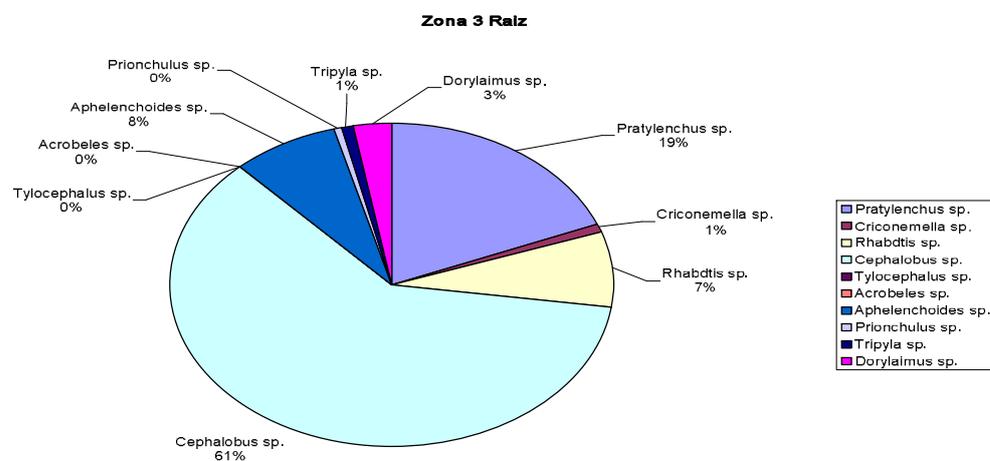
Para la zona 3, semejante en frecuencia porcentual a la zona 2, el género que mas predomino en las muestras tomadas del suelo (Fig. 6a) fue

Dorylaimus (Correspondiendo a un 23% de ocurrencia en relación a los demás géneros de nematodos encontrados), pero el género mas predominante en total de todo el muestreo realizado en raíces (Fig. 6b) para ésta zona fue *Cephalobus* (A un 61% de ocurrencia).

Figuras 6. Distribución porcentual de totales de abundancias de nematodos encontrados A, en suelo y B, en raíces de la zona 3.



6a. Suelo



6b. Raíz

En la tabla 5, el total de los muestreos realizados en todas las épocas (No. Nematodos del suelo + No. de nematodos encontrados en las raíces) para las tres zonas de muestreos el género *Cephalobus* es el que más predomina, seguido de el género *Pratylenchus* que es un fitopatógeno de gran importancia de esta plantación. El género *Criconemella* . es también un nematodo fitoparásito de gran importancia, pero en éste caso no se encontró afectando a la plantación de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus.).

Tabla 5. Agrupamiento de las densidades totales de los nematodos según el rango de abundancia en cada zona ordenados por el software Biodiversity-Professional Beta 97.

Zona 1	Zona 1	Zona 2	Zona 2	Zona 3	Zona 3
<i>Cephalobus</i>	1117	<i>Cephalobus</i>	223	<i>Cephalobus</i>	454
<i>Pratylenchus</i>	326	<i>Pratylenchus</i>	174	<i>Pratylenchus</i>	218
<i>Rhabditis</i>	207	<i>Rhabditis</i>	163	<i>Dorylaimus</i>	128
<i>Aphelenchoides</i>	188	<i>Dorylaimus</i>	160	<i>Rhabditis</i>	126
<i>Dorylaimus</i>	169	<i>Aphelenchoides</i>	135	<i>Criconemella</i>	90
<i>Criconemella</i>	79	<i>Criconemella</i>	80	<i>Aphelenchoides</i>	73
<i>Prionchulus</i>	19	<i>Prionchulus</i>	8	<i>Prionchulus</i>	10
<i>Tylocephalus</i>	8	<i>Tylocephalus</i>	5	<i>Tylocephalus</i>	9
<i>Tripyla</i>	2	<i>Tripyla</i>	5	<i>Tripyla</i>	7
<i>Acrobeles</i>	1	<i>Acrobeles</i>	0	<i>Acrobeles</i>	5

5.1. DIVERSIDAD ALFA.

5.1.1. Curva de acumulación por especies.

En las tres zonas las curvas de acumulación de especies alcanzaron la asíntota (Figuras 7, 8 y 9). La ecuación del estimador de riqueza de especies Bootstrap se ajustó bastante bien a las tres curvas con porcentajes observado así: para la zona 1 de 95.2% , para la zona 2 el porcentaje observado de 99% y para la zona 3 el porcentaje observado de 99.2%. En todos los casos la asíntota predicha no difiere mucho del valor de riqueza observado, oscilando los porcentajes de especies colectadas entre el 95.2% y el 99.2% (anexos C), estando los valores estimados y los reales correlacionados lo cual representa inventarios de géneros de nematodos asociados a la especie de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) para la granja experimental “El Perico”.

Para la zona 1 la asíntota se alcanzó en 34 muestreos, obteniéndose dos muestreos por encima de lo estimado para la acumulación de los géneros presentes en el inventario de esta zona, para la zona 2 la asíntota se alcanzó en el muestreo numero 27 en esta zona se obtuvo 9 muestras extras del optimo para encontrar la acumulación de todos los géneros presentes en esta zona, en cuanto a la zona 3 la asíntota se alcanzó en el muestreo numero 29 en esta se realizaron 7 muestras por encima del optimo en el que aparecen acumuladas todas las especies. Esto nos indica muestreos bien representativos, En el transcurso de la investigación obtenidos en las tres diferentes zonas.

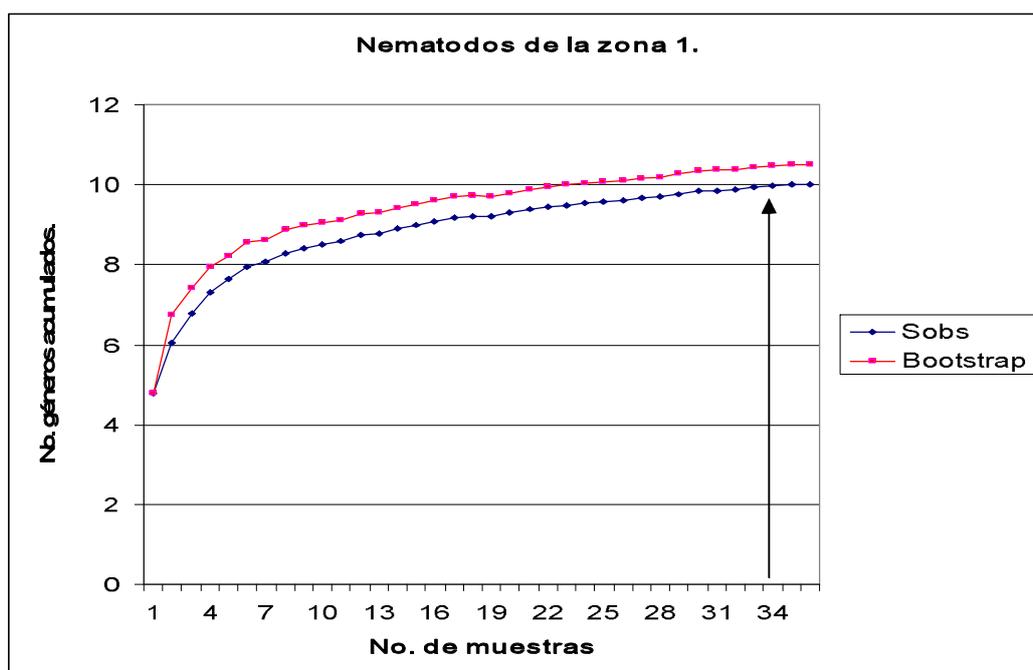


Fig. 7 Curva de acumulación de especies en la zona 1, realizada con el programa EstimateS 6.0 (Colwell, 2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de Bootstrap (línea color rosa)

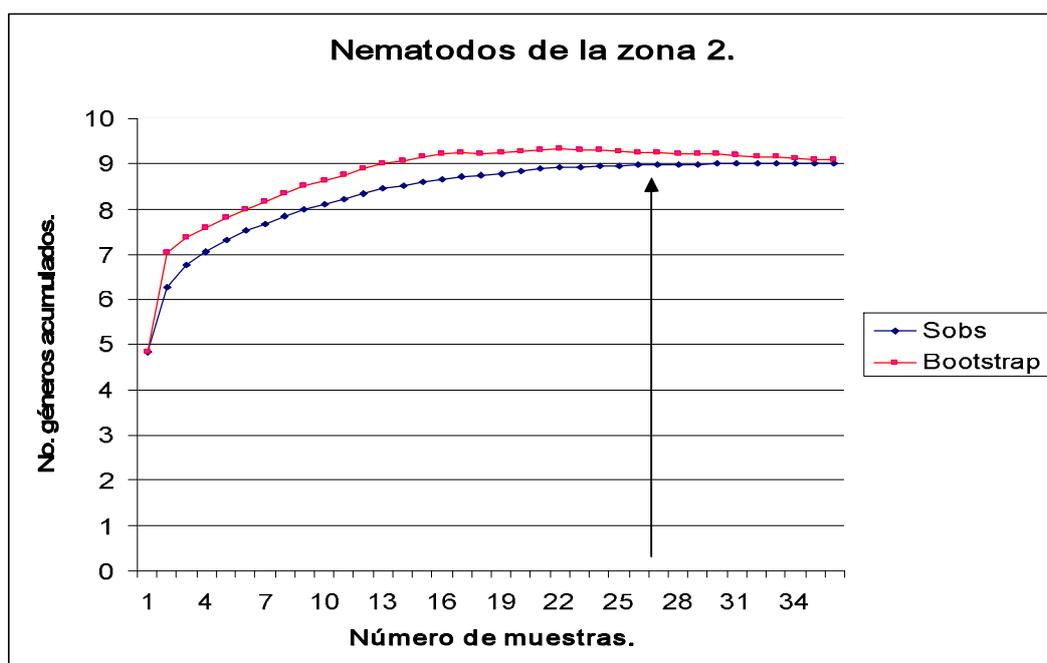


Fig.8 Curva de acumulación de especies en la zona 2, efectuada con el programa EstimateS 6.0 (Colwell, 2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de Bootstrap (línea color rosa)

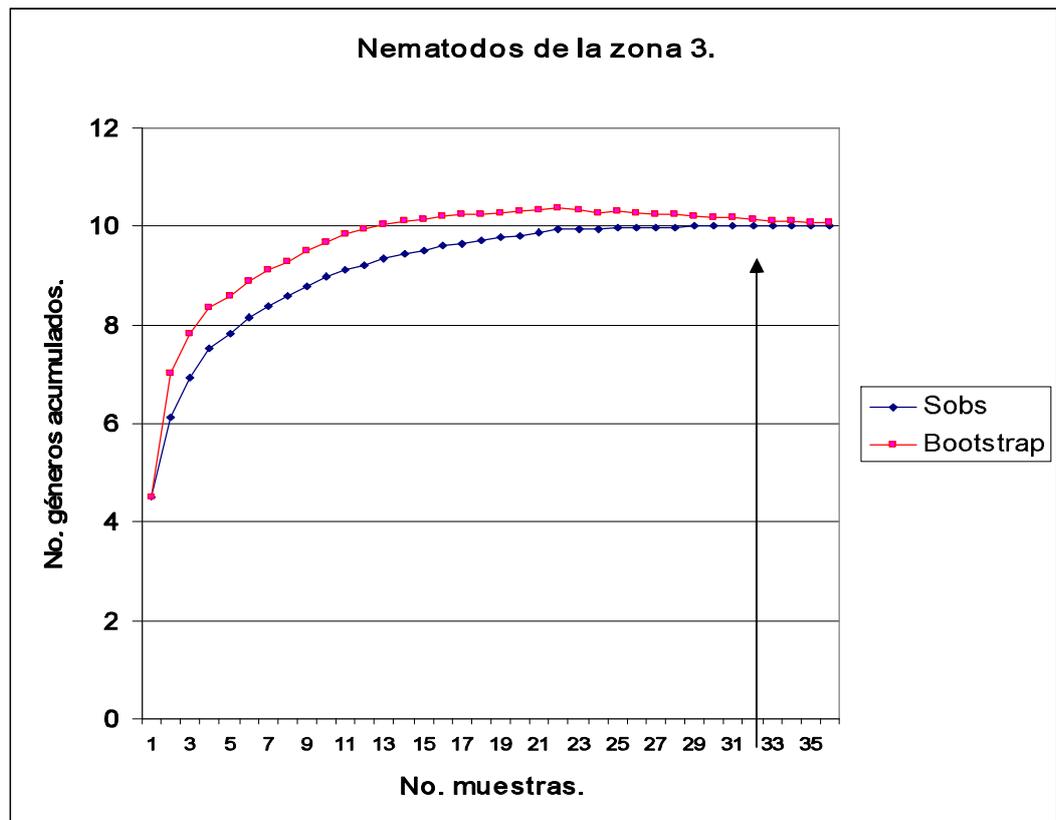


Fig.9 curva de acumulación de especies en la zona 3, efectuada con el programa EstimateS 6.0 (Colwell, 2000), aleatorizada 100 veces y ajuste de la ecuación de Bootstrap (línea color rosa)

5.1.2. ÍNDICES BASADOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA DE ESPECIES.

A partir de los resultados de la cantidad de poblaciones de nematodos encontrados se calcularon los índices de diversidad de Shannon y Simpson para los géneros de nematodos en cada zona. A continuación se presentan los resultados (figura 10 y 11).

5.1.2.1. ÍNDICE DE SIMPSON.

En la figura 10 se muestra una gran dominancia para la zona1 con el índice de Simpson mas alto lo que indica que en esta zona se presenta una diversidad de géneros de nematodos muy baja por la alta densidad del genero *Cephaïobus*. En la zona 3 se observa un poco menos dominancia que la zona 1 lo que indica ser más diversa, en cuanto a la zona 2 esta mostró el índice de simpson mas bajo lo que indica que en esta zona se encuentra la mayor diversidad de géneros de nematodos.

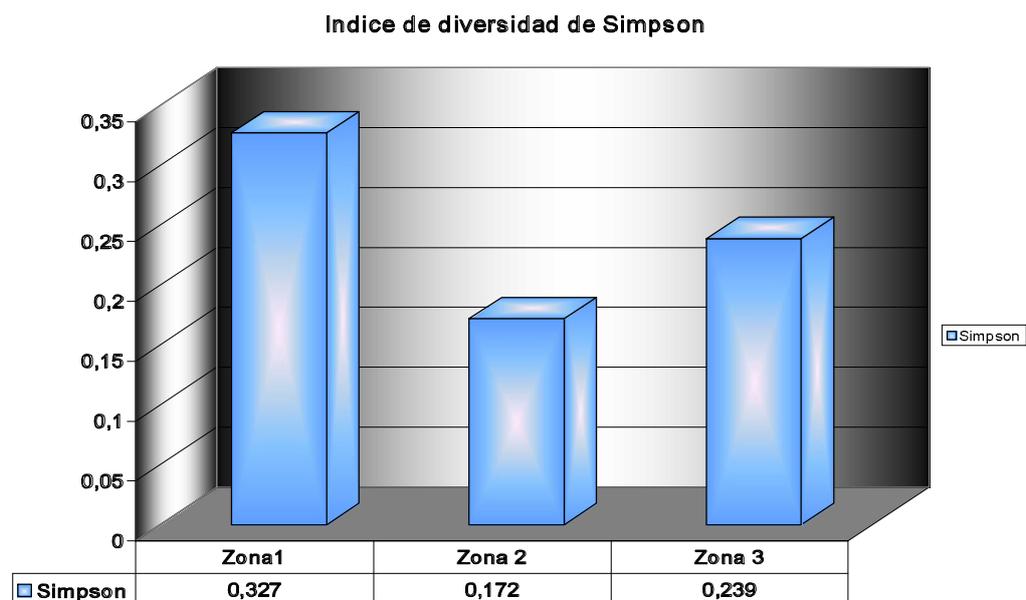


Fig. 10 valores del índice de diversidad de Simpson en cada zona de muestreo.

5.1.2.2. DIVERSIDAD DE SHANNON.

En la fig. 11 los resultados según el índice de Shannon, nos muestra una mayor diversidad entre las zonas 2 y 3, indicando que la diversidad de géneros de nematodos se encuentra distribuidos mas equitativamente entre estas zonas.

Según este índice los valores indican el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecería una muestra escogida al azar; luego, mayores valores indican mayor biodiversidad. La mayor biodiversidad con respecto a la uniformidad ocurrió en la zona 2 y la menor en la zona 1

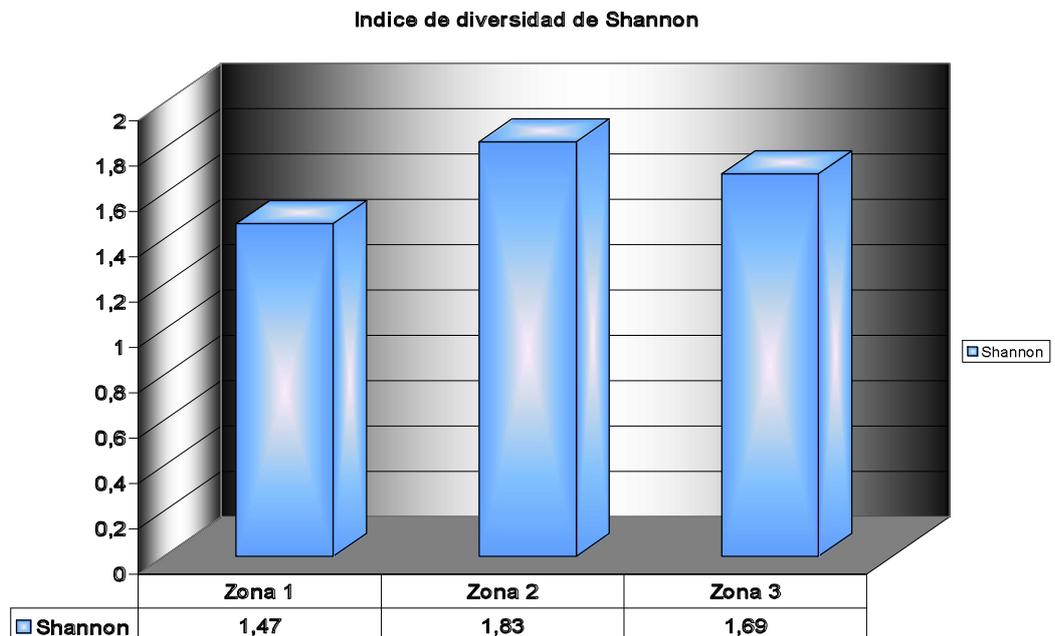


Fig. 11 valores del índice de biodiversidad de Shannon en cada zona de muestreo.

- **Prueba t para comparación de valores de diversidad de Shannon (H').**

Ho aceptada : La diversidad de nematodos en las diferentes zonas (1, 2 & 3), son iguales $H'1=H'2=H'3$, lo que no difieren significativamente.

Ho rechazada : La diversidad de nematodos en las diferentes zonas (1, 2 & 3), no son iguales $H'1\neq H'2\neq H'3$, lo que difieren significativamente.

Tabla 6. Prueba de hipótesis calculadas por el software Bio-dap 95.

Zonas .	t-test	D. F.	T(tabulado) _{0.05}	Ho. (Hipótesis nula)
1-2	13.503	2993.990	1.699	Rechazada
1-3	6.924	2570.644	1.708	Rechazada
2-3	4.478	1887.915	1.734	Rechazada

Los Resultados rechazan la hipótesis nula (Ho) por lo que la diversidad proveniente de las tres zonas medidas con el índice de shannon no son iguales.

5.2. DIVERSIDAD BETA.

5.2.1. COEFICIENTE DE SORENSEN CUANTITATIVO.

Se realizó una comparación de las comunidades de nematodos encontradas en las diferentes zonas de estudio, por el índice de Sorensen cuantitativo.

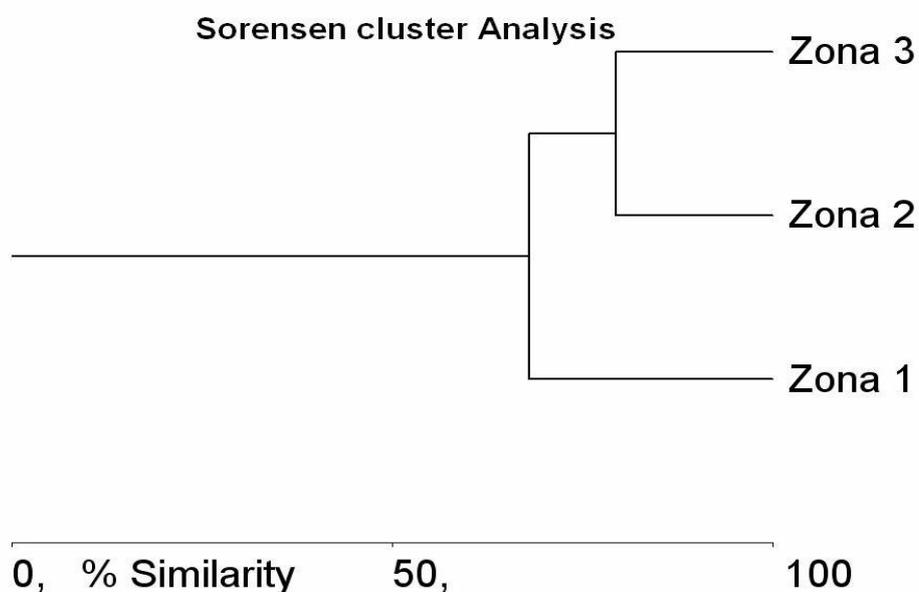
En lo referente a la abundancia, la zona 2 con la zona 3 tiene un porcentaje de similitud del 79%, mientras que la zona 1 tiene un porcentaje de similitud menor en relación a la zona 2, y en relación a la zona 3 (un 62% de similitud

en comparación con la zona 2 y un 68% de similitud en comparación con la zona 3) (ver tabla 6 y fig.12)

Tabla 7. Análisis de comparación de las comunidades de nematodos por el índice de Sorensen cuantitativo realizado en el software Biodiversity-Professional Beta, 1997.

Similarity Matrix			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Zona 1	*	61,8442	67,9234
Zona 2	*	*	79,3054
Zona 3	*	*	*

Fig. 12 Gráfico cluster que representa las similitudes entre las zonas 1, 2 y 3 realizado en el software Biodiversity-Professional Beta, 1997.



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De acuerdo con los resultados obtenidos (tabla 4), se observó que la mayor abundancia de géneros de nematodos fue encontrada en la zona 1, lo cual puede ser explicado por la alta presencia del género *Cephalobus*. Que de acuerdo con Freckman *et al*, (1975); Freckman, (1978); Crowe y Madin, (1975), el porcentaje de ocurrencia de éste género que siempre aparece mayor en las raíces que en el suelo, es debido a que la celulosa de las raíces empiezan a descomponerse por acción de las bacterias degradantes (aumentando la densidad de ésta misma por el sustrato), que se encuentran presentes en las raíces, lo que favorece a la gran proliferación de este género donde su preferencia son las bacterias (Bacterívoro).

La alta población del género *Cephalobus* en estos tipos de climas calidos puede atribuirse a que estos tienen una alta tasa de supervivencia, debido a que este género es criptobiótico (puede revivir después de haber sufrido una completa deshidratación durante las épocas de sequía (Freckman *et al*, 1975).

Según Agrios en (1998), el aumento de los nemátodos fitoparásitos en sus épocas, comienzan éstos atacar a las plantas hospedantes, acelerando las condiciones de estrés de éstas, lo que pueden hacerlas susceptibles al ataque de otros patógenos oportunistas como virus, hongos, y otros.

Los nematodos bacterívoros y fungívoros son conocidos como los descomponedores primarios, cambian la calidad de la materia orgánica durante el proceso de descomposición (Elkins y Whitford 1982; Wasilewska y Bienkowski, 1985).

Además estos microorganismos prosperan más en los suelos bien drenados. Algunos géneros de nematodos fitoparásitos tales como *Pratylenchus*,

pueden adaptarse a condiciones estresantes de suelos mal drenados donde se acumulan altas concentraciones de dióxido de carbono que es un factor limitante en la abundancia de fitopatógenos, como lo postulan Bhatt y Rohde (1970).

Los resultados obtenidos durante el periodo de evaluación en campo –23 de abril 2005 al 6 de octubre de 2005– mostraron que la población de nematodos fitoparásitos es más sensible a las condiciones ambientales como la precipitación y la temperatura que la población de nematodos no fitoparásitos; esto se puede entender según Baker and Cook (1974), citados por Rodríguez (1999), teniendo en cuenta que los primeros por estar más adaptados a vivir de tejidos vivos de la planta hospedera en este caso, pasto colosuana (*Becthriochioa pertusa* (L) Camus) dependen estrechamente de las condiciones de ella para su supervivencia. Por el contrario, los no fitoparásitos, entre los cuales están los saprofitos como *Cephaïobus* , se encuentran adaptados a un rango amplio de nutrientes, lo que les permite ser más tolerantes a cambios ambientales de temperatura, aireación, desecación, acidez y alcalinidad, entre otros, es decir ocupan diferentes nichos, como se puede observar en la figura 1, de la sección de literatura.

A pesar de esta afirmación, en este estudio se observó que la población de *Praïylenchus* se adapta mejor debido a que este puede comportarse tanto como endoparásito y ectoparásito según las condiciones presentes brindándoles mejores formas de sobrevivencia a los cambios del ambiente.

De otra parte es importante destacar además los géneros no fitopatógenos *Doiyaimus* y *Prionchulus*, de acuerdo como lo reporto Rodríguez-Kabana, *et al* en (1992) son antagonista a nematodos fitoparásitos. Estos resultados muestran que el género *Doiyaimus*, puede estar efectuando un papel en el control biológico de los géneros fitoparásitos esto corroborando en el estudio

donde se encontró poca presencia de nematodos fitoparásitos en estas zonas de estudio.

Anderson, *et al*, (1981); Freckman (1988); e Ingham, *et al* (1985). Sostienen que los nematodos que habitan en el suelo son importantes en la descomposición y reciclaje de nutrientes. Lo anterior muestra la importancia que juega la diversidad de nematodos presentes en el sitio de nuestro estudio, la dominancia del género *Cephalobus* presente en la zona 1 tiene una gran influencia el alto porcentaje afectando la dominancia de el resto de los géneros presentes en esta zona ; Además las condiciones de la presencia de mayores cantidades de pastos hacen que el genero *Cephalobus*, marque su jerarquía como buen bacterívoro en los diferentes grupos tróficos de nematodos, que como en toda función ecológicas establecen diferencias en los procesos e interrelaciones funcionales que acontecen en la intimidad de los propios organismos y en los ecosistemas,(Martin Piera,2001).

La diversidad que muestra el índice de Shannon entre las zonas 2 y 3, indican que los géneros de nematodos se encuentra distribuidos mas equitativamente entre estas zonas la distribución del pasto interrumpidas en muchos casos con otras vegetaciones determinando cierta heterogeneidad que puede estar relacionado con la poca dominancia de géneros en estas zonas y a su inversa con la mayor uniformidad mostrado por el índice de Shannon.

Las zonas 2 y 3 presentan un comportamiento en la diversidad muy semejante seguramente por encontrarse en relieves muy parecidos mostrando porcentajes de similitud muy cercanos las proporciones en las cantidades de géneros de nematodos presentes en la zona 1 se aleja del resto de las zonas 2 y 3 debido a las cantidades de géneros mas

dominantes entre ellos el más destacado *Cephalobus* en esta zona se presentó un desarrollo de las poblaciones de nematodos muy elevado, indicando que las condiciones de este medio le son más propicias para el desarrollo de los nematodos, cabe decir que la población de nematodos con mayor abundancia no corresponde a poblaciones de nematodos fitopatógenos si no a un grupo trófico el cual cumplen papeles ecológicos diferentes y muy importante como en el caso del género *Cephalobus* que es un bacterívoro y ayuda a mantener un equilibrio dinámico en estas zonas.

7. CONCLUSIONES.

- Los géneros de nematodos fitoparásitos que se encontraron asociados al pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), fueron los géneros *Pratylenchus*. y *Criconemella*.
- Otros géneros de nematodos no fitoparásitos encontrados asociados al pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) fueron *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Tylocephalus*. *Acrobeles*, *Aphelenchoides*, *Prionchulus*, *Tripyla* y *Dorylaimus*.
- Los géneros de nematodos fitoparásitos se presentaron en cantidades inferiores a los no fitopatógenos. por lo tanto no tiene un efecto considerable sobre el pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus), reflejándose en el buen estado fitosanitario de la pastura.
- El género *Cephalobus*. se encontró presente en raíces en mayor proporción con respecto a los demás, ejerciendo una función importante en el equilibrio ecológico de este medio al alimentarse de Las bacteria degradadoras de la celulosa de las raíces.
- La zona 2 es la que presenta la mayor uniformidad en la diversidad de géneros de nematodos según el índice de Shannon y por tanto la menor dominancia como lo mostró el índice de Simpson.
- Aunque la zona1 presenta una mayor dominancia influenciado por el género *Cephalobus*, esta presenta una gran riqueza de géneros como lo mostró la curva de acumulación por especies.

- Aunque las zonas 1 y 3 son muy diferentes en la abundancia proporcional de las poblaciones de nematodos, estas zonas presentan una igual riqueza de géneros de nematodos presentes.
- Como los valores de t obtenidos a través del programa bio-dap es mayor que el valor de $t_{(0.05)}$ tabulado, rechazamos la hipótesis nula y se puede concluir que la diversidad de nematodos medida con el índice de Shannon no es igual en ninguna de las tres zonas.
- Aunque el porcentaje de ocurrencia del género *Cephalobus* en las raíces fue mayor en comparación a otros géneros, en segundo lugar se le atribuye al género *Praïyienchus* que es un nematodo de importancia económica en los cultivos.
- La acumulación de géneros de nematodos presentes en relación al estimador Bootstrap en las diferentes zonas de estudio, mostraron estar por encima del 95%, lo que indicó muestreos bien representativos en el transcurso de la investigación.

8. RECOMENDACIONES

- Continuar con inventarios a nivel de especies de los nematodos asociados a la especie de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) en otras zonas del departamento de sucre.
- Continuar con el monitoreo y evaluación de la biodiversidad de los nematodos asociados al pasto colosuana con el objeto de evaluar los cambios ecológicos en estas zonas.
- Iniciar las investigaciones necesarias para estudiar la influencia que ejerce el género *Dorylaimus* y *Prionchulus* en el control de las poblaciones de nematodos en el sitio de nuestro estudio.
- Continuar con el monitoreo de las poblaciones de nematodos fitoparásitos para conocer si estas se encuentran equilibradas con el resto de nematodos no fitoparásitos.
- Realizar nuevas curvas de acumulación por especies para comparar las asíntotas observadas y estimadas en nuestro estudio y verificar si se presentan nuevos géneros o especies de nematodos, reevaluando a la vez el esfuerzo de colecta de las muestras.
- Confirmar la identificación de especies de nematodos a través de técnicas moleculares.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. **AGRIOS, G. 1998.** Fitopatología. Ed. Limusa. México D. F.
2. **ALVIS SANTOS, H., RUIZ BUSTOS, F. Y VERGARA ABAD, H. 1987.**
En: Estudio detallado de suelos de la granja El Perico (Sampués) y de la ciudadela universitaria puerta roja (Sincelejo) departamento de Sucre. Tesis de grado del programa de Ingeniería Agrícola de la facultad de de ingeniera de la Universidad de Sucre. Pág. 1-2.
3. **ANDERSON, R.V., COLEMAN, D.C., COLE, C. V. y ELLIOTT, E.T. 1981.** Effect of the nematodos *Acrobeloides sp.* And *Mesodiplogaster iheritieri* on sustrate utilization and nitrogen and phosphorus mineralization in soil. Ecology 62:549-555.
4. **AZMI, M.I., A. SINGH, AND B.D PATIL. 1985.** Control of *Tylenchorhynchus vulgaris* on caribbean stylo (*Stylosanthes hamata*). Indian Journal of Nematology. 14: 200-201..
5. **BHATT B. D. AND ROHDE R A.1970.** The Influence of Environmental Factors on the Respiration of Plant-parasitic Nematodes. Journal of Nematology. 2(4):277-285.
6. **BRIDGE, J. 1996.** Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. Annu. Rev. Phytopathol. 34:201-225.
7. **BRUSSAARD L. 1997.** Biodiversity and ecosystem functioning in soil. En: (revista) Ambio. V. 26 n. 8. pp 563-570.
8. **COLWELL, R. K. 1997.** *EstimateS*: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 5. User's Guide and Application publicado en:(<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>).

9. **CROWE, J. H., AND MADIN K. A. A. 1975.** An-hydrobiosis in nematodes: Evaporative water loss and survival. *Journal of Experimental Zoology* .193:323-333.
10. **DANE.** Encuesta nacional agropecuaria, resultados 1995, costa atlántica, 1996. p 16.
11. **DOS SANTOS, M., A.; FERRAZ, S. and MUCHOVEJ, J. 1992.** Evaluation of 20 species of fungi from Brazil for biocontrol of *Meloidogyne incognita* Race 3. *22 (2)*: pp 183-192.
12. **DUNCAN, L.W. and J.W. NOLING. 1998.** Agricultural sustainability and nematodo integrated pest management, p 251-288. In: K.R. Barker, G.A. Pederson, and G.L. Windham. *Plant nematode interactions*. ASA, Madison, Wisconsin.
13. **ELKINS, N. Z., and WHITFORD, W. G. 1982.** The role of microarthropods and nematodes in decomposition in a semi-arid ecosystem. *Oecologia* 55:303–310. **En: R. McSORLEY R. and FREDERICK, J. J. 1999.** Nematode Population Fluctuations during Decomposition of Specific Organic Amendments. *Journal of Nematology*. 31(1):37–44.
14. **ESCALANTE ESPINOSA, TANIA. 2003.** En: ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52. Pp. 53-58.
15. **FRECKMAN, D. W. 1988.** Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 24:195–217.

16. FRECKMAN, D. W., MANKAU, R. and FERRIS, H. 1975. Nematode Community Structure in Desert Soils: Nematode Recovery. *Journal of Nematology*. 7(4):343-346.
17. FRECKMAN, D. W. 1978. Ecology of anhydro-biotic soil nematodes. Pp. 345-357 in J. H. CROWE AND J. S. CLEGG, eds. *Dry biological systems*. New York: Academic Press.
18. GARZON V., J. y VARON de A., F. 1995. Estudio de biocontrol del nematodo del nudo radical *Meloidogyne sp.* Con organismos fungosos. Tesis Ingeniería Agronómica .Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. pp 8-12.
19. GAUGLER R. Nematodos entomopatógenos (*Rhabditida*, *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*). Traducido por Juan Francisco Bolaños. En:
- (www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/nematodos/html)
20. GONZAGA E. 1982. Nematoides das plantas cultivadas. Departamento de Zoología. Escuela superior de agricultura “Luiz de Quiroz” de la universidad de Sao Paulo. 7ª edición. 312 p.
21. GOODEY T. D. 1933. Plant parasitic nematodes and the diseases they cause. Ediction DUTTON and company INL. Publishers. pp 262-273.
22. GOODEY, J. B., FRANLINK, M.T. AND D.J. HOOPER. 1959. Supplement to the nematodes parasites of plant catalogued under their host 1955-1958.
23. HALFFTER, Gonzalo. 1992. La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. CYTED-D. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el

desarrollo. *Instituto de ecología, A.C.* secretaria de desarrollo social. México. 300 p.

- 24. HANDOO, Zafar Ahman. 2003.** Plant-parasitic nematodes. USDA. ARS (Agriculture researches service). Nematology laboratory. Web: ([Http: // www.barc.usda.gov/psi/nem/home-pg.html](http://www.barc.usda.gov/psi/nem/home-pg.html)).
- 25. INGHAM, R. E. TROFYMOW, J. A. INGHAM, E. R. and COLEMAN, D. C. 1985.** Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: Effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs*. 55:119–140. **En: McSORLEY, R. and FREDERICK. J. J. 1999.** Nematode Population Fluctuations during Decomposition of Specific Organic Amendments. *Journal of Nematology*. 31(1):37–44.
- 26. ISIK, K., YALTIUR, F., AKESAN, A. 1997.** Los Bosques, la Diversidad Biológica y el Mantenimiento del Patrimonio Natural. EN: XI CONGRESO FORESTAL MUNDIAL. Actividad Forestal para un Desarrollo Sostenible: hacia el Siglo XXI. V. 2. Antalya. Pp. 15 – 35.
- 27. KREBS, C. J. 1989.** *Ecological methodology*. Harper Collins publ. 654 Pp.
- 28. LENNE, J. M. 1981.** Reaction on *Desmodium* species and other tropical pastures legumes to the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica*. *Tropical Grassland* 15: 17-20.
- 29. LENNE, J. M. 1983.** A stem-gall nematodes on *Desmodium ovalifolium* in Colombia. *Plant Disease* 67:557.
- 30. LOOF, P. A. A. 1960.** Taxonomic studies on the genus *Pratylenchus* (nematoda). *Tijdschrift Pflanzenziekten* 66:29-90.

- 31. LORDELLO, L. G. E., AND T. DE MELLO FILHO. 1970.** Mais tres capins hospedeiros de nematoides migradores. *Revista de Agricultura Piracicaba*. 45:78.
- 32. LUC, M. AND DE GUIRAN. 1960.** Les nématodes associés aux plantes de l'ouest Africain. Liste perliminaire. *Agronomie Tropicale (Nogent)* 15: 434-449.
- 33. LUC M., HUNT D., J. and MACHON J., E. 1990.** Morphology, anatomy and biology of plant parasitic a synopsis. En plant parasitic nematoides in subtropical & tropical agriculture. C.A.B. International institute of parasitology. Chapter 1.
- 34. MAGGENTI, A.R. 1981.** General Nematology. Springer-Verlag. New Cork. Pagina 372.
- 35. MAGURRAN, A. E. 1988.** Ecological Diversity and its Measurement. N. Y. Princeton University. 179 p.
- 36. MAI W.F. & LYON H.H. 1960.** Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. Art Graft of Ithaca. Inc. New York.
- 37. MARTIN, D.L. and G. GERSHUNY (eds.). 1992.** Rodale Book of Composting. Rodale Press, Emmanus, Pennsalvania, USA.
- 38. MARTÍN PIERA, FERMÍN. 2001.** Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones? Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). Dpto. Biodiversidad y B. Evolutiva.
- 39. MELO, O. 1995.** Documento Base para el Componente Vegetación en el Proyecto "Zonas Áridas". Universidad del Tolima. 14 p.

40. _____; MARTINEZ, H. y HUERTAS, F. A. 1997. Curso taller sobre Evaluación de la Diversidad Florística y Análisis Estructural de Ecosistemas Boscosos Naturales. Ministerio del Medio Ambiente. Universidad del Tolima. Buenaventura. 130. p.
41. MILLER, P.M. 1977. Reducing field populations of several plant-parasitic nematodes by leaf mold composts and some other additives. Plant Disease Reporter 61: 328-331.
42. MONTOYA C. 2001. Uso potencial de los nematodos en el control de insectos plaga. (Documento inédito). Laboratorio de diagnóstico vegetal. Seccional-Valle del Cauca. ICA. Palmira. 13p.
43. NAVARRETE A. y HERRERA G., J. 1999. Nematofauna asociada a la zona urbana de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, Mexico. En:
(<http://www.rbt.ucr.ac.cr/revistas/47-4/navarre.htm>)
44. NOE, J. P. & BARKER, K. R.. 1985. Relation of within-field spatial variation of plant-parasitic nematode population densities and edaphic factors. Phytopathology 75:247-252.
45. NORTON, Don C. 1989. Abiotic Soil Factors and Plant-parasitic Nematode Communities. Journal of Nematology 21(3):299-307
46. ODHIRIN, R. A. 1975. Occurrence of *Heterodera* cyst nematode (*Nematoda: Heteroderidae*) on wild grasses on southern Nigeria. Nigerian Society for plant protection.
47. ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (OIRSA) .1999. En: Toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis fitopatológico.

<http://www.oirsa.org/Publicaciones/VIFINEX/Manuales/Manuales-1999/Manual-02/toma.htm>)

- 48. PALMER, M. W., 1990.** The estimation of species richness by strapolation. *Ecology*. 71:1195-1198.
- 49. PRIETO V. 1987.** Nematodos: Lo bueno, lo malo y lo feo. *Agricultura de las Américas (revista)*. Vol. 36, número 4. Jul / Ago. pp 20 - 23.
- 50. RIGGS, R. D., AND M. L. HAMBLIN.** 1962. Soybean-cyst nematode host studies in the family leguminosae. *Arkansas Agriculture Experiment Station, Repor Series*. 110:1-18.
- 51. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., D. BOUBÉ AND R.W. YOUNG. 1990.** Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. II. Effect of soybean meal. *Nematropica* 20:153-168.
- 52. RODRIGUEZ R., KLOEPER, G ROBERTSON AND WELLS L. 1992.** Velvetbean for management of root-knot and southern blight in peanut. *Nematropica* 22:75-80.
- 53. ROMAN J. 1978.** *Fitonematología tropical*. Universidad de Puerto Rico. Recinto universitario de Mayagüez. Colegio de ciencias agrícolas. Estación experimental agrícola. Río Piedras, P.R. 256 p.
- 54. SANCHEZ, J. 1978.** *Manual de Nematología*. Ed. Temas de orientación agropecuaria.
- 55. SWISHER M., E. 1999.** La ecología de la parcela. Manual para los estudios de campo. Módulo 1. Universidad de La Florida. pp 45 – 53.

56. CAMPOS, Diego. 2001. En. "Insectos", Boletín del Proyecto Insectos de Colombia IAHV-UK-UAESPNN Número 3. (<http://www.uky.edu/~mishar0/colombia/Boletin3.doc>).
57. SHARMA R. D. AND G. SWARUP. 1982. Hitherto unrecorded plant parasite nematodes on *Andropogon gayanus* Kunth. Var. *bisquamulata* Stapf. For cerrado region of Brazil. Pp. 99-102 in. Trabajos Apresentados na VI reuniao brasileira de Nematología. Publicação No. 6. Fortaleza Brazil.
58. SIDDIQI, M. R., AND J. M. LENNE. 1984. *Pterotylenchus cecidogenus* n. gen., n. sp. A new stem-gall parasitizing *Desmodium ovalifolium* in Colombia. Journal of Nematology 16: 65-65.
59. STANTON, J.M. 1986. Biology and influence of *Pterotylenchus cecidogenus* on *Desmodium ovalifolium*. Journal Nematology 18:79-82.
60. STANTON, J. M., AND R. HERNANDEZ. 1986. Occurrence and evaluation on damage caused by root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on *Desmodium heterocarpon* in the Llanos Orientales of Colombia. Tropical Grassland 20:44-46.
61. STANTON, J. M, SIDDIQUI, M. R. & LENNE, J. M. 1989. Plant-parasitic nematodes associated with tropical pastures in Colombia. Nematropica 19 (2) :169-175.
62. STOKES, D. E. 1969. *Andropogon rhizomatus* parasitized by a strain of *Tylenchulus semipenetrans* not parasitic to four citrus rootstocks. Plant Disease Reporter 53:882-885.

- 63. TARJAN, A., ESSER, R. & CHANG, S. 1977.** Interactive Diagnostic Key to Plant Parasitic, Freelifving and Predaceous Nematodes. Unl nematode lab. ([Http://nematode.unl.edu/key/nemakey.htm](http://nematode.unl.edu/key/nemakey.htm)).
- 64. THORNE G. 1961.** Principles of Nematology. New York, McGraw Hill. Pp. 443-479.
- 65. USDA 2002.** (United state department agriculture) Nematology laboratory. Web: ([Http://www.barc.usda.gov/psi/nem/what-nem.htm](http://www.barc.usda.gov/psi/nem/what-nem.htm)).
- 66. VALLEJO, A. & ZAPATA, F. 2000.** Especies forrajeras. Agosoft Ltda. Medellín - Colombia. p. 1 -8.
- 67. VOLCY C. 1997.** Nematodos. Tomo 1. El ABC de la nematología. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Primera edición. 62p.
- 68. WASILEWSKA, L. and BIENKOWSKI. P. 1985.** Experimental study on the occurrence and activity of soil nematodes in decomposition of plant material. Pedobiologia. 28:41–57. **En: R. McSORLEY R. and. FREDERICK, J. J. 1999.** Nematode Population Fluctuations during Decomposition of Specific Organic Amendments. Journal of Nematology 31(1):37–44.
- 69. YEPEZ T., G. 1972.** Los nematodos. Enemigos de la agricultura. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Zoología Agrícola. Maracay, Venezuela, 219p.

A N E X O S

ANEXO A: Método del embudo de Baermann modificado por Handoo & Ellington, 2003.

1. Se toman unos 100gramos de suelo y se envuelven en dos capas del tela fina.
2. El suelo envuelto en el paño se coloca dentro de un vaso plástico sostenido dentro de un trozo de malla plástica. Se agregó levemente agua para cubrir el acoplamiento de la malla levemente con agua de tal manera que el suelo quede permanentemente en contacto con el agua.
3. Se deja el montaje por 3 días para permitir que los nematodos se arrastraran del suelo hacia el agua contenida en el fondo del recipiente. Se cerciora que la muestra de suelo esté en contacto con el agua constantemente, monitoreando cada día para evitar el desecamiento de la muestra.
4. Luego se quita la muestra de suelo liado del vaso plástico, se vierte 2ml del agua en una caja de Petri observando el agua usando un microscopio estereoscopio para comprobar la presencia o la ausencia de nematodos donde éstos se capturan con un microgancho (astillas de bambú afiladas) e inmediatamente se transfieren a un tubo Eppendorf con una solución fijadora de formaldehído al 5%, almacenándolos hasta un tiempo indefinido (mínimo 5 días).
5. Este procedimiento se repite hasta agotar toda el agua contenida en el recipiente.

ANEXO B: Método de Seinhorsts para la transferencia de nematodos a glicerina deshidratada:

1. Se transfieren directamente los nematodos de la solución fijadora a un bloque de vidrio escavado (cristal Siracusa), conteniendo 0,5mL de la siguiente solución:

Etanol al 96%..... 20mL.

Glicerol..... 1mL.

Agua destilada.... 79mL.

2. Luego el vidrio Siracusa que contiene los nematodos se coloca en una caja de Petri que contiene un poco de etanol al 96%, con cuidado de que éste último no haga contacto con los especímenes. Se dejó por 12 horas en un horno a 35-40°C. Donde esto removerá el agua contenida en el interior de los nematodos. Después de almacenarlos en el horno por 12 horas, los nematodos se cubren con una solución de:

Etanol al 96%..... 95mL.

Glicerol..... 5mL.

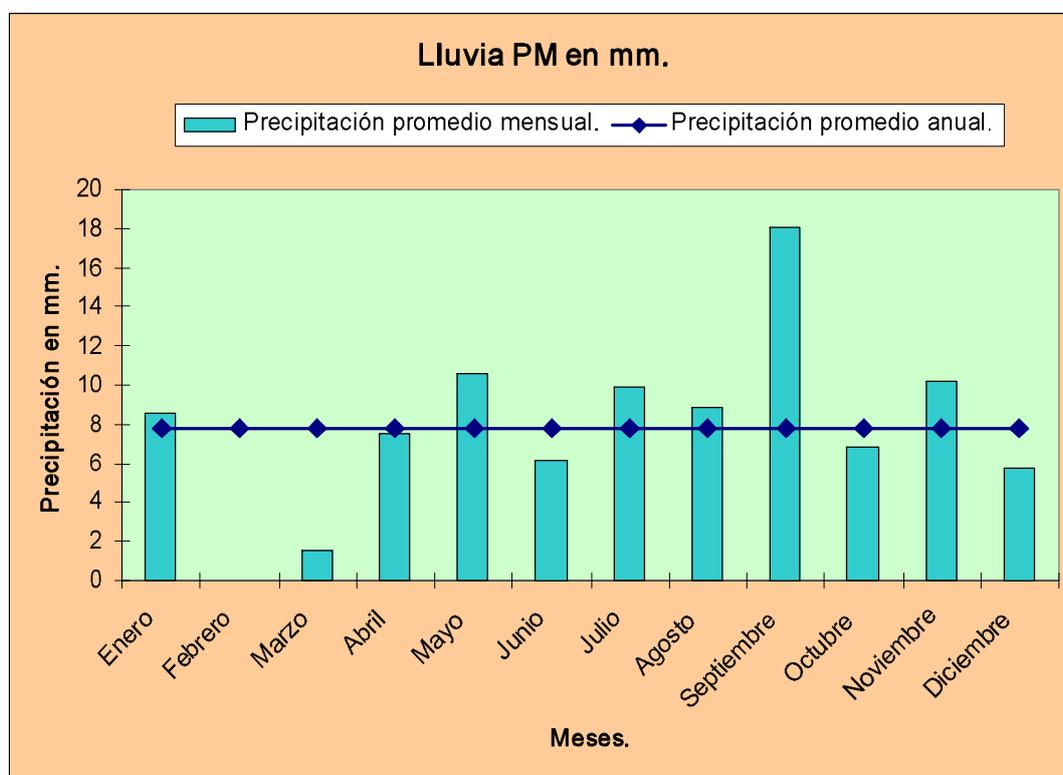
3. Luego el vidrio Siracusa que contiene los nematodos se colocan en una caja de Petri parcialmente cerrada en un horno a 40°C, hasta que todo el alcohol se evapore (Aprox. 3 horas).
4. luego se procede al montaje de placas fijas selladas con un anillo de parafina, glicol, o esmalte de uñas transparente.

ANEXO C: Tabla de resultados de valores observados y estimados, aleatorizados 100 veces arrojados por el programa Estimates 2000. (Colwell, 2000).

Zona 1			Zona 2			Zona 3		
Samples	Sobs	Bootstrap	Samples	Sobs	Bootstrap	Samples	Sobs	Bootstrap
1	5,04	5,04	1	4,77	4,77	1	4,31	4,31
2	6,44	7,1	2	6,21	6,94	2	5,92	6,67
3	7,04	7,66	3	6,71	7,28	3	7,01	7,89
4	7,38	7,94	4	7,04	7,54	4	7,62	8,44
5	7,82	8,4	5	7,25	7,71	5	7,92	8,69
6	8,04	8,62	6	7,39	7,84	6	8,22	8,99
7	8,16	8,72	7	7,53	7,99	7	8,39	9,14
8	8,36	8,92	8	7,7	8,18	8	8,6	9,36
9	8,54	9,09	9	7,85	8,35	9	8,76	9,52
10	8,6	9,12	10	8,02	8,57	10	8,94	9,71
11	8,72	9,23	11	8,12	8,67	11	9,07	9,82
12	8,8	9,3	12	8,24	8,8	12	9,21	9,95
13	8,84	9,31	13	8,33	8,9	13	9,33	10,08
14	8,9	9,35	14	8,46	9,03	14	9,44	10,18
15	9,02	9,5	15	8,54	9,09	15	9,5	10,2
16	9,1	9,6	16	8,64	9,19	16	9,57	10,24
17	9,16	9,66	17	8,72	9,26	17	9,64	10,28
18	9,24	9,75	18	8,74	9,24	18	9,72	10,31
19	9,3	9,83	19	8,79	9,28	19	9,79	10,35
20	9,3	9,8	20	8,83	9,3	20	9,88	10,41
21	9,34	9,84	21	8,85	9,3	21	9,9	10,38
22	9,44	9,96	22	8,88	9,3	22	9,95	10,42
23	9,48	9,99	23	8,92	9,33	23	9,96	10,39
24	9,48	9,97	24	8,93	9,31	24	9,97	10,35
25	9,54	10,04	25	8,94	9,29	25	9,97	10,3
26	9,58	10,07	26	8,96	9,27	26	9,97	10,26
27	9,62	10,09	27	8,97	9,26	27	9,98	10,24
28	9,7	10,19	28	8,98	9,25	28	9,99	10,22
29	9,72	10,2	29	8,98	9,22	29	9,99	10,2
30	9,74	10,21	30	8,99	9,2	30	9,99	10,17
31	9,8	10,28	31	9	9,2	31	10	10,16
32	9,84	10,32	32	9	9,17	32	10	10,13
33	9,9	10,4	33	9	9,14	33	10	10,12
34	9,96	10,48	34	9	9,13	34	10	10,1
35	9,96	10,47	35	9	9,11	35	10	10,09
36	10	10,5	36	9	9,09	36	10	10,08
%	95.2	100	%	99.01	100	%	99.2	100

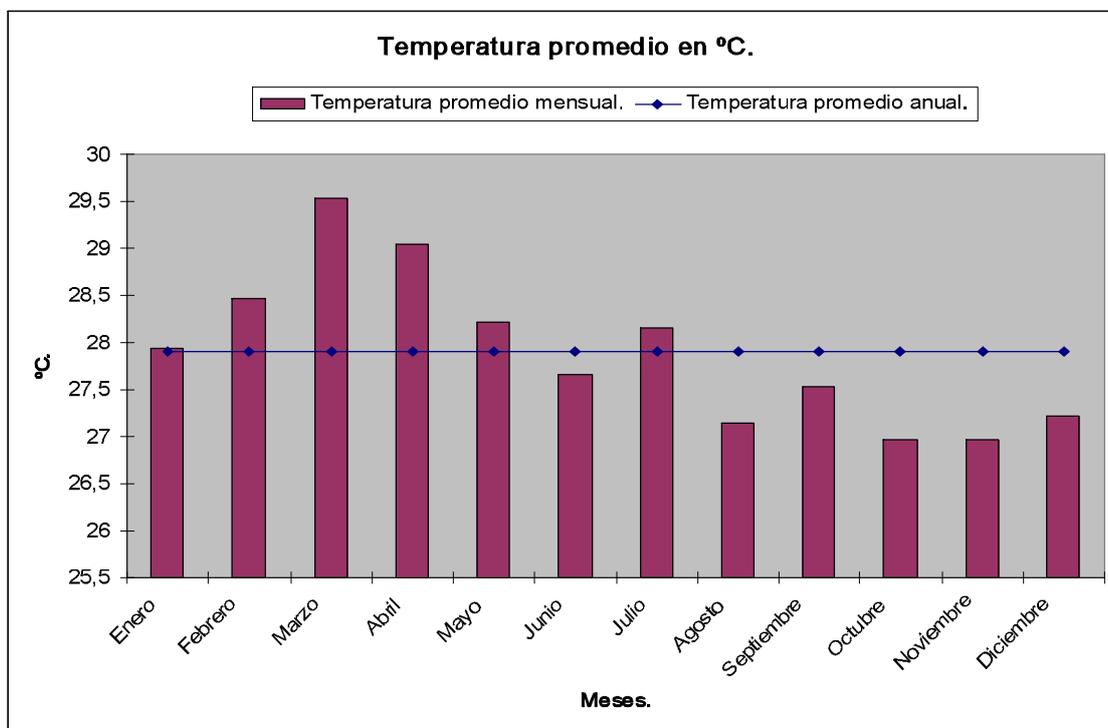
ANEXO D: Lluvia promedio mensual durante el año 2005, registrada con el pluviómetro de la estación meteorológica IDEAM de la granja experimental "El Perico".

Lluvia promedio mensual PM mm.				
Mes.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitación promedio mensual.	8,56	0	1,57	7,5
Precipitación promedio anual.	7,82	7,82	7,82	7,82
Mes.	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Precipitación promedio mensual.	10,56	6,17	9,89	8,83
Precipitación promedio anual.	7,82	7,82	7,82	7,82
Mes.	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación promedio mensual.	18,05	6,85	10,15	5,74
Precipitación promedio anual.	7,82	7,82	7,82	7,82



ANEXO E: Temperatura promedio mensual durante el año 2005, registrada en la estación meteorológica IDEAM de la granja experimental "El Perico".

Temperatura promedio en °C.				
Mes.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura promedio mensual.	27,9	28,47	29,54	29,04
Temperatura promedio anual.	27,9	27,9	27,9	27,9
Mes.	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura promedio mensual.	28,21	27,7	28,15	27,13
Temperatura promedio anual.	27,9	27,9	27,9	27,9
Mes.	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura promedio mensual.	27,53	26,96	26,96	27,22
Temperatura promedio anual.	27,9	27,9	27,9	27,9



ANEXO F: Análisis fisicoquímicos del suelo proveniente de la granja experimental "El Perico", en el año 2005.

Determinación	Valor	Interpretación	Valores Medios
pH (Agua 1:1, P/V)	5,3	Fuertemente ácido	5,80--7,20
Materia Orgánica	2,11	C	2,0--4,0
Fósforo (ppm), Bray II	5,17	D	15--30
C.I.C. (meq./100 gr. Suelo)	19,25	C	10--20
Calcio (meq./100 gr. Suelo)	9,44	B	5--7
Magnesio (meq./100 gr. Suelo)	6,67	A	2--3
Potasio (meq./100 gr. Suelo)	0,12	D	0,2--0,4
Sodio (meq./100 gr. Suelo)	1,58	A	< 1,0
Aluminio intercambiable.	0,21	D	< 0,2
Textura (M. Bouyoucos).	F.Ar.A	Franco Arcilloso-arenoso	Franco y Franco arcilloso
Arena (%)	48,33		20--50
Arcilla (%)	23,33		20--60
Limo (%)	28,34		20--70
Saturación de Calcio (%)	49,04	C	50--70
Saturación de Magnesio (%)	34,65	A	20--30
Saturación de Sodio (%)	8,21	C	< 6,0
Saturación de Aluminio (%)	1,09	F	< 5,0
Relación Calcio/Magnesio	1,42	Estrecha	2--4 (Normal)

Analizó: Antonio Tovar

Ortega.

INTERPRETACION Y OBSERVACIONES.

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo.

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno).

C: Contenido Moderado o valor medio (Regular).

D: Contenido deficiente o valor bajo (Pobre).

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial.

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre).

