

**DIVERSIDAD DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA ASOCIADOS AL
SUELO DE LA RESERVA NATURAL DE YOTOCO Y DEL ENCLAVE SECO
DEL RIO DAGUA**

LEONARDO ALVAREZ RIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PALMIRA- VALLE DEL CAUCA

2012

**DIVERSIDAD DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA ASOCIADOS AL
SUELO DE LA RESERVA NATURAL DE YOTOCO Y DEL ENCLAVE SECO
DEL RIO DAGUA**

LEONARDO ALVAREZ RIOS

Trabajo de tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Agrarias

Línea de Investigación Protección de Cultivos

Director

NORA CRISTINA MESA COBO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PALMIRA- VALLE DEL CAUCA

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE JURADO DE TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS LINEA DE INVESTIGACIÓN PROTECCIÓN DE CULTIVOS

En Palmira a los 05 días del mes de Octubre de 2012, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los doctores IVÁN ZULUAGA y ANDREAS GAIGL

Para calificar la Tesis de Grado de:

LEONARDO ÁLVAREZ RIOS

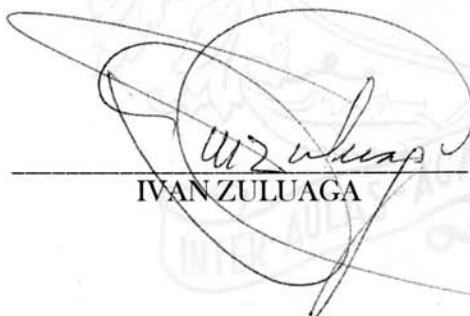
Titulada:

“DIVERSIDAD DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA ASOCIADOS AL SUELO DE LA RESERVA NATURAL DE YOTOCO Y DEL ENCLAVE SECO DEL RIO DAGUA” bajo la dirección de Nora Cristina Mesa Cobo, PhD.

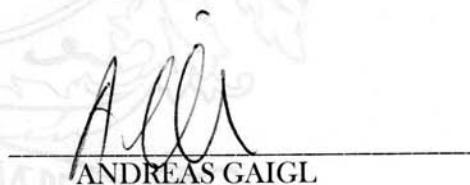
Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los docentes IVÁN ZULUAGA y ANDREAS GAIGL, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADA

REPROBADA



IVÁN ZULUAGA



ANDREAS GAIGL

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, por estar siempre en mi vida y llenarme de bendiciones

A mi familia, mi madre Rubiela Rios, a mi hermana Ana Milena Alvarez, por apoyarme y siempre estar, a pesar de todo

A Adriana Cajamarca, por su amor y compañía

A mis mascotas, por su cariño incondicional día tras día, pase lo que pase

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Nora Cristina Mesa, por confiar en mí y apoyarme en esta investigación, ya que sin ella no creo que este trabajo fuese posible.

A la Universidad Nacional, por su excelente formación.

A DIPAL, por su apoyo financiero.

A la Decanatura de la F.C.A y los Posgrados, por su colaboración.

A Carlos Gutiérrez, Valentín y Cristóbal, por su colaboración en el trabajo de capacitación de reconocimiento en campo.

A Javier Salazar, Karol Imbachi, por su ayuda y amistad para que este trabajo fuese posible.

A Rodrigo, Alfre, las "Y^S", y demás compañeros del Grupo de Investigación en Acarología y Entomología, por su colaboración y los buenos momentos.

Y demás personas que de una u otra forma aportaron para que este trabajo culminase de buena forma.

La facultad y los jurados de tesis no se harán responsables de las ideas emitidas por el autor.

Artículo 24, resolución 04 de 1974

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO PRINCIPAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 IMPORTANCIA DE LOS ARTRÓPODOS DEL SUELO	19
2.2 ÁCAROS DEL SUELO.....	21
2.3 ESTUDIOS DE ÁCAROS DEL SUELO EN COLOMBIA.....	24
2.4 RELACIÓN DE GRUPOS DE ÁCAROS CON LA VEGETACIÓN	26
2.5 ESTIMACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ÁCAROS.	28
2.5.1 Medición de la diversidad Alfa.....	29
2.5.2 Medición de la diversidad Beta.	32
2.5.3 Medición de la diversidad Gamma.	32
2.6 MÉTODOS DE MUESTREO Y EXTRACCIÓN DE LOS ÁCAROS DEL SUELO	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1 ZONAS DE MUESTREO	38
3.2 COLECCIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO.....	42
3.3 EXTRACCIÓN DE LOS ÁCAROS DEL SUELO	42
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL ORDEN PROSTIGMATA	48
4.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES.....	49
4.3 FAMILIAS Y GÉNEROS DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA. ...	50
4.3.1 Ocurrencia de ácaros del orden Prostigmata asociados a las zonas de estudio	50

4.3.2	Relación de ácaros del suelo del orden Prostigmata asociados a familias de plantas	66
4.4	ÍNDICES DE DIVERSIDAD	70
4.5	DESCRIPCIÓN DE LAS FAMILIAS DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA ASOCIADAS AL SUELO DE LA RESERVA NATURAL DE YOTOCO.....	72
4.5.1	Bdellidae	72
4.5.2	Caligonellidae.....	73
4.5.3	Cheyletidae	74
4.5.4	Cryptognathidae	75
4.5.5	Cunaxidae	76
4.5.6	Eupalopsellidae	77
4.5.7	Johnstonianidae	78
4.5.8	Microtrombidiidae	78
4.5.9	Pseudocheylidae	79
4.5.10	Scutacaridae	80
4.5.11	Smarididae.....	81
4.5.12	Stigmaeidae	81
4.5.13	Tarsonemidae	82
5.	CONCLUSIONES	84
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Natural de Yotoco, Valle (Moreno, 2011).....	40
Figura 2. Ubicación geográfica del corregimiento de Atuncela. (CVC, 2002).	41
Figura 3. Proceso de extracción y procesamiento de muestras de suelo y hojarasca.	43
Figura 4. Tratamientos de plantas evaluados en la RNY.....	45
Figura 5. Tratamientos de plantas evaluados en el ESRD.	46
Figura 6. Localización de los estratos evaluados en la Reserva Natural de Yotoco.	47
Figura 7. Curva de acumulación de especies en muestreos de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la Reserva Natural de Yotoco.....	49
Figura 8. Curva de acumulación de especies en muestreos de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo del enclave seco del Rio Dagua.	50
Figura 9. Familias de ácaros del orden Prostigmata asociadas al suelo de la RNY, y del ESRD.	55
Figura 10. Familias de ácaros del orden Prostigmata asociadas al suelo de la RNY, y del ESRD (porcentaje).....	56
Figura 11. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y del ESRD, por cada familia de ácaros (porcentaje).....	57
Figura 12. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y del ESRD (porcentaje).....	58
Figura 13. Comparación de medias para familias de ácaros, entre estratos evaluados.	60
Figura 14. Comparación de medias para géneros de ácaros, entre estratos evaluados.	60
Figura 15. Abundancia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).....	61

Figura 16. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).....	62
Figura 17. Abundancia por familia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).	64
Figura 18. Ocurrencia de las familias de ácaros del suelo asociadas a muestreos, temperatura y precipitación (A. RNY, B. ESRD).	65
Figura 19. Abundancia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por tratamiento (porcentaje).....	68
Figura 20. Número de familias de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por tratamiento.	68
Figura 21. Comparación de medias para familias de ácaros, entre tratamientos evaluados.	69
Figura 22. Comparación de medias para géneros de ácaros, entre tratamientos evaluados.	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número total de Familias y géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y el ESRD.....	52
Tabla 2. Correlación simple de Pearson de los muestreos (MUEST), (ZONA), familias de ácaros (FA), precipitación (PP) y temperatura (TEMP).....	66
Tabla 3. Índices de Diversidad.....	70

RESUMEN

Las reservas naturales son lugares que albergan gran diversidad de flora y fauna, las cuales son protegidas por el hombre con fines de conservación. La Reserva Natural de Yotoco se encuentra ubicada en la vía que conduce de Buga a Loboguerrero entre los kilómetros 17 y 18 dentro del Departamento del Valle del Cauca y se caracteriza por ser un bosque húmedo premontano. Por su parte el enclave Seco del Río Dagua se encuentra ubicado al occidente de Colombia, sobre la vertiente oriental de la cordillera Occidental, área inmersa dentro del Chocó biogeográfico, con un clima muy Seco a pesar de la proximidad con los bosques húmedos que la circundan. El enclave Seco del Río Dagua, se encuentra ubicado entre los corregimientos de Loboguerrero y Atuncela, presenta terrenos ondulados a relativamente planos con depresiones en la margen del río Dagua. Con el presente estudio se pretende como objetivo principal identificar la diversidad de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la Reserva Natural de Yotoco y del Enclave Seco del Río Dagua.

Se colectaron muestras de suelo y hojarasca entre la superficie y 5 cm de profundidad utilizando un cilindro de 5.0 cm de diámetro por 5.0 cm de altura; en un radio de 1 metro del tallo de las familias de plantas Arecaceae, Cyatheaceae, Laureaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Rubiaceae en la Reserva Natural de Yotoco, y Agavaceae, Apocynaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Malvaceae y Rutaceae en el Enclave Seco del Río Dagua. Las muestras se transportaron al laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, en una nevera de icopor.

Para la extracción de los ácaros se utilizó el método de embudo de Berlese-Tulgren, y se recolectaron en viales con alcohol del 70%. Para el montaje permanente se usó medio Hoyer en placas portaobjetos, para posteriormente realizar las determinaciones taxonómicas. Se utilizó un diseño experimental en

bloques completos al azar con repeticiones estratificadas, donde los estratos fueron la zona media baja y la zona media alta de la Reserva Natural de Yotoco. La totalidad de individuos colectados se distribuyo dentro de las familias de ácaros: Microtrombidiidae, Stigmaeidae, Cunaxidae, Bdellidae, Pseudocheylidae, Cryptognathidae, Eupalopsellidae, Smarididae, Johnstonianidae, Tarsonemidae, Cheyletidae, Caligonellidae y Scutacaridae. La familia Caligonellidae fué la más abundante y frecuente. Dentro de las familias de ácaros identificadas, se encontraron 26 géneros de los cuales *Coptocheles* Summers & Schlinger, 1955 perteneciente a la familia Caligonellidae fue el mas frecuente. La familia Cunaxidae, presentó cinco géneros *Coleoscius* Berlese, 1918, *Dactyloscius* Berlese, 1916, *Pseudobonzia* Smiley, 1975, *Pulaeus* Den Heyer, 1980, *Scutascirus* Den Heyer, 1976, y *Neocunaxoides* Smiley, 1975.

De las 12 familias de plantas evaluadas la familia Cactacea, sobresalió ya que albergo el 30,98% de individuos. Los valores de los índices de diversidad muestran que las zonas evaluadas poseen una biodiversidad de ácaros del orden Prostigmata especial. Los resultados obtenidos, además de aportar información sobre la diversidad de la acarofauna asociada al suelo de la Reserva Natural de Yotoco y del Enclave Seco del Río Dagua, permite conocer las especies que pueden ser candidatos promisorios en programas de control biológico de plagas del suelo de interés agrícola, o como bioindicadores de cambios antrópicos, biológicos o ambientales.

ABSTRACT

Nature reserves are sites hosting diversity flora and fauna, which are protected by the man for purpose of conservation. The Yotoco Natural Reserve is located on the road that leads from Buga to Loboguerrero between Kilometer 17 and 18 in the department of Valle del Cauca and is characterized by wet premontane forest. Meanwhile the dry zone of Dagua River is located to the West of Colombia, on the eastern slopes of the western cordillera, immersed area within the Chocó biogeographic region, with a very dry climate despite the proximity to the rainforest that surround it. It zone is located between Loboguerrero and Atuncela villages, presents relatively flat to undulating terrain with depressions in Dagua Riverbank.

This study aims to identify the diversity of mites of the Prostigmata order associated with the soil of the Nature Reserve and the dry zone of Dagua River. Samples of soil and leaf litter were collected from the surface to 5 cm. of depth, using a cylinder of 5 cm. in diameter by 5 cm. in height, within a radius of 1 meter from stem of the plant's families Arecaceae, Cyatheaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, and Piperaceae in Yotoco Nature Reserve, and Agavaceae, Apocynaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Malvaceae and Rutaceae in the Dry zone of Dagua River.

The samples were transported to the laboratory of Entomology and Acarology, of the Universidad Nacional de Colombia at Palmira (National University of Colombia at Palmira), in a Styrofoam cooler. The Berlese-Tulgren funnel method was used for the extraction of the mites, and they were collected in vials with 70% alcohol. For permanent mounting was used medium Hoyer in plates slides, for the taxonomic identification. The study used an experimental design in complete blocks at random with stratified repetitions, where strata were the lower middle and upper middle area of the Yotoco Nature Reserve.

The total of individuals collected was distributed within families of mites: Microtrombidiidae, Stigmaeidae, Cunaxidae, Bdellidae, Pseudocheylidae, Cryptognathidae, Eupalopsellidae, Smarididae, Johnstonianidae, Tarsonemidae, Cheyletidae, Caligonellidae and Scutacaridae. Within the identified mites families, was found 26 genera of which *Coptocheles* Summers & Schlinger, 1955 belonging to the family Caligonellidae was the most abundant and frequent.

The family Cunaxidae present five genera *Coleoscurus* Berlese, 1918, *Dactyloscurus* Berlese, 1916, *Pseudobonzia* Smiley, 1975, *Pulaeus* Den Heyer, 1980, *Scutascirus* Den Heyer, 1976, y *Neocunaxoides* Smiley, 1975.

Of the 12 families of plants evaluated. Cactacea family, excelled, because it hosted the 30, 98% of individuals. The values of the diversity indices show that evaluated zones possess a rich biodiversity of mites of the Prostigmata special order. The results, in addition to providing information about the diversity of fauna of mites associated to the soil of the Yotoco Nature Reserve and the dry zone of Dagua River, allows to know the species that may be candidates for biological control programs of pests in the soil with agricultural interest or as bio-indicators of anthropogenic, biological or environmental changes.

INTRODUCCIÓN

Aunque los suelos han sido ampliamente estudiados y clasificados de acuerdo a sus características físicas y químicas, el conocimiento sobre la fauna edáfica ha quedado rezagado especialmente por el desconocimiento del papel que ella tiene en la determinación de las propiedades físicas y químicas y del potencial productivo de los suelos. De otra parte, a pesar de la inmensa diversidad y cantidad de los organismos edáficos existen muchas dificultades para su colecta en el campo, extracción y procesamiento de muestras en el laboratorio e identificación taxonómica, ya que son trabajos minuciosos que demandan mucho tiempo. Sin embargo, las tendencias modernas dirigidas al uso sostenible de los suelos, especialmente relacionados con agricultura y ganadería, indican que es necesario conocer la biodiversidad de esta fauna para conservar, comprender y manejar los recursos naturales.

El suelo es un componente dinámico y complejo fundamental para el desarrollo de la fauna terrestre. La transformación de las propiedades del suelo tiene una relación directa con la biota que este posea, se puede considerar esta biota como microingenieros los cuales mejoran el proceso de aireación, la porosidad, la infiltración del agua y un aporte de nutrientes muy importante (Seastedt & Crossley, 1980). La mesofauna es un componente de la biota del suelo, juega un rol muy importante como el de la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de los nutrientes y la mineralización del nitrógeno y fósforo, esenciales para el correcto desarrollo de los cultivos y su productividad (Usher et al., 2006).

En la mesofauna de los suelos los microartropodos como ácaros y colémbolos constituyen la mayor parte (Cassagne et al., 2006). Son un recurso importante ya que sirven como bioindicadores del suelo, mostrando los diferentes cambios medioambientales o antropogénicos; además de servir como base para efectuar un adecuado manejo y conservación de un ecosistema. La acarofauna del suelo es

muy diversa así como su comportamiento y hábitos alimenticios. Entre los organismos habitantes del suelo, los ácaros y los colémbolos pueden representar el 95% de los microartrópodos (Neher & Barbercheck, 1999; Vu & Nguyen, 2000). Los ácaros edáficos presentan diferentes hábitos alimenticios: detritofagos, consumidores y filtradores de microorganismos, fitófagos que se alimentan de tejidos de plantas, consumidores de nematodos y depredadores generalizados (Walter & Proctor, 1999).

Se han reportado entre muchos beneficios que pueden proveer al entorno donde se encuentran, el aporte indirecto de nutrientes que incorporan al medio como resultado del proceso de descomposición de la materia orgánica que estos realizan de forma natural (Crossley et al., 1992), además pueden ejercer un control natural sobre algunos organismos que pueden afectar la producción de un material vegetal de interés agronómico (Walter & Proctor, 1999). Este estudio pretende mostrar la diversidad de familias dentro del orden Prostigmata presentes en suelos de la Reserva de Yotoco, y del enclave Seco del Rio Dagua, Valle geográfico del rio Cauca; por lo anterior la importancia del presente trabajo radica en el ejercicio taxonómico realizado el cual es una base para estudios de biodiversidad, ya que existe un gran desconocimiento de los géneros y especies pertenecientes al orden Prostigmata asociados al suelo, lo cual constituye el presente trabajo como el primero de este tipo realizado en el país.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Identificar la diversidad de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la Reserva Natural de Yotoco y del enclave Seco del Rio Dagua.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las diferentes familias y géneros de ácaros Prostigmata presentes en los suelos de la Reserva Natural de Yotoco y del enclave Seco del Rio Dagua.

Determinar la ocurrencia de ácaros del orden Prostigmata, asociados a familias de plantas presentes en la reserva Natural de Yotoco y el enclave Seco del Rio Dagua.

Estimar la abundancia y riqueza de familias de ácaros del orden Prostigmata, mediante índices de diversidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 IMPORTANCIA DE LOS ARTRÓPODOS DEL SUELO

La mesofauna está compuesta por nematodos, artrópodos, algunas lombrices, ácaros y colembola, los cuales ocupan todos los niveles tróficos en las cadenas alimenticias del suelo y afectan directamente a los productores primarios por su alimentación sobre las raíces e indirectamente a través de la contribución que hacen a la descomposición y mineralización de nutrientes (Crossley et al., 1992).

La estructura y funcionamiento de las cadenas alimenticias en el suelo son similares a otras cadenas alimenticias ya que se encuentran productores primarios, consumidores y detritofagos y el número y biomasa por volumen de organismos del suelo es elevado en la base y decrece en el tope de la cadena alimenticia. En el suelo ocurren cadenas alimenticias muy largas y complejas y se encuentra gran incidencia de omnívoros y toda la fauna depende de los productores primarios (Neher & Barbercheck, 1999).

De acuerdo a Curl & Truelove (1986), más de la mitad de la producción primaria se realiza en los suelos. Raíces, tubérculos, bulbos y rizomas constituyen los recursos primarios de microorganismos, nematodos y artrópodos. Las plantas y la hojarasca y residuos orgánicos proporcionan el hábitat para estos organismos del suelo. Las plantas afectan directamente la mesofauna, por toda la materia orgánica generada sobre y bajo el suelo e indirectamente por el efecto físico de sombrero, protección del suelo y toma de agua y nutrientes por las raíces. La energía y los nutrientes obtenidos por la planta llegan incorporados a los residuos orgánicos (hojarasca) proporcionando la base de complejas cadenas alimenticias. Las raíces de las plantas exudan aminoácidos y azúcares los cuales son fuente alimenticia de microorganismos. Griffiths (1994), demostró como la fauna del suelo tiende a concentrarse donde los recursos son más abundantes, es decir en la

hojarasca y en suelo. La distribución de la micro y mesofauna del suelo presentan con frecuencia una distribución espacial agregada, lo cual es un indicativo de la distribución de los recursos en el suelo como las raíces y desechos orgánicos.

La descomposición de la materia orgánica y mineralización del carbono es realizada en un 90% por microorganismos como bacterias y hongos. Sin embargo esto es facilitado ampliamente por las lombrices y artrópodos del suelo como ácaros, colémbolos y miriapodos, los cuales fragmentan o desmenuzan los desechos orgánicos que llegan al suelo y dispersan los propágulos microbianos. Muchas relaciones o asociaciones complejas que ocurren entre los organismos del suelo, son gracias a la interrelación estrecha que existe entre los microorganismos y los artrópodos o lombrices como por ejemplo asociaciones digestivas, dando como resultado excretas ricas en nutrientes o aquellos casos que se alimentan de hojarasca afectando así la estructura física del suelo e influyen en la dinámica de los nutrientes a través de su efecto sobre la humificación (Lavelle et al.,1992).

La actividad de la mesofauna es influenciada por el balance entre agua y aire del suelo. El reciclado de nutrientes por los organismos del suelo es esencial en todos los ecosistemas. Entre la comunidad que integra la mesofauna existen los llamados bioturbadores o ingenieros del ecosistema, por ejemplo las hormigas, termitas y las lombrices y otros de menor tamaño que crean canales, túneles, poros, agregados y montículos que influyen en la temperatura, el transporte de gases y agua dentro del suelo. De esta forma la mesofauna edáfica crea o modifica micro hábitats para otros organismos más pequeños (Bardgett et al., 2005).

Tal vez la mayor importancia de los ácaros del suelo se observa en su papel como bioindicadores del suelo. (Ludwig et al.,1991), encontraron que las especies de oribatidos *Rhysotritia duplicata* y *Nothrus silvestris* acumulan rápidamente y retienen metales pesados. Desde entonces estas especies son usadas como indicadores de polución de metales pesados. Siepel (1995) demostró que el

incremento de la partenogénesis tipo telitoquia en oribatidos es una respuesta a la contaminación de metales pesados y plaguicidas y algunas especies de Mesostigmatas han mostrado especificidad a la compactación de suelos.

2.2 ÁCAROS DEL SUELO

Entre los organismos habitantes del suelo, los ácaros y los colémbolos son los más abundantes, pueden representar el 95% de los microartrópodos (Neher & Barbercheck, 1999; Vu & Nguyen, 2000), encontrándose densidades desde 50.000 hasta 250.000 ácaros/m² en los primeros 10 cm de suelo, por lo que se considera al estrato suelo-hojas como su hábitat más ancestral y es allí donde puede encontrarse la mayor diversidad y abundancia (Petersen, 1982; Walter & Proctor, 1999), sobre todo en ambientes de las regiones tropicales (Gaston, 1992).

Muchos estudios han demostrado que Cryptostigmata u Oribatida, constituye el grupo más diverso y abundante en el horizonte orgánico del suelo. Se alimentan de esporas, hifas o algas, vegetales en descomposición. Algunos grupos de oribatidos consumen animales y plantas muertas realizando saprófagia. Constituyen un grupo cosmopolita y diversificado de ácaros que miden entre 0.1 a 1.5 mm. Según (Norton, Bonamo, Grierson, & Shear, 1988), estos ácaros, existen desde el periodo Devoniano y representan un grupo taxonómico con especializaciones morfológicas y diversificaciones ecológicas. Son ácaros de movimientos lentos y bien esclerotizados en su estado adulto (Walter & Proctor, 1999).

Rojas et al., (2009) al comparar la ocurrencia de especies de ácaros y colémbolos en la Sierra Sur en Oaxaca (México), en tres tipos de suelo con diferentes usos (Producción de café, vegetación secundaria y bosque nuboso de montaña) encontraron que de los 22 grupos de artrópodos presentes, los más abundantes fueron los ácaros Oribatida con 14 familias y 18 especies seguido de los Collembola con 5 familias y 34 especies.

Sandler et al., (2010) encontraron que entre los artrópodos obtenidos por extracción de suelos Argiudoles (campos agrícolas, ganaderos y pastizales naturalizados) típicos de la provincia de Buenos Aires (Argentina), ubicados en las localidades de Chivilcoy y Navarro, con los métodos del Embudo de Berlese-Tullgren y la Técnica de flotación fueron recuperados ácaros (Oribátida, Mesostigmata y Prostigmata) y colémbolos. Los ácaros Oribatida presentaron la mayor abundancia de organismos, seguido de Prostigmata y Mesostigmata.

Los Oribatida (Cryptostigmata), son los ácaros del suelo más abundantes. Se encuentran en suelos con buenos contenidos de materia orgánica. Algunas especies no solo habitan el suelo y pueden encontrarse presentes en madera en descomposición y en la parte baja de la vegetación (Hoy, 2008).

Urhan, Katilmis, & Kahveci (2008), encontraron en suelos de Turquía que los órdenes de ácaros del suelo más abundantes fueron Oribatida 83.5%, Gamasida 13.9%, Actinedida 2.2% y Acaridida 0.4% y la mayor densidad de población se encontró en la hojarasca en un 34% y la menor densidad se encontró a una profundidad de 10 a 15cm. en un 14%. También encontraron diferencias significativas con relación a la abundancia dependiendo de la estación del año, la profundidad del suelo y las plantas asociadas. Minor & Cianciolo (2007), en su trabajo sobre diversidad de ácaros oribatidos y mesostigmata a lo largo de diferentes gradientes y tipos de uso de los suelos en Nueva York, USA, indicaron que a mayor profundidad del suelo la población de ácaros disminuyó y los factores ambientales como humedad, temperatura del suelo y presencia de hojarasca fueron determinantes en la distribución vertical y en la abundancia de los ácaros.

Los ácaros pertenecientes al orden Astigmata están presentes en el suelo y son conocidos como filtradores de partículas finas, materia orgánica, levaduras, bacterias, protozoos entre otros. Se encuentran con mayor frecuencia en suelos con abundante materia orgánica en descomposición. Se dispersan por fosis en el estado de deutoninfa heteromorfa hypopus (Walter & Kaplan, 1990). Algunos

Astigmata como *Rhizoglyphus*, pueden causar daño a tubérculos y raíces de plantas, pero en la generalidad consumen esporas, hifas y algas.

Los Mesostigmata, en su mayoría son depredadores en el suelo, uno de sus alimentos favoritos son los nematodos (Walter & Kaplan, 1991). De algunas especies de las familias Ascidae, Eviphididae, Macrochelidae, Uropodidae, Parasitidae, Rhodacaridae, Ologamasidae y Zerconidae se tiene reporte de consumo de nematodos (Walter & Ikonen, 1989). Algunos géneros de Laelapidae como *Laelaspis* y *Cosmolaelaps* se han encontrado a nidos de hormigas (Walter, 1988). Muchos ácaros del suelo son omnívoros y depredadores y se alimentan de algas, hongos, bacterias, pequeños rotíferos, lombrices, colembola y nematodos. Los ácaros pueden constituirse en importantes depredadores (Dindal, 1990). Entre los Mesostigmata, la familia Laelapidae son los más agresivos depredadores del suelo ya que se alimentan de pupas de trips, colémbolos y Acaridae que atacan bulbos y raíces (Lesna et al., 1996).

Fuentes et al., (2008) encontraron que el orden Mesostigmata encontrado como habitante de la hojarasca en un bosque de galería del Parque Universitario de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Estado Lara, Venezuela indica que este orden se encontró en un 16% en la hojarasca, precedido del orden Prostigmata que presentó la mayor ocurrencia con el 84%. El orden Mesostigmata en su mayoría son ácaros depredadores, se pueden alimentar de nematodos como lo muestra Walter & Kaplan (1991). Las familias más representativas del orden Mesostigmata son Uropodidae, Ologamasidae, Macrochelidae, Eviphididae, Parasitidae, Rhodacaridae, Ascidae y Zerconidae las cuales según Walter & Ikonen (1989) consumen nematodos. Muchos ácaros del suelo son omnívoros y depredadores y se alimentan de algas, hongos, bacterias, pequeños rotíferos, lombrices, colémbolos y nematodos.

Los ácaros Prostigmata, incluye varias familias del suelo entre las que sobresalen Eupodidae, Tarsonemidae, Tydeidae, Scutacaridae y Pygmephoridae. Se

alimentan de fluidos y algunos son micófagos. Pueden llegar a constituir el 85% de la población de ácaros total presente en el suelo, esto se debe a su amplio rango de fuentes alimentarias y distribución geográfica (Kethley J. B., 1990; Neher & Barbercheck, 1999). El orden Prostigmata contiene diferentes familias como Eupodidae, Tarsonemidae, Tydeidae, Scutacaridae y Pygmephoridae los cuales se alimentan de fluidos y algunos son micófagos. También varias familias de Prostigmata, como Penthelodidae que se alimenta de algas y Briofitas que crecen sobre la superficie del suelo y las rocas (Gerson, 1972). Entre los Prostigmatas depredadores de otros artrópodos y de nematodos sobresalen las familias Bdelloidae, Tydeidae, Rhagidiidae, Labiostommatidae, Anystidae, Caeculidae, Teneriffiidae, Adamystidae, Erythraeoidea y Trombidiioidea (Walter & Kaplan, 1991).

Fuentes et al, (2008), encontraron que la abundancia de ácaros asociada a hojarasca del bosque del Parque Universitario de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado en Venezuela, está compuesta por los órdenes Prostigmata con las familias Eupodidae, Trombidiidae, Erythraeidae, Cunaxidae, Bdellidae, Smarididae, Tydeidae, Cheyletidae y el orden Mesostigmata con las familias *Phytoseiidae*, Macrochelidae, Ascidae, Heterozetidae, Laelapidae y Ologamasidae.

2.3 ESTUDIOS DE ÁCAROS DEL SUELO EN COLOMBIA

A pesar de la gran diversidad de hábitats que tiene Colombia, no existen muchas investigaciones de ácaros edáficos. Por suerte, el botánico alemán Helmut Sturm, quien en compañía de investigadores del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, realizó varias expediciones por Colombia y en algunas de ellas realizadas en 1955, 1956, 1967 y 1978 en zonas de Páramos, además de las colectas de plantas, este investigador colectó ácaros asociados a hojas de *Espeletia* sp. El material colectado lo envió al Doctor Balogh, en

Budapest, quien era el principal especialista en Oribatida. Por esta razón se tiene el primer registro y primera publicación sobre ácaros de este grupo para Colombia en 1984.

Balogh (1984) con base en el material colectado por Sturm, describe los tres nuevos géneros: *Sturmacarus*, *Flagellocepheus*, *Reductoppia* y 13 nuevas especies para la ciencia. Las especies identificadas y descritas por Balogh (1984) son las siguientes: *Aedoplphora glomerata* Grandjean, 1932, la cual fue colectada de Icononzo, Puente Natural a 75Km de Bogotá; de la familia Phthiracaridae Perty, 1841 las especies: *Phthirarica andina* Balogh, colectada en Paramo de Monserrate y *Sturmacarus* género nuevo y las especies *Sturmacarus espeletiae* Balogh, colectada en Páramo de Monserrate y Laguna de Mucubaji sobre *Espeletia schultzii* y suelos, especialmente relacionados con agricultura y ganadería, indican que es necesario conocer la biodiversidad de esta fauna para conservar, comprender y manejar los recursos naturales.

La diversidad de artrópodos asociados a suelos sembrados con caña sometida o no a quemas, suelos pertenecientes a la reserva natural Farallones de Cali y tomate cuyo control de plagas se basó en controles químicos; fue evaluada por Patiño (1995), encontrando que la presencia de ácaros fue la más abundante dentro de los artrópodos encontrados.

Patiño (2001), evaluó la presencia y abundancia de artropofauna y hongos del suelo en parcelas con diferentes grados de erosión en inceptisoles en el departamento del Cauca, encontrando que la diversidad de ácaros está asociada directamente al aporte de materia orgánica, porosidad y rotación de cultivos, por el contrario monocultivos y parcelas sin cobertura disminuyen la diversidad de ácaros.

Vargas et al., (2004) y González et al., (2004) realizaron experimentos sobre *Macrodynichus sellnicki* (Uropodidae) un acaro del suelo que parasita pupas de

Paratrechina fulva (Hym. Formicidae) en cultivos de caña en el Valle del Cauca, Cundinamarca, Cauca y Risaralda.

Mesa et al. (2010) llevaron a cabo un estudio comparativo de la diversidad de ácaros del suelo asociadas a especies vegetales de Rubiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae y Heliconiaceae en las reservas naturales: Páramo de las Hermosas, Yotoco, Escalereite y Dagua en el Valle del Cauca, donde encontraron un total de 4256 ácaros colectados, los cuales se agruparon principalmente en la Reserva natural de los ríos San Cipriano y Escalereite, seguido del Distrito de manejo integrado enclave Subxerofítico de Dagua – Loboguerrero, con valores de 29,8 % y 26,4 % respectivamente.

2.4 RELACIÓN DE GRUPOS DE ÁCAROS CON LA VEGETACIÓN

En los ecosistemas terrestres, la hojarasca del suelo constituye la principal fuente de energía para la extraordinaria diversidad de las comunidades de organismos que habitan en el suelo, las cuales están conectados por interacciones altamente complejas (Hättenschwiler et al., 2005). Adicionalmente, el tipo y calidad de la hojarasca pueden estar positivamente correlacionados con la riqueza de plantas, la cual proporciona una mayor cantidad de alimento y microhábitats para los microartrópodos del suelo favoreciendo así su diversidad y abundancia (Anderson et al., 2005).

Según Walter & Proctor (1999), desde la perspectiva de un animal tan pequeño como un ácaro, la superficie de una hoja puede ser un complejo y variable hábitat. En algunos casos una hoja puede ser lisa sin pubescencia, convirtiéndose en una superficie muy cambiante y en otras ocasiones una hoja puede ser una selva de vellosidades (tricomos) y otras estructuras. Karbam, English-Loeb, & Hougens-Eitzman (1997) demostraron que hojas con muchos tricomas en bosques lluviosos de Australia presentan en promedio de tres a cinco veces mayor cantidad de especies que hojas lisas en el mismo lugar. Varios estudios han demostrado que

existe una respuesta de los ácaros de diferentes familias a la arquitectura de la planta y que esta influencia interacciones depredador - presa y las relaciones entre ácaro y planta. El Botánico suizo Axel Lunström en 1887, observó los mechones de pelos que se forman por el envés, en las axilas y venas de hojas de limas y también encontró que allí vivían ácaros que de alguna manera beneficiaban la planta. Él llamó a estas estructuras Acarodomacias o casas de ácaros y comparó esta estructura con las galerías que hacen las hormigas sobre las hojas de algunas plantas tropicales (formicaria o ant doamtia) (Walter & Proctor, 1999). Las domacias en hojas han sido encontradas en más de 30 familias de angiospermas y se ha observado que algunas especies de ácaros depredadores del suelo suben a las plantas para capturar presas en estas estructuras o para refugiarse de condiciones ambientales adversas (Walter & O'Dowd, 1995).

Mendoza et al., (2004), indican la presencia de coléteres en especies de Rubiaceae, los cuales son glándulas secretoras de mucílago que se encuentran en la parte interior de las estipulas o también en otras estructuras como el cáliz. Por lo general se observan como un anillo de dientes oscuros sobre el nudo una vez la estipula cae o como tricomas puntiagudos sobre la superficie adaxial-basal de la estipula. De la misma manera Mendoza & Ramirez (2006) mencionan la presencia de mirmecodomacios y acarodomacios en Melastomataceae, los cuales se hallan restringidos a las tribus Miconieae y Blakea. Según los autores, corresponden a habitáculos para hormigas con forma de saco o a manera de testículo, que se localizan en la base de la lámina foliar o la base del peciolo. En el género *Tococa* (excepto unas pocas especies), *Maieta* y *Myrmidone*, son los únicos géneros de Miconiae en donde todas las especies muestran mirmecodomacios. En *Tococa* se exponen en ambas hojas del mismo nudo, mientras que en los otros géneros solo en una de las hojas. Los acarodomacios, son habitáculos para ácaros, localizados en las axilas de las venas secundarias de las hojas por el envés. En Melastomataceae generalmente son laminares o están conformados por mechones de tricomas.

2.5 ESTIMACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ÁCAROS.

Los estudios sobre medición de biodiversidad se centran en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad de las comunidades ecológicas dentro de una unidad geográfica o un paisaje. De ahí la importancia de medir la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, en los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972). Estos componentes permiten medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998) y se definen de la siguiente manera: La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972). Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Conviene resaltar la importancia de que la toma de datos se base en un diseño experimental apropiado (Coddington et al., 1991). Es necesario tener réplicas de cada muestra para poder acompañar el valor de un índice con el de alguna medida de la dispersión de los datos (varianza, desviación estándar o coeficiente de variación), o estimar el valor mínimo y máximo hipotéticos del índice bajo las condiciones del muestreo (Spellerberg, 1991). Un aspecto crítico del análisis es asegurarse de que las réplicas estén apropiadamente dispersas (en el espacio o

en el tiempo) de acuerdo con la hipótesis que está siendo probada. Esto evita caer en el error señalado por Hurlbert (1984) como pseudoreplicación, que implica la prueba del efecto de algún tratamiento con un término de error inapropiado. En los análisis de diversidad, esto puede deberse al espacio físico real sobre el cual son tomadas las muestras, o a que las mediciones son inadecuadamente pequeñas, es decir, son restringidas a un espacio menor al inferencial implícito en la hipótesis.

2.5.1 Medición de la diversidad Alfa.

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden. Se dividen en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad.

Si entendemos a la diversidad alfa como el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular, entonces un simple conteo del número de especies de un sitio (índices de riqueza específica) sería suficiente para describir la diversidad alfa, sin necesidad de una evaluación del valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad. Esta enumeración de especies parece una base simple pero sólida para apoyar el concepto teórico de diversidad alfa. El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de

la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Los valores de índices como el de Shannon-Wiener para un conjunto de muestras se distribuyen normalmente, por lo que son susceptibles de analizarse con pruebas paramétricas robustas como los análisis de varianza (Magurran, 1988). Sin embargo, aún y cuando un índice sea aplicado cumpliendo los supuestos del modelo y su variación refleje cambios en la riqueza o estructura de la comunidad, resulta generalmente difícil de interpretar por sí mismo, y sus cambios sólo pueden ser explicados regresando a los datos de riqueza específica y abundancia proporcional de las especies. Por lo tanto, lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad.

Los índices más usados para medir la diversidad Alfa en términos de riqueza específica son: riqueza de especies, índice de Margalef, índice de Menhinick y Alfa de Williams. 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 únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual

en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad.

Otros métodos para calcular la Riqueza específica son: rarefacción que permite hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de las muestras no es igual. Calcula el número esperado de especies de cada muestra si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar. Así mismo las funciones de acumulación (logarítmica, exponencial y De Clench) y los métodos no paramétricos (Chao 2, Jackknife de primer y segundo orden y Bootstrap).

La estructura de la diversidad puede ser analizada por: modelos paramétricos: (serie geométrica, serie logarítmica, distribución log-normal y modelo de vara quebrada); por Modelos no paramétricos como (Chao 1 y Estadístico Q) o por Índices de abundancia proporcional que según Peet (1974) son clasificados como índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

Los Índices de dominancia están basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Los más usados son: Simpson, Serie de Hill, Berger-Parker y McInosh. Los índices de equidad más importantes son: Shannon - Wiener, Pielou, Brillouin, Bulla, Equidad de Hill, Alatalo y Molinari. Logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

2.5.2 Medición de la diversidad Beta.

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia - ausencia de especies). Los índices más usados son: Jaccard, Sorensen, Braun-Blanquet y Ochiai-Barkman. Los cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988). Las medidas de diversidad beta, se clasifican según se basen en la disimilitud entre muestras o en el remplazo propiamente dicho.

2.5.3 Medición de la diversidad Gamma.

Whittaker (1972) define la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Desgraciadamente, la mayoría de los esfuerzos realizados para medir la biodiversidad en áreas que incluyen más de un tipo de comunidad se limitan a presentar listas de especies de sitios puntuales (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gamma) únicamente en términos de números de especies, o bien con cualquier otra medida de diversidad alfa. Algunos estudios llegan a hacer comparaciones entre los sitios (diversidad beta), pero no incluyen esta información en una medida de la biodiversidad basada tanto en alfa como en beta. Schluter & Ricklefs (1993) proponen la

medición de la diversidad gamma con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial.

El concepto de diversidad biológica o biodiversidad ha sido ampliamente utilizado en el discurso político conservacionista de los últimos años. El abuso en su aplicación nos hace entenderlo como el fin mismo de programas ecologistas, desviando la atención de sus bases biológicas originales. Evidentemente, cualquier política sólida de conservación debe partir de un conocimiento apropiado de la biodiversidad. Esto se logra a través de proyectos de medición de la biodiversidad que consisten en el muestreo, separación, catalogación, cuantificación y cartografiado de sus entidades, tales como los genes, individuos, poblaciones, especies, hábitats, ecosistemas y paisajes o sus componentes, y en la síntesis de la información resultante para analizar los procesos determinantes. Esta es la información base para posteriormente evaluar, mediante el monitoreo, el cambio asociado a distintos factores, especialmente, factores antropogénicos. La correcta evaluación de la biodiversidad provee información esencial para muchas ciencias biológicas, tales como la sistemática, biología de poblaciones y ecología, así como muchas ciencias aplicadas, tales como la biotecnología, ciencias del suelo, agricultura, silvicultura, pesca, biología de la conservación y ciencias ambientales.

Cabe recordar que la diversidad biológica es el resultado de procesos ecológicos e históricos complejos. Cada método se restringe a resaltar aspectos biológicos concretos y la selección de cualquiera de estos métodos está determinada principalmente por el interés que se tenga en alguno(s) de estos aspectos. Además, es necesario asegurarse que los datos sean obtenidos bajo un diseño experimental adecuado y cumplan los supuestos matemáticos asumidos en cada método.

2.6 MÉTODOS DE MUESTREO Y EXTRACCIÓN DE LOS ÁCAROS DEL SUELO

El efecto de la fauna del suelo sobre la tasa de descomposición, la regeneración de nutrientes y la estructura del suelo ha sido bien documentado, sin embargo, los conocimientos sobre la mesofauna y especialmente de artrópodos como los ácaros, han estado limitados en muchos casos por la habilidad de extraerlos eficientemente y de identificar estados juveniles. Así mismo, la estimación de las poblaciones y la estructura de las comunidades no siempre se hacen con un adecuado muestreo que requiere tener en cuenta la abundancia de los ácaros, el reducido tamaño y su distribución (Seastedt & Crossley, 1978). Existen diferentes propuestas definidas especialmente para el muestreo de ácaros del suelo y colémbolo. Behan-Pelletier et al., (1996), en estudios realizados en Canadá, indicaron que es necesario remover la vegetación que cubre el suelo antes de tomar las muestras. En la toma de muestra es necesario usar un barreno o sacador de muestras estándar de 5cm. de diámetro (barreno de volumen densidad o equivalente) para remover la muestra de suelo hasta el horizonte A (generalmente de 5 a 20cm. de profundidad). Las muestras mayores de 5cm. se deben dividir en pequeñas cantidades y guardar en bolsas de papel. Las muestras que no se procesan el mismo día de la colecta deben ser refrigeradas entre 4 a 10 grados centígrados y recomiendan tomar de 3 a 5 replicaciones de cada hábitat.

Römbke et al., (2006), indicaron que los grupos de ácaros y colémbolos dado que son muy abundantes forman una parte muy relevante del sistema del suelo, jugando un papel importante en procesos biológicos, por lo anterior son utilizados como bioindicadores de cambios en la calidad del suelo, principalmente en procesos de contaminación del mismo. Es importante tener en cuenta para trabajos de monitoreo y evaluación de diversidad los parámetros estandarizados por la norma ISO/DIS 23611-2, propuesta por el Comité Técnico de International Organization for Standardization (ISO). Esta norma internacional: ISO/DIS 23611-2, estandariza los muestreos de comunidades naturales de Collembola y

diferentes grupos de ácaros, indica como principio de extracción de los artrópodos del suelo un medio seco, usando el método comportamental, es decir un método que permita a estos organismos migrar. La colección de la muestra de suelo debe realizarse con un cilindro de 5 cm. de diámetro o una modificación del aparato de Macfadyen. Los ácaros deben ser fijados en etanol del 70%. Se debe evaluar el parámetro de abundancia de especies.

Aunque existen varios métodos de extracción de artrópodos de la hojarasca y el suelo, algunos son poco eficientes en términos cuantitativos y la mayoría se basa en el uso del embudo de Berlese, el cual fue desarrollado por Berlese (1905) y el método de flotación descrita por Balogh & Balogh (1992). Según Behan-Pelletier et al, (1996), los métodos de extracción de ácaros a través de embudos de Berlese modificados como el de Tullgren (1917), conocido como Berlese-Tullgren, el Macfadyen de gradientes de temperatura (Macfadyen High Gradient - MHG), o el de Kempson, Lloyd & Gelhardi (KLG), el de Merchant & Crossley (1970), el de Seastedt & Crossley (1978), el de Norton (1985), el de Crossley & Blair (1991), son conocidos como métodos de extracción por comportamiento. La extracción de los ácaros haciendo uso de los embudos se basa en el fototropismo negativo que presentan estos organismos y en su capacidad de movimiento hacia las capas profundas del suelo a medida que las capas superiores se van secando. Este método consiste en un embudo preferiblemente metálico, en cuyo interior se coloca una malla y en la parte inferior se instala un recipiente con alcohol en el cual se colectan los ácaros. En la parte superior del embudo se coloca una lámpara con un bombillo de 40 a 50 vatios (Krantz, 1978).

Aprovechando el fototropismo negativo de los microartrópodos edáficos se deposita la muestra sobre la malla colocada en la parte superior del embudo de lámina y en la parte inferior se coloca un recipiente con alcohol del 70% o cualquier líquido fijador. A medida que la muestra va perdiendo humedad y se va secando, los ácaros tienden a bajar resbalando por las paredes del embudo hasta llegar al recipiente con el alcohol. Las muestras se pueden dejar en el embudo

hasta por cinco días (Vázquez, 2001). Este es un procedimiento activo que depende de la migración de los artrópodos que se encuentran en la muestra. Los estados móviles descienden por el suelo en respuesta a los cambios de calor y humedad (Merchant & Crossley, 1970). Para ecosistemas selváticos o suelos ricos en materia orgánica este método es muy práctico, simple y de procesamiento rápido (Crossley & Blair, 1991).

En todos los casos se debe registrar el peso húmedo de la muestra. Si la muestra es muy compacta se debe colocar por capas en el extractor no mayores de 5cm. Los ácaros deben ser extraídos e alcohol del 75%. Usar un regulador en la fuente de luz y calor para establecer un gradiente entre el tope y la base de la muestra, este gradiente puede llegar a ser hasta de 30 grados centígrados hasta finalizar el periodo de extracción. Si no se coloca un regulador se sugiere colocar el embudo en un cuarto a 15 grados centígrados para establecer el gradiente. La muestra se debe procesar entre 4 a 7 días dependiendo de la humedad y la materia orgánica de la muestra, se debe registrar el peso seco de la muestra y determinar características abióticas del suelo. A pesar de que el método de extracción con embudos es el más utilizado por muchos autores, Lakly & Crossley (2000) demostraron que aunque es un sistema eficiente y simple puede arrojar resultados muy variables y no es posible extraer estados inactivos y algunos grupos de micro artrópodos. Estos autores también comprobaron el efecto que tiene el tiempo de refrigeración de la muestra mientras esta es procesada en el embudo.

En la extracción por flotación no se depende de la movilidad de los artrópodos, se considera un procedimiento pasivo, se permite recuperar estados activos e inactivos ya que ellos flotan en el liquido (Walter et al., 1987). El método de extracción más usado es el descrito por Walter et al, (1987) y Kethley (1991) en el cual se usa heptano para separar los micro artrópodos del suelo y otros materiales orgánicos. Este se considera un método destructivo y consiste en el siguiente proceso: colocar la muestra de suelo en un recipiente de un litro, adicionar 50% de alcohol al 75% hasta completar un litro, agregar 2cm de heptano. Tapar el

recipiente y mover el recipiente para que el heptano bañe toda la muestra. Dejar la muestra en reposo por 4 horas. Filtrar la capa sobrenadante con el heptano y lavar la muestra obtenida con alcohol al 95% hasta remover todo el heptano. La muestra con los ácaros se puede conservar en alcohol del 75%.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONAS DE MUESTREO

El trabajo se realizó en los ecosistemas de la Reserva Natural de Yotoco (RNY) y el Enclave Seco del Río Dagua (ESRD), ubicados en el departamento del Valle del Cauca.

La RNY, pertenece al municipio de Yotoco, esta ubicada en la vertiente oriental de la cordillera occidental, posee alturas que oscilan entre 1,200 y 1,800 m.s.n.m. Su extensión aproximada es de 559 hectáreas (Figura 1), temperatura media de 20°C, precipitación promedio 1,500mm anuales. Posee el régimen climático bimodal presentando dos épocas húmedas al año alternando con dos épocas secas al año. Sus coordenadas geográficas son 3° 53' 18" latitud Norte, 76° 20' 5" longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Esta reserva es parte de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira a partir del día 26 de Agosto del año 1960, día en el cual fue entregado oficialmente dicha reserva a la Universidad (Escobar, 2001).

El ESRD, se encuentra ubicado al occidente de Colombia, sobre la vertiente oriental de la cordillera Occidental. Es un área la cual se encuentra inmersa dentro del Chocó biogeográfico. Esta cuenta con un clima muy seco a pesar de la proximidad con los bosques húmedos que la circundan. El enclave se encuentra ubicado entre los corregimientos de Loboguerrero y Atuncela, presenta terrenos ondulados a relativamente planos con depresiones en la margen del río Dagua. Sus suelos son compactados, secos y rocosos en algunos sectores, la capa orgánica no existe en la mayor parte del lugar. Las laderas del enclave son muy pendientes, formando un cañón cerrado, las montañas que dan hacia el oriente son muy secas, con pastizales y pequeños remanentes de bosque seco; las partes

altas se encuentran plantadas de pinos. La ganadería ha sido, durante muchos años, una de las actividades más nocivas para el enclave debido a los desmontes, quemas y pastoreo (Botero et al., 2004). La investigación se realizó en el corregimiento de Atuncela, Valle del Cauca (Figura 2), su precipitación media es de 790 mm/año; por lo cual se considera una zona seca debido a su ubicación en una zona de baja precipitación causada por los fuertes vientos enfocados por el cañón del Río Dagua en sentido oeste-este, los cuales arrastran la humedad a zonas más altas, posee vegetación característica como lo son cactus, plantas espinosas y bromelias, entre otras. Lo anterior hace que Atuncela pueda ser considerada como un área perteneciente al enclave subxerofítico (CVC, 2002). El presente estudio se realizó en estas zonas (RNY y el ESRD) con el fin de contrastar los resultados obtenidos en la diversidad de ácaros del orden Prostigmata presente en cada una de tales zonas.

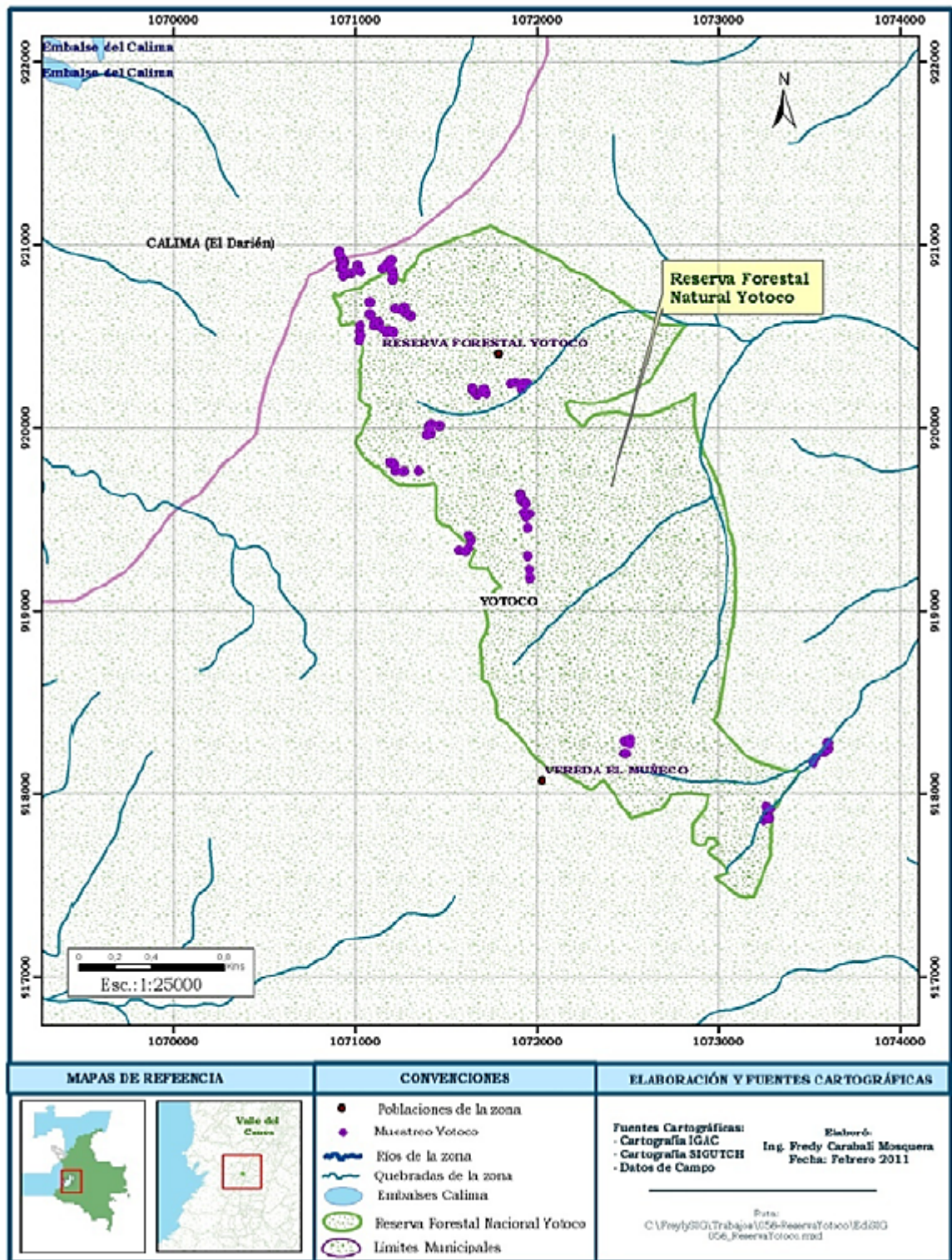


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Natural de Yotoco, Valle (Moreno, 2011).

3.2 COLECCIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO

Las muestras de suelo y hojarasca fueron colectadas en un radio de 1 metro de la base de cada planta de las familias Melastomataceae, Rubiaceae, Cyatheaceae, Arecaceae, Piperaceae y Laureaceae, en la RNY, y de las familias Agavaceae, Cactaceae, Bromeliaceae, Rutaceae, Apocynaceae, Malvaceae, en la Reserva Forestal Atuncela, con el fin de recuperar los ácaros del suelo pertenecientes al orden Prostigmata asociados a estas.

Dentro de cada familia se tomaron muestras de tres plantas seleccionadas. Cada muestra de suelo se ubicó entre la superficie del suelo y se profundizó a 5 cm, se usó un barreno o cilindro de 5.0 cm de diámetro por 5.0 cm de altura con una de sus extremos cortante como el sugerido por Oliveira et al., (2001). La hojarasca que se encontró en los sitios de muestreo se colectó antes de tomar la muestra de suelo y se procesó de la misma manera que el suelo mineralizado. Cada muestra de suelo se depositó dentro de una bolsa plástica la cual se rotuló con la información correspondiente a cada tratamiento, repetición y tipo de muestra (suelo u hojarasca) y estas a su vez fueron llevadas en una nevera de icopor, para evitar la perturbación de la muestra por efecto de la luz y la temperatura (Figura 3). Se realizaron seis muestreos en las zonas de influencia del proyecto.

3.3 EXTRACCIÓN DE LOS ÁCAROS DEL SUELO

Se utilizó el método de embudo de Berlese-Tulgren modificado para la extracción de los ácaros según Oliveira et al., (2001). Se empleó alcohol de 70% de concentración para la preservación de los ácaros. Los especímenes obtenidos se almacenaron en alcohol del 70% más ácido acético en frascos Eppendorf hasta el momento del montaje y el alcohol contenido en estos frascos, se filtró sobre papel filtro; los ácaros colectados se almacenaron en cajas Petri, mientras se llevaba a cabo su respectivo procesamiento. Para el montaje permanente se utilizó medio

Hoyer. Las placas definitivas se sellaron con esmalte para evitar la deshidratación y se colocó su respectiva identificación con base a las claves taxonómicas empleadas (Figura 3).



Figura 3. Proceso de extracción y procesamiento de muestras de suelo y hojarasca.

Las determinaciones taxonómicas por familia y género, fueron realizadas por el autor, mediante el uso de claves taxonómicas como la de Krantz, 1978; Walter & Proctor, 2001; Krantz & Walter, 2009, para los diferentes grupos de ácaros del orden Prostigmata.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se estimó el número de individuos y los índices de diversidad Alfa (α) y Beta (β); abundancia y similitud de acuerdo a la metodología planteada por Moreno (2001). Para la diversidad Alfa, o grado de diversidad, se calcularon los índices de Margalef y Simpson. Para la diversidad Beta, o grado de similaridad, se utilizaron los índices de Jaccard y Sorensen. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, mediante un análisis de varianza y se hizo una prueba de comparación de medias (Tukey).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres repeticiones y con doce tratamientos que fueron las familias de plantas: T1 Arecaceae, T2 Cyatheaceae, T3 Laureaceae, T4 Melastomataceae, T5 Piperaceae y T6 Rubiaceae (Figura 4) en la RNY, y T7 Agavaceae, T8 Apocynaceae, T9 Bromeliaceae, T10 Cactaceae, T11 Malvaceae y T12 Rutaceae (Figura 5) en el ESRD. La unidad experimental constó de una muestra por cada familia de plantas. Se realizaron repeticiones estratificadas por altitud dentro de la RNY, en la parte media-baja \pm 1400 m.s.n.m y la parte media-alta \pm 1700 m.s.n.m de la reserva (Figura 6).

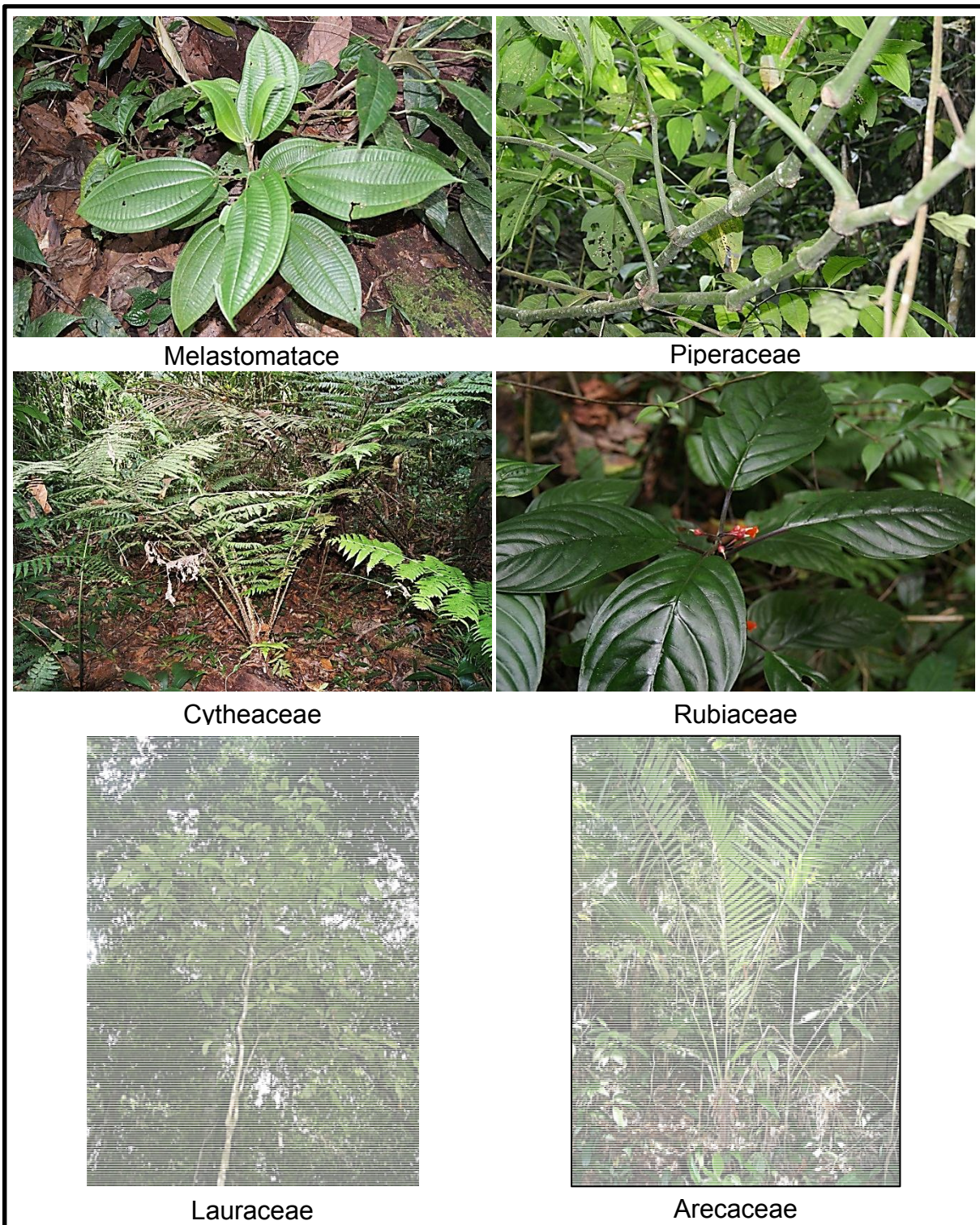


Figura 4. Tratamientos de plantas evaluados en la RNY.

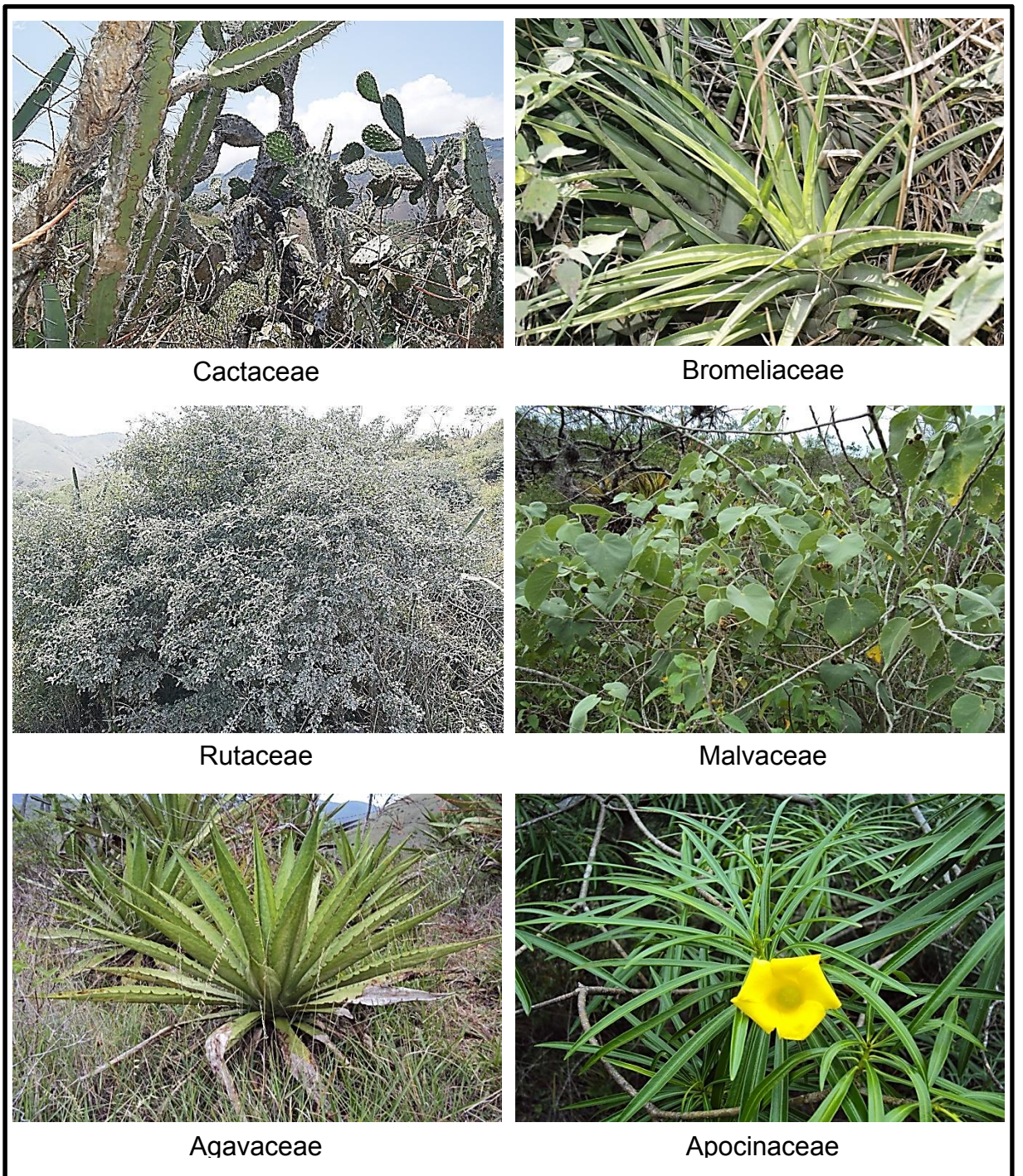


Figura 5. Tratamientos de plantas evaluados en el ESRD.

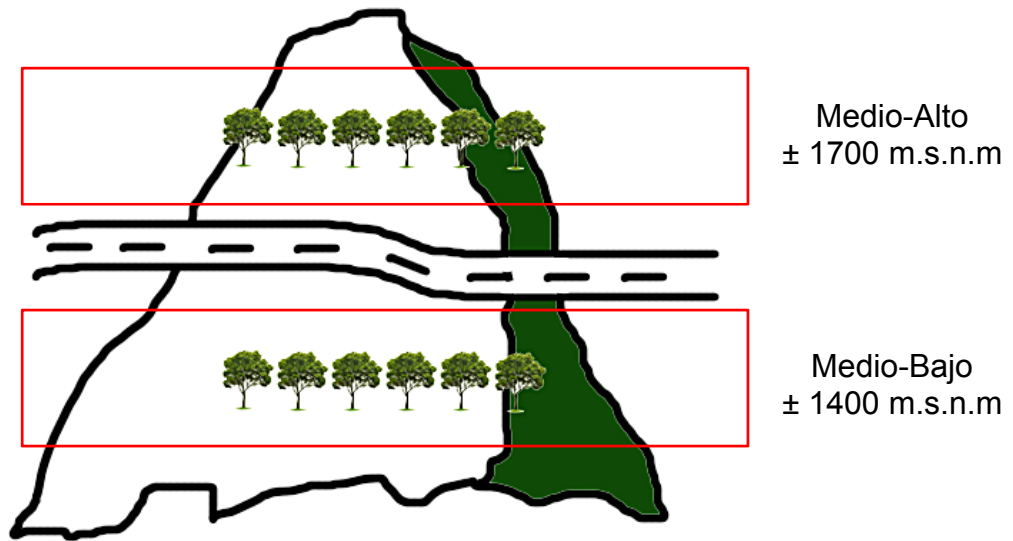


Figura 6. Localización de los estratos evaluados en la Reserva Natural de Yotoco.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL ORDEN PROSTIGMATA

El orden Prostigmata contiene 36 superfamilias con una gran variedad de depredadores terrestres, acuáticos y marinos, los cuales son entre otros fitófagos, saprófagos, parásitos. Sus características los posicionan en una categoría alta dentro de los ácaros. En general Prostigmata se compone de ácaros débilmente esclerotizados y raramente poseen placas idiosomaticas. Muchos piensan que el rango de tamaño de este orden oscila dentro del intervalo de 300 - 500µm, pero algunas especies parasitas llegan a medir menos de 100 µm de largo, en contraste con miembros de la familia Trombidiidae que llegan a exceder los 12,000 µm. Poseen un sistema respiratorio interno que puede terminar en los estigmas, cerca a la base de los cheliceros o en los ángulos humerales del propodosoma. Existe una diversidad similar asociada a la estructura de los cheliceros, la cual puede ser completamente externa o en gran parte oculta dentro de la capsula gnathosomica. Estos pueden ser en forma chelada, a menudo fijos en la base de los cheliceros, modificados con la fusión del estiloforo, reducidos o ausentes. Los palpos muestran una considerable variabilidad donde pueden ser segmentos simples o derivados, pueden agarrar, tener forma de colmillos, truncados, reducidos, ausentes o desarrollar garras palpotibiales distintivas. Las coxas de las patas son unidas en inmóviles o fusionadas a la superficie podogastrica. Con algunas excepciones las aperturas anal y genital se encuentran cerca o contiguas al opisthogaster, con la apertura anal en posición terminal. Dos de los tres pares de papillae genitales pueden estar a los costados, no obstante dentro de algunas familias en número de papillae genitales puede exceder los 100 pares. La transferencia de esperma se realiza generalmente por espermatoforos.

Se puede observar un amplio rango de esclerotización idiosomatica, donde se pueden presentarse escudos completos a nivel ventral y dorsal a débiles y

pequeños. Uno o dos pares de órganos bothridiales pueden estar presentes en el prodorsum, pero también en algunos casos presentes en el opistosoma. También se pueden presentar bothridias en segmentos de las patas o segmentos de los palpos (Krantz & Walter, 2009).

4.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

La figura 7 corresponde al muestreo de ácaros del suelo asociados a familias de plantas de la RNY. Las curvas observadas en la gráfica muestran que el esfuerzo de muestreo realizado es suficiente, ya que se encontraron 15 de los 16,53 géneros esperados, los cuales equivalen al 90,74 % de los géneros esperados, según Villarreal et al., (2006). Por lo anterior se puede esperar que si el número de muestreos se incrementa los resultados presentaran poca variación, lo cual equivale a un esfuerzo de muestreo suficiente.

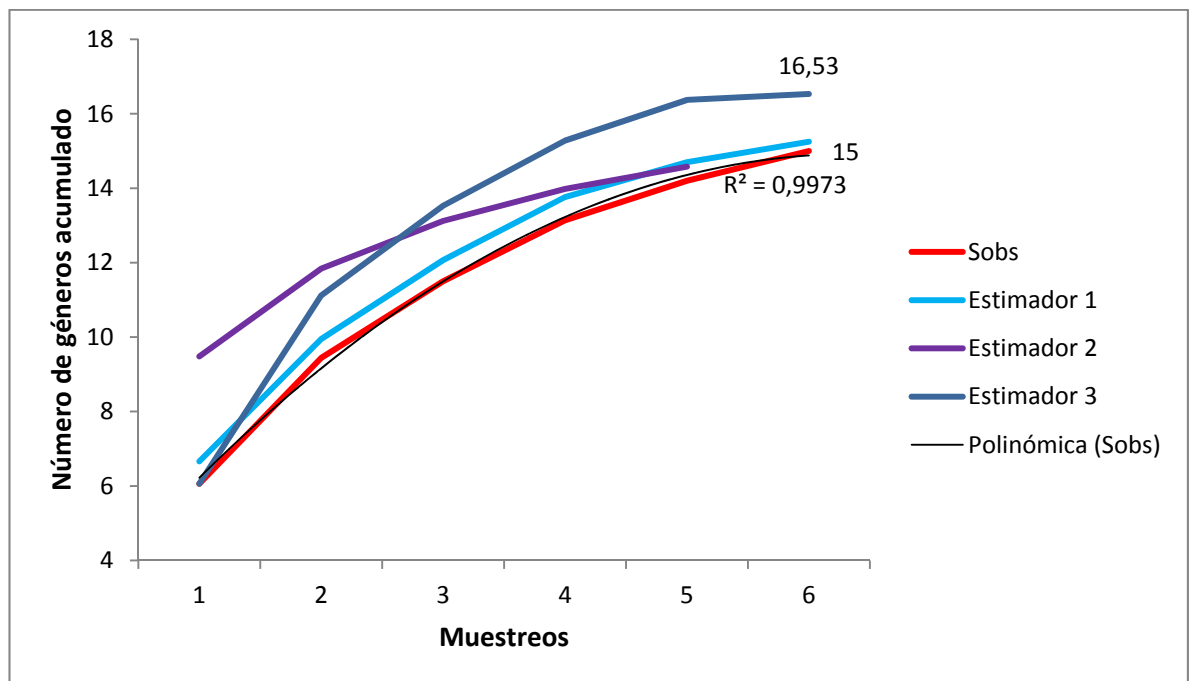


Figura 7. Curva de acumulación de especies en muestreos de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la Reserva Natural de Yotoco.

La figura 8 corresponde al muestreo de ácaros del suelo asociados a familias de plantas del ESRD. Las curvas observadas en la gráfica muestran que el esfuerzo de muestreo realizado es suficiente, ya que se encontraron 20 de los 21,50 géneros esperados, los cuales equivalen al 93,02 % de los géneros esperados, lo cual equivale a un esfuerzo de muestreo suficiente.

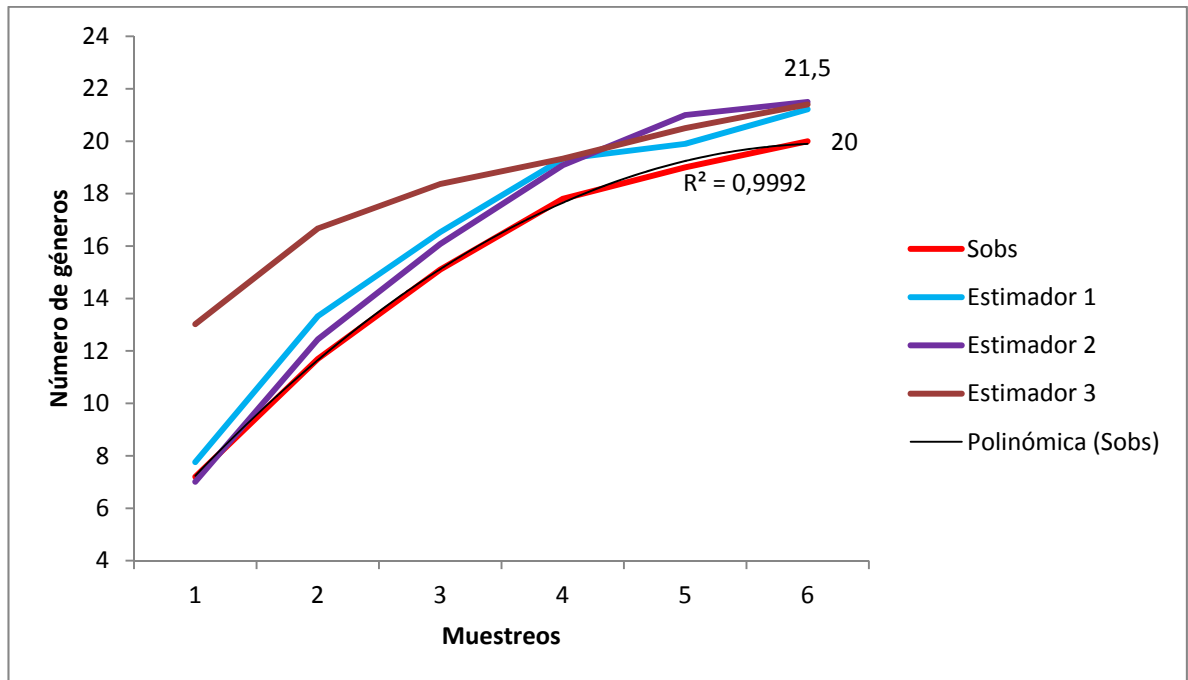


Figura 8. Curva de acumulación de especies en muestreos de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo del enclave seco del Rio Dagua.

4.3 FAMILIAS Y GÉNEROS DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA.

4.3.1 Ocurrencia de ácaros del orden Prostigmata asociados a las zonas de estudio

Se encontraron un total de 552 individuos ubicados dentro de 13 familias y 26 géneros de las familias y géneros de ácaros del orden Prostigmata presentes en los suelos de la RNY, y del ESRD (Figura 9).

En la RNY, se encontraron un total de 181 individuos ubicados dentro de ocho familias y 15 géneros, por su parte el ESRD, conto con 371 individuos dentro de 11 familias y 20 géneros en (Tabla 1). Mesa et al. (2010) encontraron diez familias de ácaros del suelo pertenecientes al orden Prostigmata: Caligonellidae, Cunaxidae, Erythraeidae, Eupodidae, Pachygnatidae, Rhagididae, Scutacaridae, Stigmaeidae, Tarsonemidae, Trombidiidae asociadas a familias de plantas tales como Arecaceae, Cyatheaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae, presentes en zonas de reserva natural del Valle del Cauca Farallones de Cali – vereda El Porvenir, Distrito de manejo integrado enclave Subxerofítico de Dagua – Loboguerrero, Páramo Parque natural las Hermosas, Parque Natural Regional El Vínculo, Buga, Reserva Natural de Yotoco, Reserva natural de los ríos San Cipriano y Escalerete, los resultados también coinciden con la ocurrencia de algunas familias habitantes del estrato suelo-hojarasca de un Matorral y un Bosque Deciduo del Parque Universitario de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado en Venezuela (Vásquez et al., 2007), donde se encontraron 19 familias y 29 géneros del orden Prostigma tales como: Alicorhagididae, Anystidae, Bdellidae, Caeculidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Erythraeidae, Eupalopsellidae, Eupodidae, Nanorchestidae, Penthhalodidae, Rhagidiidae, Smariidae, Stigmaeidae, Tarsonemidae, Tetranychidae, Trombidiidae, Tydeidae. Por su parte en un bosque de galería del Parque Universitario de la UCLA en Venezuela se encontraron ocho familias y 17 géneros de ácaros del orden Prostigmata conformadas por: Cheyletidae, Cunaxidae, Erythraeidae, Eupodidae, Smarididae, Trombidiidae, Tydeidae (Fuentes et al., 2008).

Tabla 1. Número total de Familias y géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y el ESRD.

FAMILIA	GENERO	ZONA
Microtrombidiidae	<i>Manriquia</i> Boshell & Kerr, 1942	YOTOCO
	<i>Trichotrombidium</i> Kobulej, 1950	
Stigmaeidae	<i>Cheylostigmaeus</i> Willmann, 1951	
	<i>Ledermelleriopsis</i> Willmann, 1951	
	<i>Stigmaeus</i> Koch, 1836	
Cunaxidae	<i>Coleoscirus</i> Berlese, 1918	
	<i>Dactyloscirus</i> Berlese, 1916	
	<i>Pseudobonzia</i> Smiley, 1975	
	<i>Pulaeus</i> Den Heyer, 1980	
	<i>Scutascirus</i> Den Heyer, 1976	
Bdellidae	<i>Thoribdella</i> Grandjean, 1938	
Pseudocheylidae	<i>Anoplocheylus</i> Berlese, 1988	
Cryptognathidae	<i>Favognathus</i> Luxton, 1973	
Eupalopsellidae	<i>Eupalopsellus</i> Sellnick, 1949	
Scutacaridae	<i>Lophodispus</i> Ebermann, 1982	
Caligonellidae	<i>Coptocheles</i> Summers & Schlinger, 1955	
Cheyletidae	<i>Acaropsella</i> Volgin, 1969	
	<i>Eucheyletia</i> Volgin, 1969	
	<i>Microcheyla</i> Volgin, 1966	
Stigmaeidae	<i>Eustigmeus</i> Berlese, 1910	
	<i>Cheylostigmaeus</i> Willmann, 1951	
	<i>Ledermelleriopsis</i> Willmann, 1951	
Cunaxidae	<i>Pseudobonzia</i> Smiley, 1975	
	<i>Coleoscirus</i> Berlese, 1918	
	<i>Pulaeus</i> Den Heyer, 1980	
	<i>Neocunaxoides</i> Smilcy, 1975	
		ATUNCELA

	<i>Thoribdella</i> Grandjean, 1938
Bdellidae	<i>Bdella</i> Latreille, 1795
	<i>Cyta</i> Heyden, 1826
Johnstonianidae	<i>Charadracarus</i> Newell, 1960
Smarididae	<i>Fessonina</i> von Heyden, 1826
Pseudocheylidae	<i>Anoplocheylus</i> Berlese, 1988
Cryptognathidae	<i>Favognathus</i> Luxton, 1973
Tarsonemidae	<i>Xenotarsonemus</i> Beer, 1954
Scutacaridae	<i>Lophodispus</i> Ebermann, 1982

La familia Stigmaeidae fue la mas abundante y frecuente dentro de la Reserva Natural de Yotoco, encontrándose en mayor número sobre las demás (Figura 10), y el género mas abundante fue *Stigmaeus Koch, 1836*, perteneciente a esta misma familia (Figura 12). Así mismo la familia Cunaxidae presentó la mayor diversidad, albergando el mayor número de géneros, con cinco de los 15 totales, para obtener el 33% del total de individuos colectados en la RNY (Figura 11). En el ESRD, la familia Caligonellidae fue la mas abundante y frecuente encontrándose en mayor número sobre las demás y el género mas abundante *Coptocheles Summers & Schlinger, 1955* perteneciente a la misma familia (Figura 12). Los resultados obtenidos nos muestran que el enclave seco del Rio Dagua albergo el 67,21% de los individuos colectados, lo cual lo convierte como la zona mas abundante, por su parte la Reserva Natural de Yotoco obtuvo el 32,79% de los individuos pese a que sus características naturales y ambientales, presentarían la tendencia a valores mas altos.

Fuentes, et al, (2008) encontraron en un bosque de galería en Venezuela que la familia Eupodidae perteneciente al orden Prostigmata fue la más abundante y el género *Linopodes* perteneciente a la misma familia fue el mas frecuente, la mayor diversidad se encontró dentro de la familia Cheyletidae y Erythraeidae participando cada una con cuatro géneros *Cheletomimus, Hemicheyletia, Laeliocheyletia,*

Prosocheyla y *Caeculisoma* sp1, *Caeculisoma*, *Erythraeus*, *Leptus* respectivamente. En una Reserva Natural y áreas destinadas a plantaciones comerciales en Nigeria Bandede & Ola-Adams (2000) encontraron que la familia Caeculidae perteneciente al orden Prostigmata fue la mas abundante dentro de las zonas de muestreo del experimento.

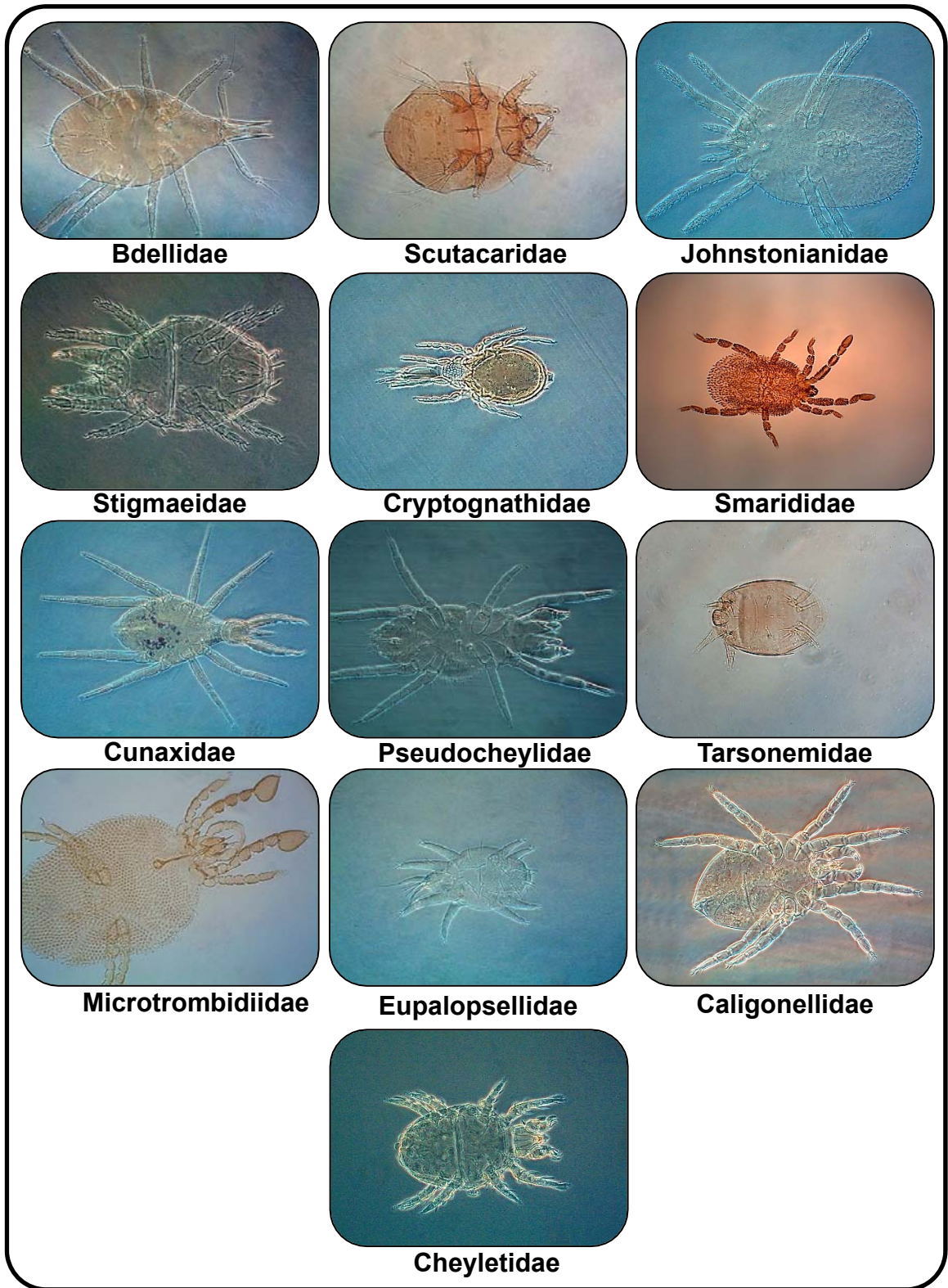


Figura 9. Familias de ácaros del orden Prostigmata asociadas al suelo de la RNY, y del ESRD.

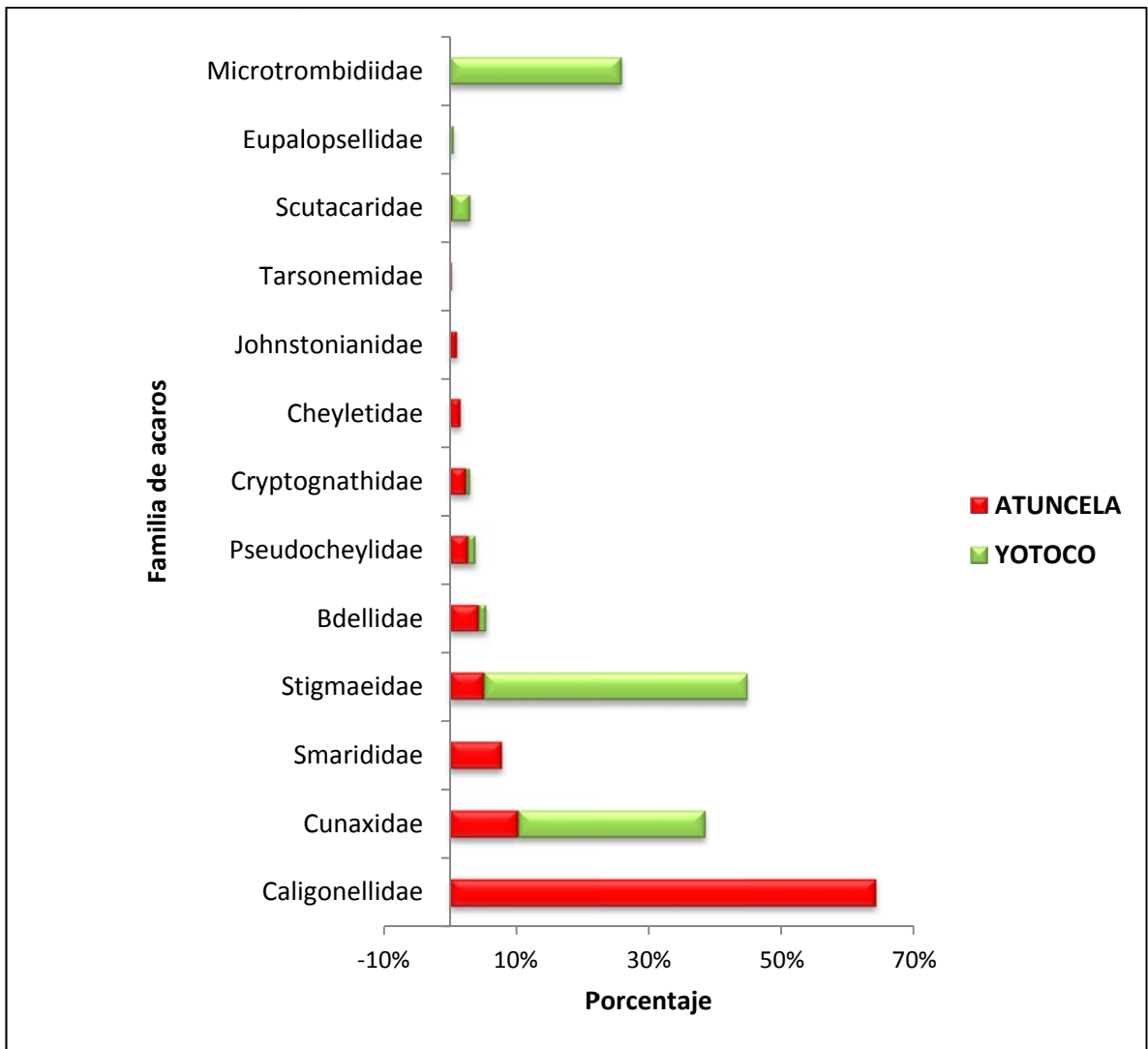


Figura 10. Familias de ácaros del orden Prostigmata asociadas al suelo de la RNY, y del ESRD (porcentaje).

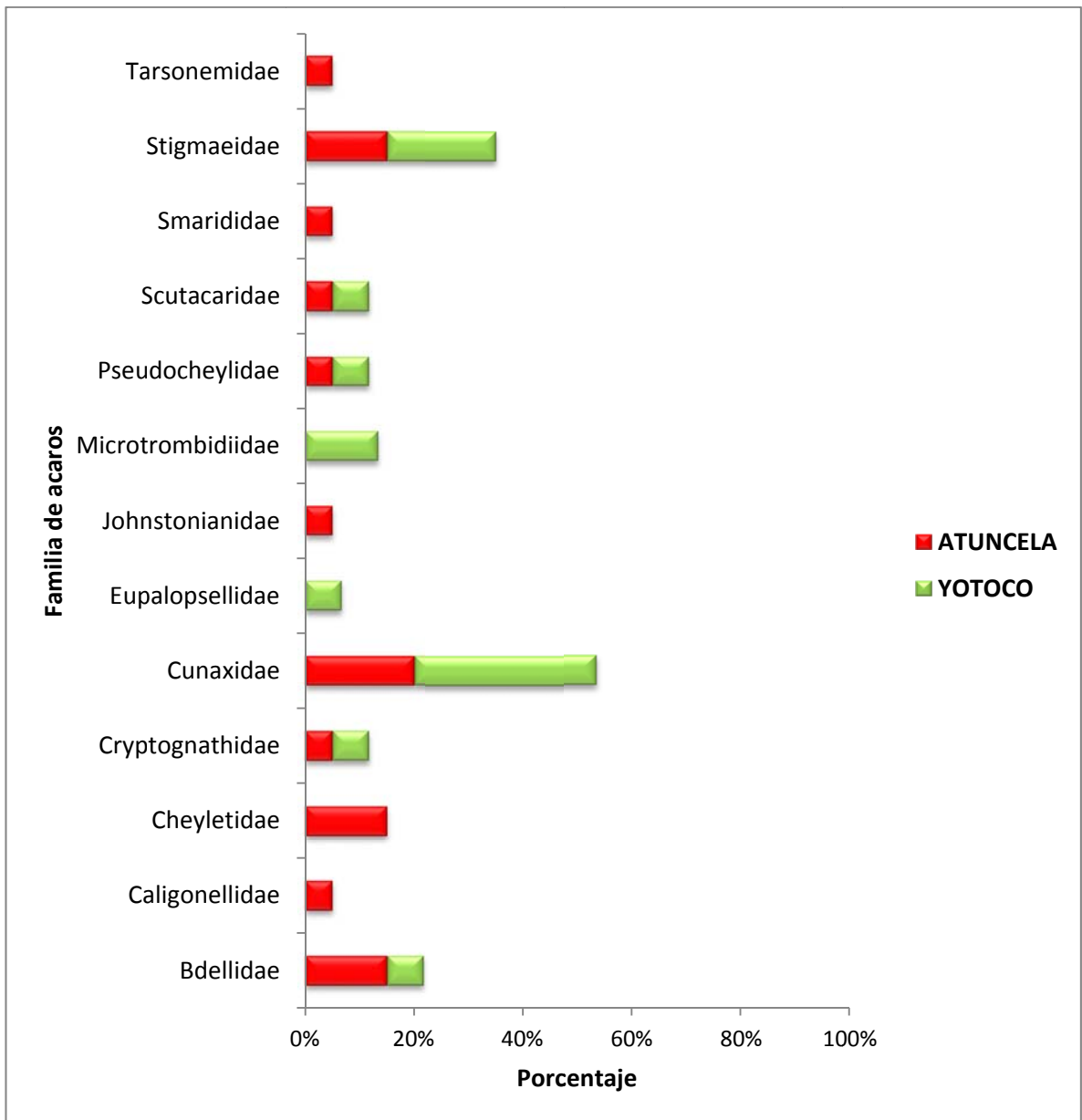


Figura 11. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y del ESRD, por cada familia de ácaros (porcentaje).

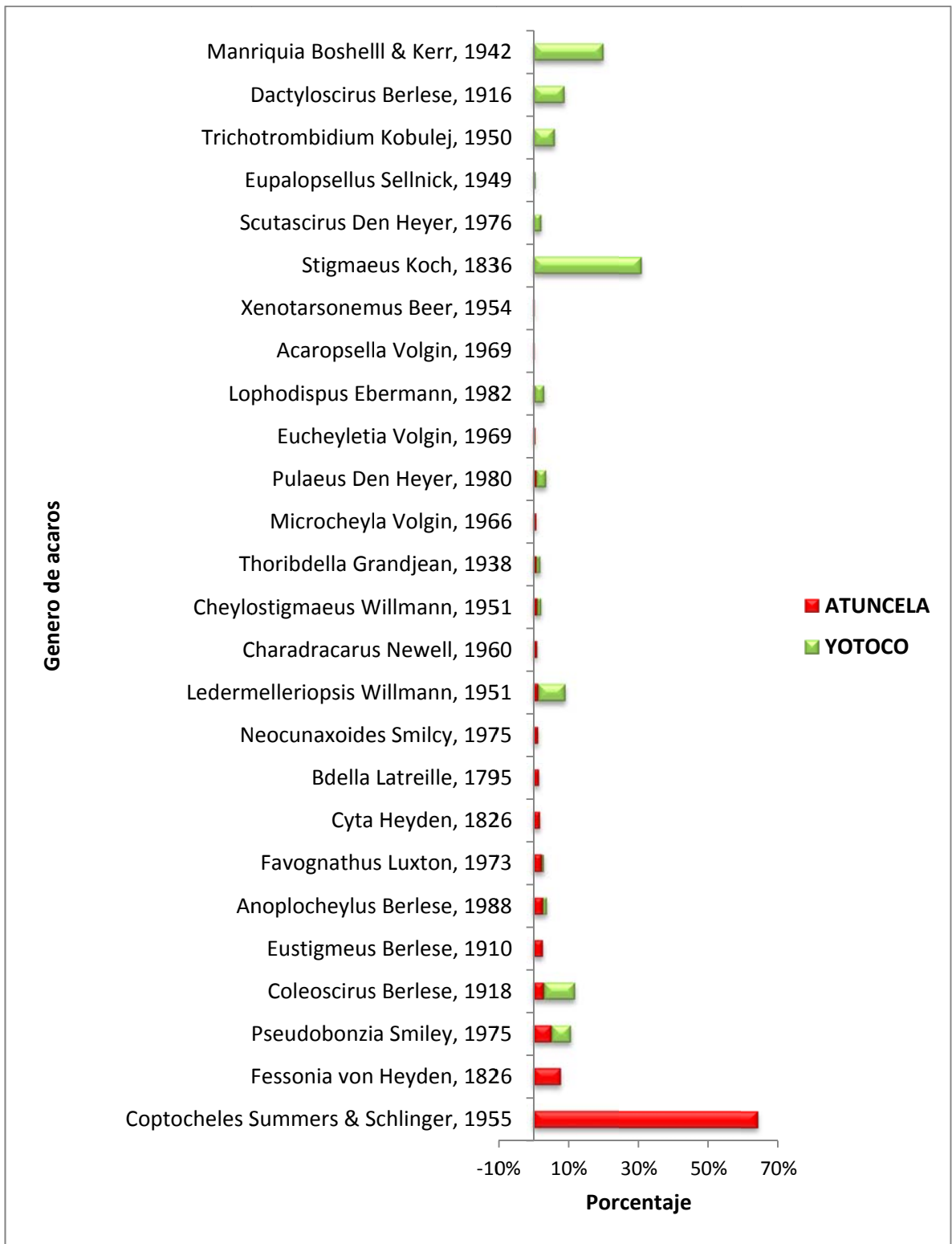


Figura 12. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo de la RNY, y del ESRD (porcentaje).

Los estratos evaluados en la RNY, se clasificaron de acuerdo a la ubicación por altitud donde el estrato medio-bajo, oscilo entre ± 1526 m.s.n.m y el estrato medio-alto, oscilo entre ± 1680 m.s.n.m. Por su parte la altitud en el ESRD, fué de ± 683 m.s.n.m. La ocurrencia de las familias de ácaros asociada a los diferentes estratos indica que estos presentaron diferencias estadísticamente significativas, donde el ESRD, tuvo el valor mas alto con un promedio de 9,943 familias, por su parte el estrato Medio-Bajo (RNY) tuvo un promedio de 4,736 siendo el de menor valor (Figura 13), a su vez los géneros asociados a los diferentes estratos igualmente mostraron diferencias estadísticas (Figura 14).

El estrato del ESRD, presentó el mayor porcentaje de ácaros, siendo el que obtuvo la mayor abundancia (Figura 15), de igual manera este estrato fue el mas diverso encontrándose 20 de los 26 géneros totales, además de presentar 11 géneros los cuales están ausentes en los demás estratos, *Eustigmeus* Berlese, 1910, *Fessonina* von Heyden, 1826, *Coptocheles* Summers & Schlinger, 1955, *Neocunaxoides* Smiley, 1975, *Cyta* Heyden, 1826, *Microcheyla* Volgin, 1966, *Bdella* Latreille, 1795, *Acaropsella* Volgin, 1969, *Eucheyletia* Volgin, 1969, *Xenotarsonemus* Beer, 1954 y *Charadracarus* Newell, 1960. El estrato Medio-Alto presentó dos géneros ausentes en los demás estratos: *Lophodispus* Ebermann, 1982, *Scutascirus* Den Heyer, 1976 (Figura 16).

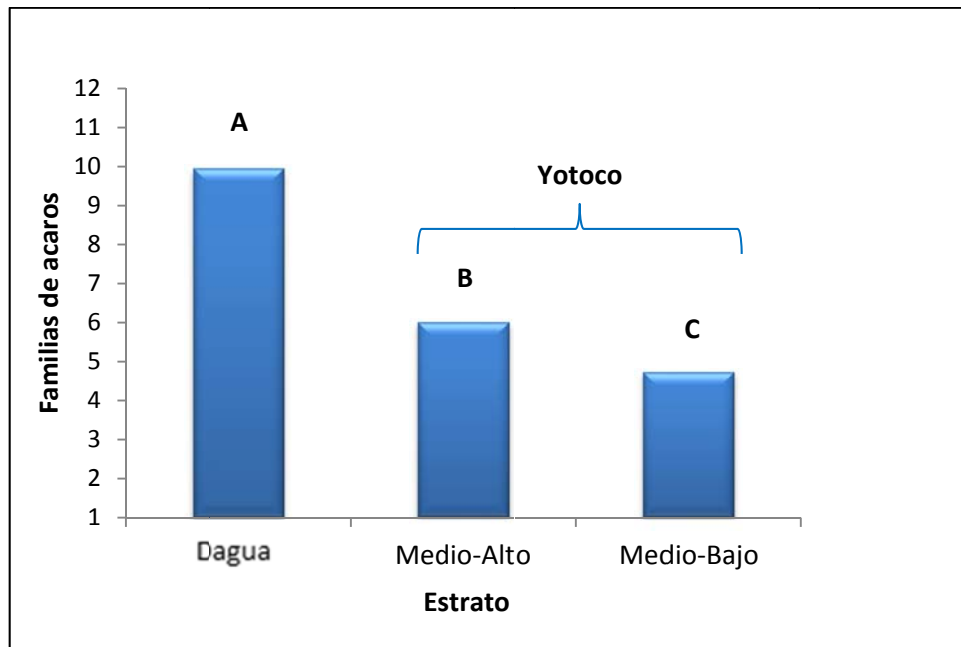


Figura 13. Comparación de medias para familias de ácaros, entre estratos evaluados.

Medias con la misma letra no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

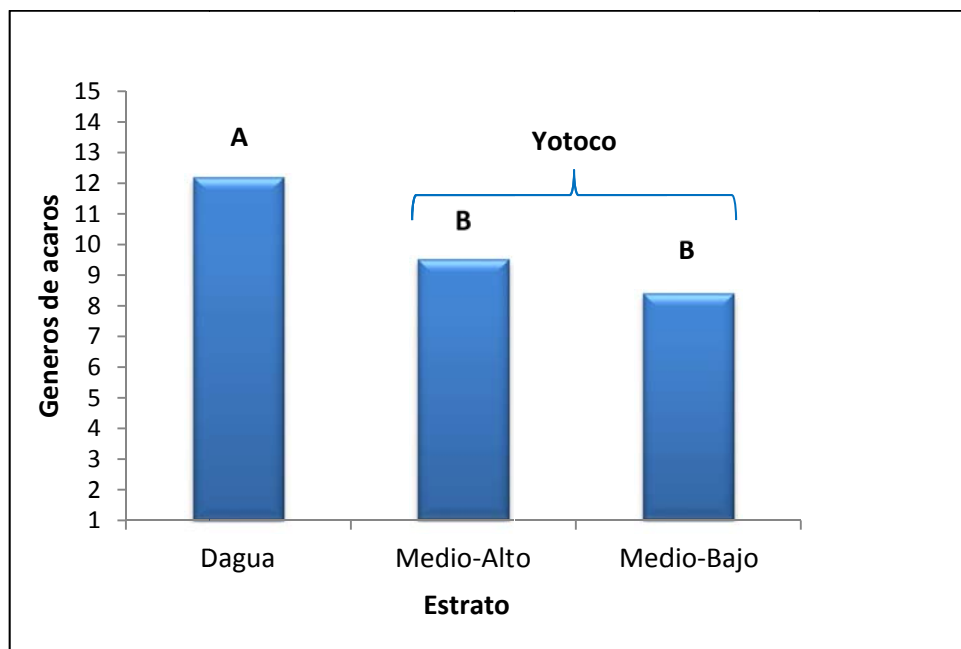


Figura 14. Comparación de medias para géneros de ácaros, entre estratos evaluados.

Medias con la misma letra no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

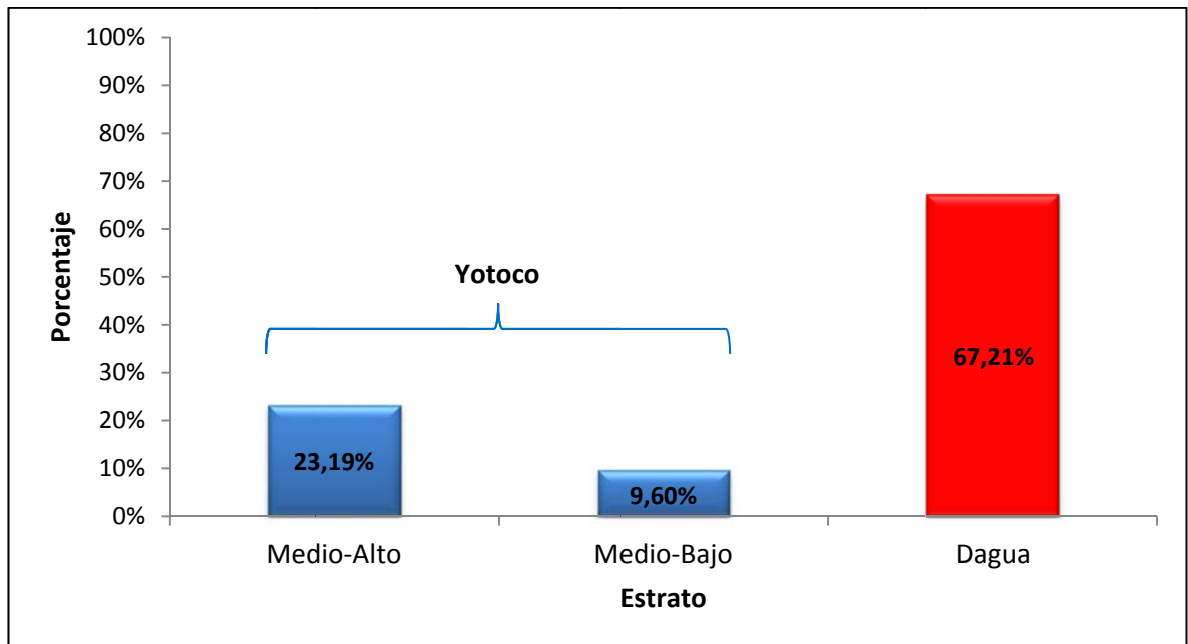


Figura 15. Abundancia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).

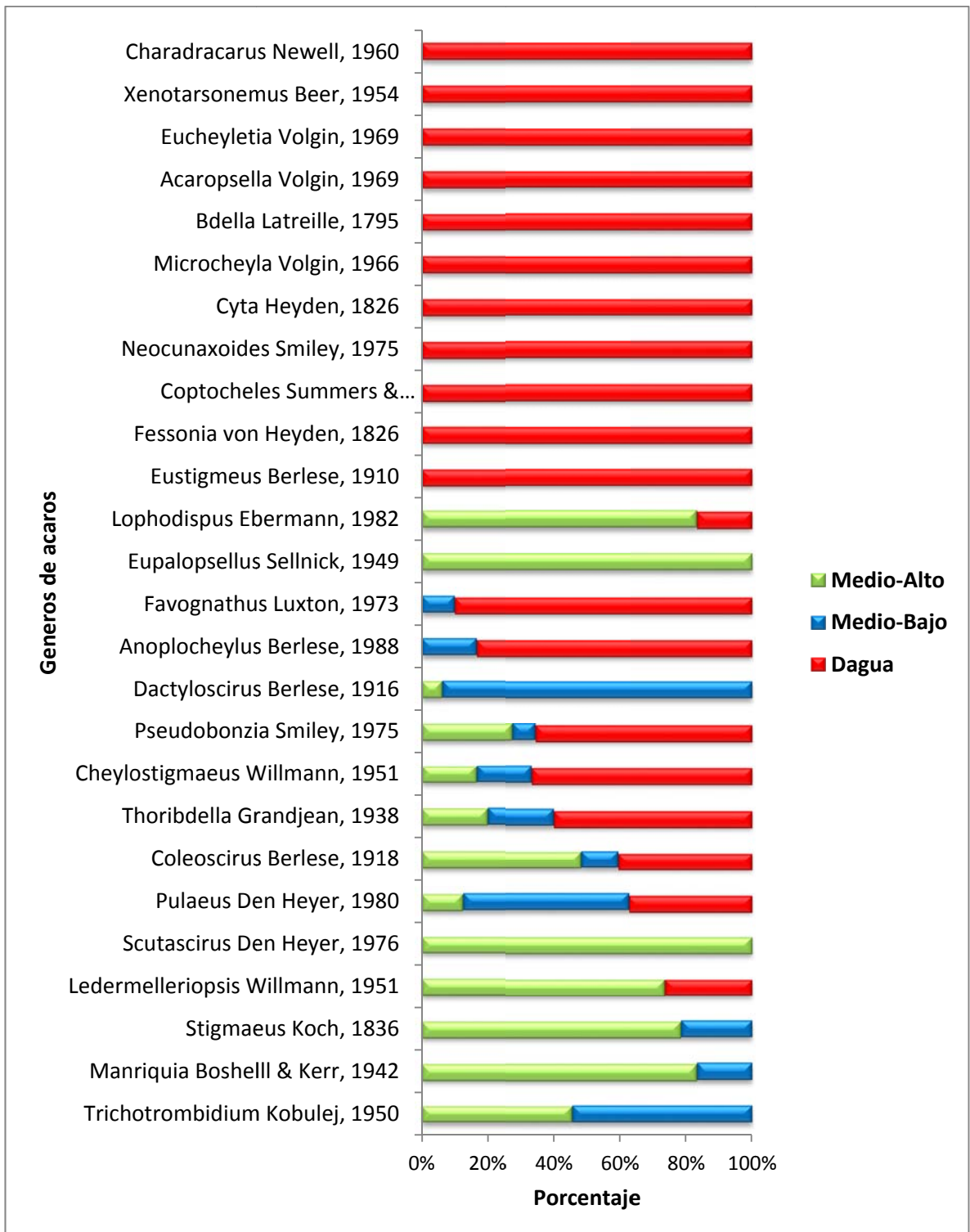


Figura 16. Géneros de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).

El porcentaje de familias de ácaros del orden Prostigmata en cada estrato muestra que existen diferencias principalmente en las familias asociadas al ESRD, donde se presentó la mayor población de ácaros dentro de las familias Bdellidae, Caligonellidae, Cheyletidae, Cryptognathidae, Cunaxidae, Johnstonianidae, Pseudocheylidae, Smarididae y Tarsonemidae.

En cuanto a la ocurrencia de familias únicas, de igual manera el ESRD, tuvo los mayores resultados con cinco de ellas: Caligonellidae, Cheyletidae, Johnstonianidae, Smarididae y Tarsonemidae (Figura 17).

Cabe resaltar que la familia Caligonellidae y el género más abundante perteneciente a la misma *Coptocheles* Summers & Schlinger, 1955, son característicos de ambientes secos, resultados acordes a la zona donde se recuperaron dichos individuos, pertenecientes al ESRD. La distribución de las familias de ácaros depredadoras se distribuyó de igual manera en la RNY, y el ESRD, ya que albergaron seis familias cada una. La RNY, obtuvo las familias de ácaros: Microtrombidiidae, Stigmaeidae, Bdellidae, Cunaxidae, Pseudocheylidae y Eupalopsellidae; por su parte en el ESRD, se obtuvieron las familias: Bdellidae, Caligonellidae, Cunaxidae, Johnstonianidae, Pseudocheylidae, Smarididae, Stigmaeidae. El mayor número de familias no depredadoras se encuentra en el ESRD, con cuatro, conformadas por: Tarsonemidae, Cheyletidae, Scutacaridae y Cryptognathidae.

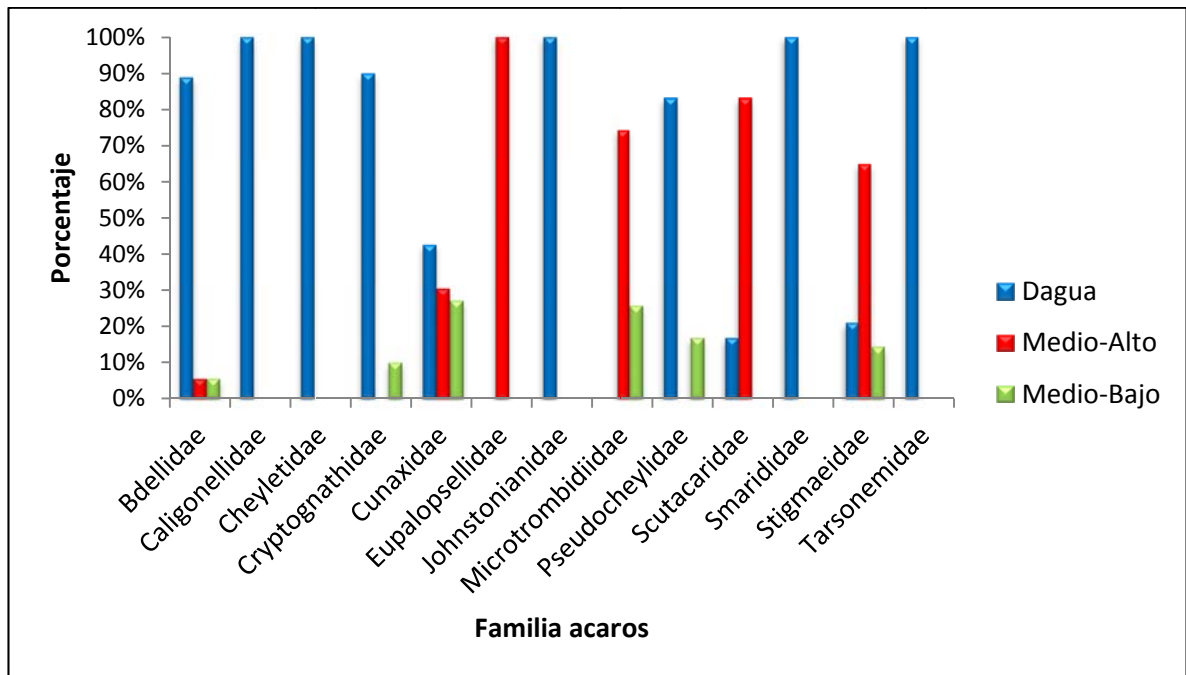


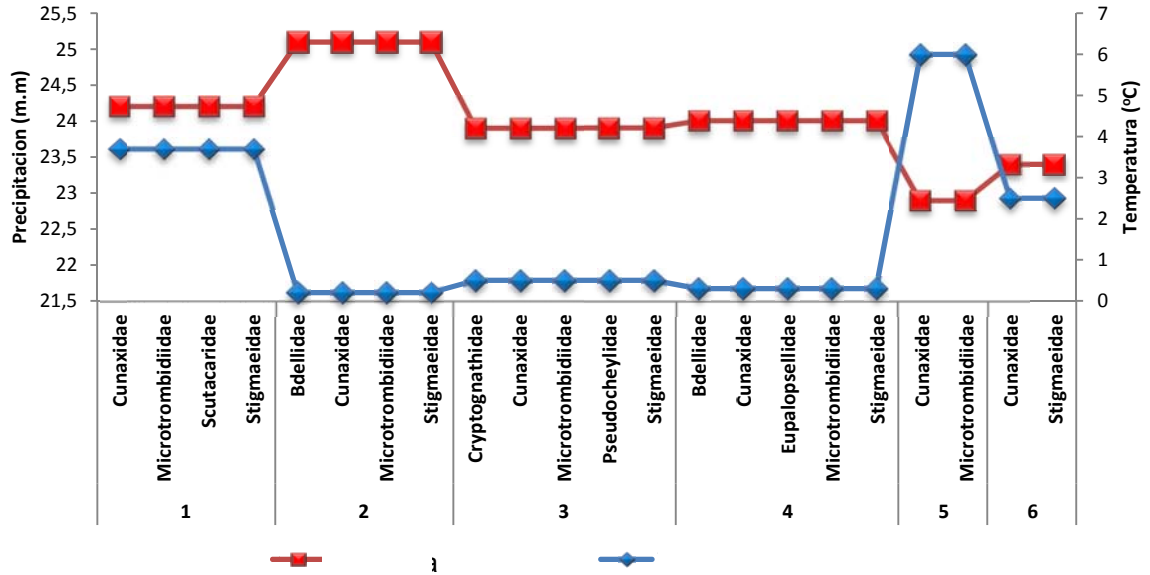
Figura 17. Abundancia por familia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por estrato (porcentaje).

La figura 18, muestra la ocurrencia de las familias de ácaros asociada a la precipitación y temperatura, los valores dieron como resultado que la RNY (Figura 18. A) la familia Cunaxidae se presentó en todos los muestreos, lo que significa que su rango de adaptación a factores climáticos es amplio, seguidamente se encuentra la familia Stigmaeidae que se presentó en cinco de los seis muestreos; en contraste, la familia Scutacaridae solo se presentó en el primer muestreo el cual conto con condiciones de temperatura media de 24.5 °C y precipitación media de 3.7 m.m.

El ESRD, (Figura 18. B) presentó tres familias constantes en los seis muestreos Caligonellidae, Cunaxidae y Stigmaeidae, lo cual muestra el rango de adaptación a factores climáticos que poseen dichas familias, en especial Stigmaeidae y Cunaxidae quienes también tuvieron ocurrencia en la Reserva Natural de Yotoco. Los resultados obtenidos son valiosos para implementar programas de cría de

ácaros depredadores en condiciones controladas con fines de controladores biológicos en programas de Manejo Integrado de Plagas.

A.



B.

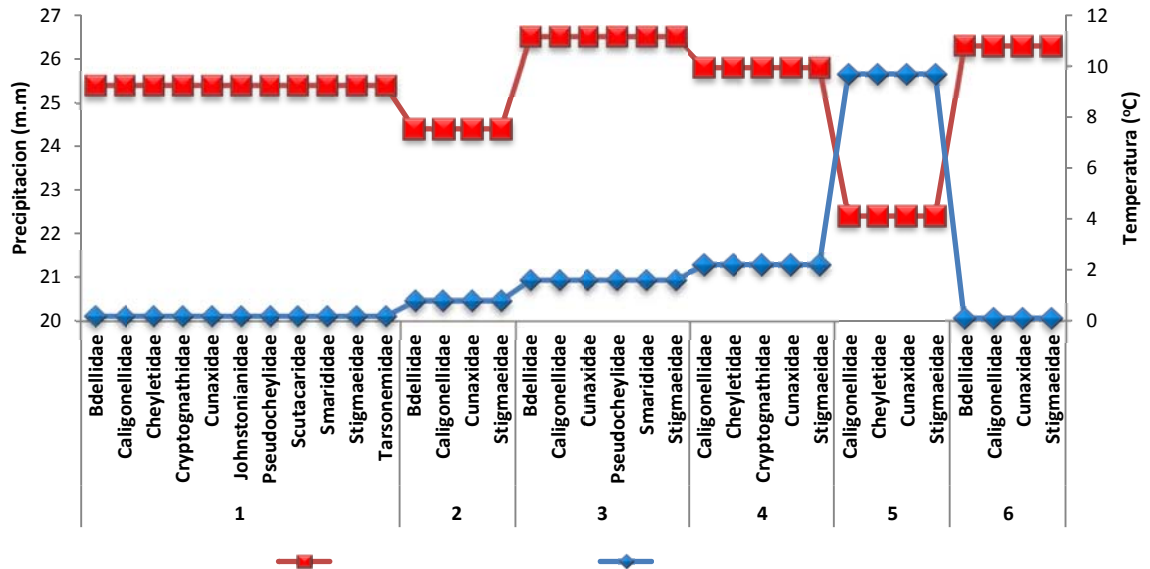


Figura 18. Ocurrencia de las familias de ácaros del suelo asociadas a muestreos, temperatura y precipitación (**A.** RNY, **B.** ESRD).

La tabla 2, nos muestra la correlación simple de los muestreos, zonas de evaluación del proyecto (RNY y ESRD), familias de ácaros, precipitación y temperatura. Los resultados obtenidos indican que existe significancia en las zonas de evaluación asociadas a la temperatura, encontrando una correlación positiva, lo cual indica que al aumentar la temperatura, el número de familias de ácaros tiende a aumentar en las zonas evaluadas, por su parte los muestreos también son significativos con una correlación positivamente, asociados a la precipitación, dando la tendencia que al aumentar las precipitaciones se incrementa la ocurrencia de las familias de ácaros. Como resultado general de las correlaciones simples, se puede decir que la ocurrencia de las familias de ácaros en las zonas evaluadas y muestreos realizados, esta determinada por el aumento en la temperatura y precipitación, donde al aumentar dichas variables climáticas tiende al aumento de el número de familias de ácaros del suelo.

Tabla 2. Correlación simple de Pearson de los muestreos (MUEST), (ZONA), familias de ácaros (FA), precipitación (PP) y temperatura (TEMP).

Variables	PP	TEMP
MUEST	0.36665	0.21791
	0.0054	0.1067
ZONA	0.04794	0.50487
	0.7257	<.0001
FA	0.09072	0.08722
	0.5061	0.5227

4.3.2 Relación de ácaros del suelo del orden Prostigmata asociados a familias de plantas

Se tomaron muestras de suelo asociadas a plantas, que correspondieron a 12 familias representativas del área de estudio. Los resultados asociados al porcentaje de familias de ácaros, muestran que el Tratamiento 10 (Cactaceae) (véase pagina 29), fue el mas abundante albergando el mayor número de individuos 30,98%, seguido del Tratamiento 12 (Rutaceae) con un 12,86% (Figura

19). El número de familias de ácaros dan como resultado que igualmente, los tratamientos 10 (Cactaceae) y 12 (Rutaceae) son los que albergan el mayor número de familias con ocho de las 13 totales, esto se debe posiblemente a la biomasa acumulada en la base de la planta, además de la presencia de abundantes espinas las cuales componen estas dos familias pudiendo ser fuente de una condición biológica que favorece las proliferación de estos organismos (Figura 20). Los resultados obtenidos del análisis de varianza muestran que hubo diferencias significativas (Figura 21) la cual indica que el tratamiento 9 (Bromeliaceae) obtuvo el mayor número de familias de ácaros con 6,68, en contraste, el tratamiento 3 (Laureaceae) fue el que obtuvo el valor mas bajo 4,61. Los géneros también mostraron diferencia asociados a los estratos evaluados (Figura 22) donde el tratamiento 11 (Malvaceae) obtuvo el mayor valor con 15,26 y el tratamiento 8 (Apocynaceae) el valor mas bajo con 7,53.

Bandejo & Ola-Adams (2000) encontraron que la mayor población de ácaros del orden Prostigmata asociada al suelo de diferentes plantaciones en Nigeria, la tuvo la familia de plantas Pineaceae la cual estuvo asociada con la familia de ácaros Caeculidae. Fuentes et al., (2008) evaluaron la ocurrencia de los ordenes Prostigmata, Mesostigmata asociados a la hojarasca de un bosque de Galería en Venezuela, las familias de plantas que conforman principalmente este bosque son las familias de árboles Fabaceae, Burseraceae, Nyctaginaceae, Rubiaceae, Agavaceae y Bromeliaceae, los resultados obtenidos muestran que la familia de ácaros Eupodidae fue la mas abundante y frecuente encontrada en este bosque.

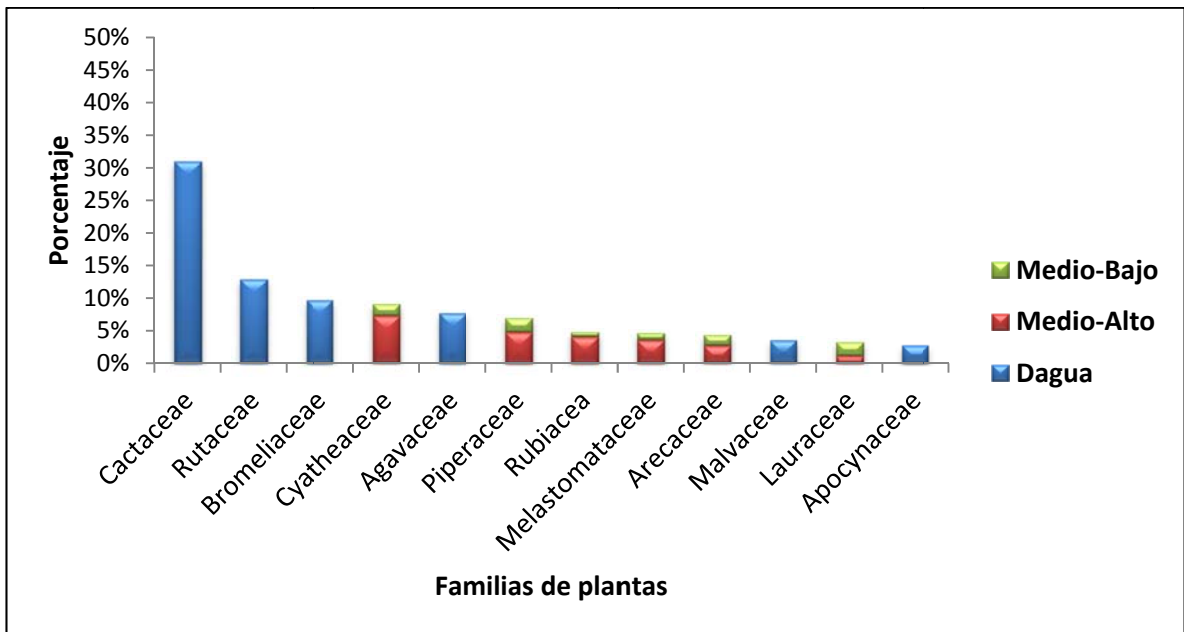


Figura 19. Abundancia de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por tratamiento (porcentaje).

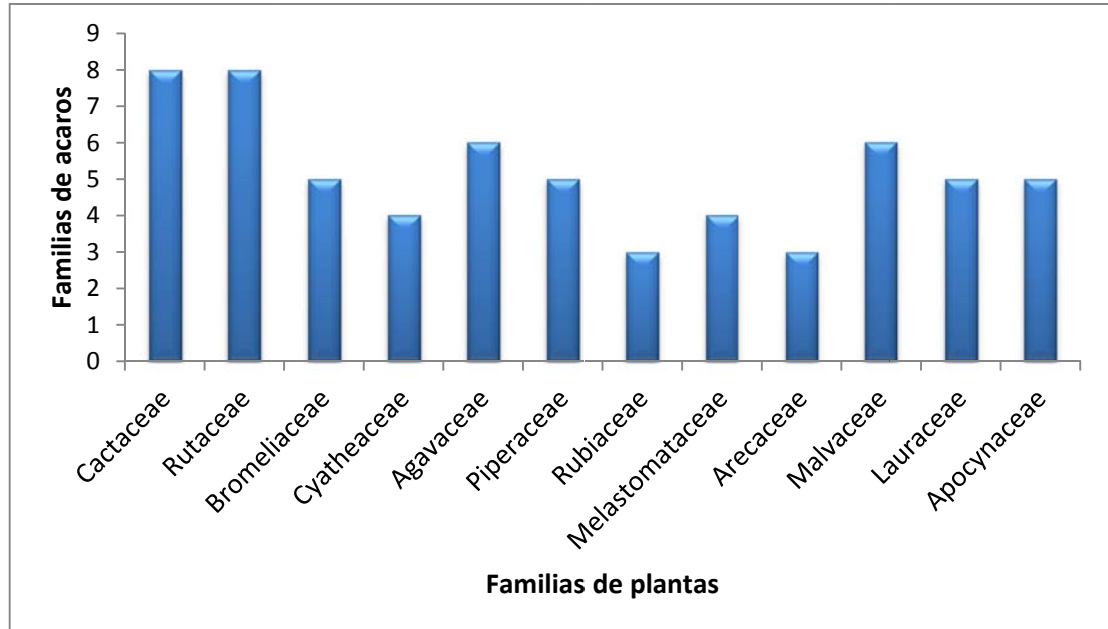


Figura 20. Número de familias de ácaros del orden Prostigmata asociados al suelo, por tratamiento.

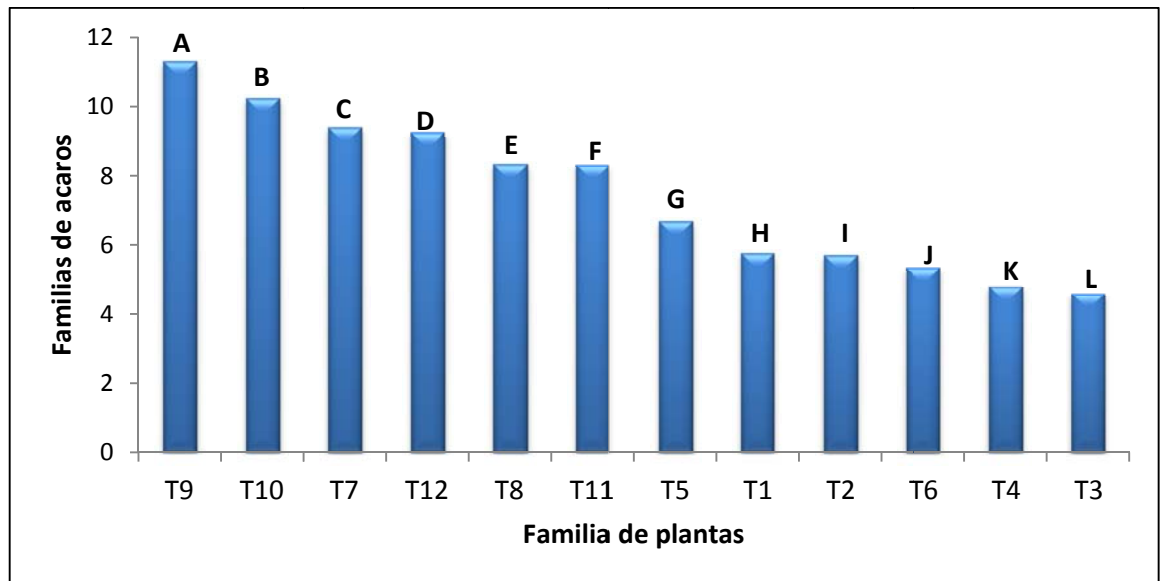


Figura 21. Comparación de medias para familias de ácaros, entre tratamientos evaluados.

Medias con la misma letra no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

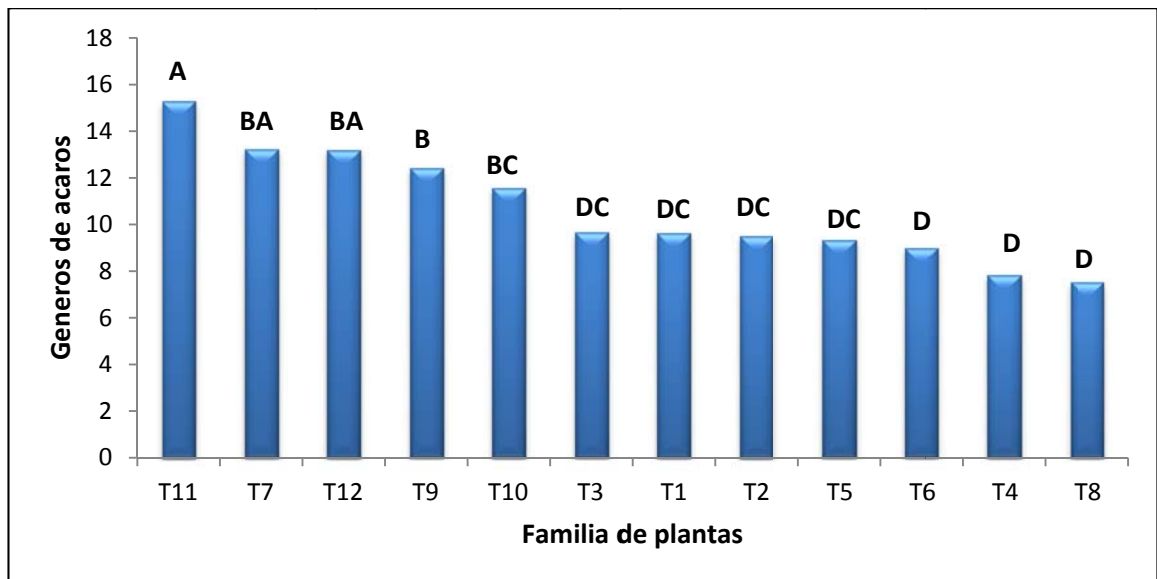


Figura 22. Comparación de medias para géneros de ácaros, entre tratamientos evaluados.

Medias con la misma letra no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.4 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

La estimación de la abundancia y riqueza de familias de ácaros del orden Prostigmata, mediante índices de diversidad tales como Margalef, Simpson para la diversidad Alfa y Para la diversidad Beta, o grado de similaridad, se utilizaron los índices de Jaccard y Sorensen (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de Diversidad.

Índices de Diversidad	Estrato		
	Medio-Alto	Medio-Bajo	Atuncela
Alfa (α)			
Índice de Margalef (D_{Mg})	2.4732	2.5197	3.2115
Índice de Simpson (λ)	0.2046	0.1708	0.4246
Beta (β)			
Índice de Jaccard (I_J)		0.60	0.17
Índice de Sorensen (I_S)		0.75	0.29

Los resultados del índice " D_{Mg} " muestran que el ESRD, posee el valor mas alto, lo que indica que la biodiversidad en esta zona es alta, por su parte el estrato Medio-Bajo (RNY), posee una biodiversidad ligeramente mayor que el estrato Medio-Alto (RNY), lo cual indica una biodiversidad moderada tomando en cuenta que valores por debajo de 2 son considerados como zonas de poca biodiversidad y valores por encima de 5 zonas de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

Mesa et al. (2010) encontraron que las zonas de Reserva natural en Colombia, Valle del Cauca tales como Farallones, Loboguerrero – Dagua, Paramo las Hermosas, Yotoco y la Reserva Natural de San Cipriano, los valores de este Índice de Diversidad oscilaron entre 4,9497 y 5,8380, considerándose como, altos índices de biodiversidad.

El índice “ λ ” presentó diferencias notorias mostrando que el ESRD, confirma su alto valor de biodiversidad, el estrato Medio-Alto (RNY) posee una Biodiversidad mayor frente al estrato Medio-Bajo (RNY), los resultados del índice de Simpson al acercarse a 1 indican un aumento en la diversidad (Del Río et al., 2003). Vásquez et al., (2007) obtuvieron valores para el Índice de Simpson de 0,1837 y de 0,1166 para formaciones vegetales de Matorral y Bosque deciduo respectivamente. En cinco zonas de Reserva Natural en el Valle del Cauca, Mesa et al. (2010) encontraron que los valores del Índice de Simpson fueron bajos siendo el mayor valor de 0,1223 perteneciente a la Reserva Natural de Farallones.

Los valores obtenidos en el índice “ I_j ” muestran que la semejanza de especies en las dos zonas evaluadas en la RNY, es ligeramente alta, compartiendo moderadamente los individuos; a su vez, el resultado para el ESRD, indica que los individuos presentes en las dos zonas de la RNY, difieren en gran parte de él, para este índice los resultados se interpretan de tal manera que, valores de 1, son dos sitios que poseen la misma composición de individuos y valores de 0 son sitios con individuos totalmente diferentes (Moreno, 2001).

El índice “ I_s ” obtuvo un valor moderado similar al del índice de “ I_j ” corroborando los resultados de diversidad que indican que la semejanza de especies es ligeramente alta en los dos estratos pertenecientes a la zona de la RNY, a su vez corrobora los resultados con los de el ESRD, donde nuevamente evidencia la diferencia entre las especies de ambas zonas evaluadas (Yotoco y Dagua).

Los valores obtenidos en los índices “ I_s ” e “ I_j ” pueden explicar que los dos estratos evaluados en la RNY, comparten nueve de los 15 géneros de ácaros del orden Prostigmata totales presentes, los cuales equivalentes al 60%; por su parte el ESRD, comparte 15 de los 26 géneros totales encontrados lo que equivale al 58%. Los valores de los índices de diversidad “ I_s ” y “ I_j ” para formaciones vegetales de Matorral y Bosque deciduo en Venezuela fueron similares a los obtenidos en el presente trabajo en la zona de Yotoco con 0,70 y 0,59 donde ambas formaciones

vegetales compartieron el 55% de las morfoespecies encontradas (Vásquez et al., 2007).

4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS FAMILIAS DE ÁCAROS DEL ORDEN PROSTIGMATA ASOCIADAS AL SUELO DE LA RESERVA NATURAL DE YOTOCO.

4.5.1 Bdellidae

Ácaros de cuerpo blando o bien esclerotizado, con dos pares de sensillas prodorsales y con 12 – 14 pares de setas caudales, dorsales y laterales. Ocelos laterales presentes o ausentes. Posee 3 pares de cúpulas dorsales. Ventralmente posee tres pares de palpilae genitales, 2 o mas setas eugenitales, palpos con 3 o 5 segmentos armados de espinas, terminados con largas setas táctiles. Base de los cheliceros separada y elongada, setas chelicerales presentes generalmente. Canales Phodocephalicos aparentemente internos o externos cercanos a la zona de la coxa I. Tarso I - IV con espinas, trichobothria presente o ausente en la tibia I – II y en el tarso III – IV siempre ausente en el tarso I (Krantz & Walter, 2009).

Los miembros de esta familia son depredadores tomando el papel de controladores biológicos ya que se alimentan de insectos y otros ácaros (Gerson & Smiley, 2003). Esta familia se encuentra como habitante del suelo abarcando una amplia gama de áreas que va desde zonas secas desérticas, hasta bosques húmedos, donde las temperaturas son relativamente bajas. Sus hábitats varían mucho presentándose en el follaje de las plantas, corteza de los árboles, arvenses, pastos, bajo las rocas y asociados a algas marinas (Krantz & Walter, 2009). Algunos bdellidos pueden ser controladores de plagas de importancia económica como el ácaro *Bryobia praetiosa* Koch el cual es plaga en el medio oeste de Estado Unidos (Jeppson, Keifer, & Bajer, 1975). Miembros de la familia pueden secretar una especie de hilo por su cavidad bucal, específicamente por los canales podocephalicos la cual usa para asegurar sus presas (Wallace & Mahon,

1973). Miembros del género *Thoribdella*, depredan principalmente colémbolos, los cuales acechan y se aproximan sigilosamente evitando la huida de la presa, posteriormente hacen contacto con sus setas distales sobre ella, luego de un movimiento rápido hacen contacto con la presa, la empalan y se alimentan de ella (Warren, 1960).

4.5.2 Caligonellidae

Ácaros de cuerpo blando o esclerotizado, con escudo holonotal, serie de muchos escleritos dorsales, pequeños, ligeramente manchados. Trichobothrias ausentes, base de los cheliceros usualmente hinchada, Prodorsum usualmente con 3 – 4 pares de setas, poseen de 0 a 2 pares de ocelos, el segundo par de órganos post oculares algunas veces al acecho. Adnate libre, parcialmene fusionado o amalgamado dentro del estilophoro, cada uno con estilete movable encerrado en el sheathlike. Cheliceros no fusionados, pelos tenent presentes. Garras presentes usualmente en todas las patas, Palpos con 5 segmentos libres, uña palpotibial presente usualmente pero a menudo poco desarrollada u obsoleta. Apertura estigmatica presente en la base de los cheliceros o ausente, peritremas ausentes o muy complejos en la base de los cheliceros. Los machos con aedeagus, apertura anal típicamente terminal, raramente dorsal, poseen solenidias en todos los tarsos (Krantz & Walter, 2009).

Esta familia se caracteriza por habitar zonas secas, principalmente tiene su ocurrencia asociada al suelo, corteza de árboles y al musgo (Krantz & Walter, 2009), pero también se ha recuperado de suelo húmedo y plantas bajas, los miembros de esta familia generalmente son organismos pequeños, de cuerpo blando, poseen coloraciones diversas, pero generalmente son de color rojizo y anaranjado (Robaux, 1975).

4.5.3 Cheyletidae

Ácaros de cuerpo blando con escudo dorsal débil. Gathosoma bien definido, compuesto por cheliceros y stylophoro fusionado en el subcapithulum o dentro de la capsula gnathosomatica. Palpos diversamente desarrollados, a menudo reducidos con tibiotarsos fusionados y femorogenu, algunas veces alargado y armado con una distintiva uña tibial. Post cheliceros, stigma y peritremas presentes in formas de vida libre y algunos parásitos, cuando los peritremas están presentes y son elaborados encontrándose en la superficie dorsal de la capsula gnathosomica. Ojos pueden estar presentes o ausentes. Opistosoma con ninguna seta o con muchas de ellas dorsales y laterales. Garras siempre presentes en el tarso II y usualmente en los tarsos III – IV a menos que las patas sean reducidas o ausentes. Uñas presentes o ausentes en el tarso I, empodio presente o ausente, a menudo con pelos tenent, genua y tibia con 3 setas máximo en patas pequeñas. Apertura genital de la hembra a nivel ventral, terminal o dorsal, libre o fusionada a la apertura anal, el macho posee la apertura genito-anal a nivel terminal o dorsal (Krantz & Walter, 2009).

Dentro de esta diversa familia de ácaros se presentan individuos cuyo comportamiento esta asociado como parásitos de mamíferos, reptiles, aves, e incluso el hombre (Radovsky, 1994). Al interior de esta gran familia se encuentra la variabilidad de habitats donde tienen ocurrencia como el suelo, corteza de árboles, plantas y granos almacenados, se presentan de igual manera dentro de cuevas o en asociación con algunos insectos como escarabajos, abejas, moscas, e incluso escorpiones aves y mamíferos (Bochkov & OConnor, 2003). Miembros del genero *Cheyletia* se encuentran como depredadores de ácaros plaga de algunos granos almacenados (Barker, 1992), por su parte miembros del genero *Cheyletus* se encuentran en asociación con mamíferos (Reisen, Kennedy, & T, 1976).

4.5.4 Cryptognathidae

Ácaros de cuerpo blando o bien esclerotizado, con escudo holonotal, serie de muchos escleritos dorsales, pequeños, ligeramente manchados, Trichobothrias ausentes, Prodorsum usualmente con 3 – 4 pares de setas, poseen de 0 a 2 pares de ocelos, el segundo par de órganos post oculares algunas veces al acecho, Adnate libre, parcialmente fusionado o amalgamado dentro del estilophoro, cheliceros no fusionados y retractiles, Palpos con 5 segmentos libres, uña palpotibial presente usualmente pero a menudo poco desarrollados u obsoletos, apertuta estimatica presente en la base de los cheliceros o ausente, peritremas ausentes o muy complejos en la base de los cheliceros, carencia de pelos tenent. Los machos con aedeagus, apertura anal típicamente terminal, raramente dorsal, poseen solenidias en todos los tarsos.

Familia de ácaros asociada generalmente a cortezas de árboles, liquen y musgo. Poseen Idiosoma esclerotizado y ornamentado (Krantz & Walter, 2009). Generalmente sus características lo identifican como depredador, pero esto se ha refutado localizándolo dentro de los microfitofagos (Swift & Goff, 2001). Se alimenta generalmente de musgo, esto es explicable ya que se encuentra usualmente como habitante del mismo, su elongado gnathosoma lo usa probablemente para alimentarse de esporas de algunos hongos (Swift, 1996) y del contenido de células vegetales (Luxton, 1973). Tiene dos géneros y alrededor de 40 especies (Krantz, 1958). Los adultos se reconocen fácilmente ya que poseen un gnathosoma muy llamativo u ornamentado, además de ser elongado y retráctil (Luxton, 1973). Los ácaros pertenecientes al género *Favognathus* son colectados con frecuencia del suelo, pasturas, musgos, liquen y cortezas, también se encuentra asociado principalmente a musgos y substratos orgánicos (Smiley & Moser, 1968).

4.5.5 Cunaxidae

Ácaros de cuerpo blando o bien esclerotizado, con dos pares de sensilias prodorsales y con 12 – 14 pares de setas caudales, dorsales y laterales. Ocelos laterales presentes o ausentes. Posee 1- 3 pares de cúpulas dorsales. Ventralmente posee 2 pares de palpilae genitales y típicamente carentes de setas eugenitales. Hypostoma con 2 pares de macrosetas base de los cheliceros separada y elongada, setas chelicerales presentes generalmente o ausentes. Palpos con 3 o 5 segmentos armados de espinas, terminados con uñas raptoriales. Canales Phodocephalicos aparentemente internos o externos cercanos a la zona de la coxa I. Tarso I - IV con espinas, trichobothria presente o ausente en la tibia I – II y en el tarso III – IV siempre ausente en el tarso I (Krantz & Walter, 2009).

La familia Cunaxidae esta compuesta de individuos cosmopolitas y depredadores, en la actualidad agrupa cinco subfamilias, 6 tribus, 27 géneros y 329 especies (Den Heyer, 2011). Los ácaros son depredadores de ácaros perjudiciales, algunos insectos de cuerpo blando (Bashir, Afzal, Ashfaq, Akbar, & Ali, 2010), pequeños artrópodos y nematodos (Martins, 2008). Posee especies tanto pequeñas como grandes que van desde el rango de los 400 a los 1,000 μm son muy activos (Smiley, 1992; Sionti & Papadoulis, 2003). Su coloración presenta una amplia variación pasando desde un color blanquecino hasta ser translucido, también se encuentran coloraciones rojizas con mucha frecuencia, además de la tonalidad naranja y amarilla. Posee palpos raptoriales armados con una garra o uña, además de poseer en la parte interna espinas que facilitan la aprensión de sus presas. No obstante se presentan algunas excepciones ya que se pueden presentar setas en la parte terminal de los palpos como es característico de la familia Bdellidae (Den Heyer, 1978). La familia Cunaxidae no solo se encuentra como habitante del suelo también es frecuente encontrarla como habitante del follaje de las plantas donde depredan algunos insectos y otros ácaros (Walter & Proctor, 1999). El género *Dactyloscirus* se caracteriza por ser un depredador de

emboscada el cual posee una gran trichobotrida en la parte dorsal del cuerpo, con la que detectan su presa para posteriormente saltar sobre ella y alimentarse. Los géneros *Coleoscius* y *Pulaeus* son depredadores que buscan o rastrean su presa las cuales no son tan activas como ejemplo los nematos (Walter & Proctor, 1999).

4.5.6 Eupalopsellidae

Ácaros de cuerpo blando o esclerotizado, con escudo holonotal, serie de muchos escleritos dorsales, pequeños, ligeramente manchados. Trichobothrias ausentes, 4 pares de setas Prodorsales, poseen de 0 a 2 pares de ocelos, el segundo par de órganos post oculares algunas veces al acecho, estiletos chelicerales alargado, carencia de peritremas y stigmata, base de los cheliceros usualmente hinchada, Adnate libre, parcialmene fusionado o amalgamado dentro del estilophoro, cada uno con estilete movable encerrado en el sheathlike, Cheliceros no fusionados, Palpos con 5 segmentos libres, uña palpotibial presente usualmente pero a menudo poco desarrollada u obsoleta. El empodio tiene un par de pelos tenent y el palpotarso es elongado (Krantz & Walter, 2009).

Esta familia de ácaros se caracteriza por ser cosmopolita y se encuentra habitando generalmente ramas y corteza de árboles. Posee cinco géneros reconocidos (Gerson & D.E, 1998). Son conocidos como agentes biocontroladores ya que se encuentran registros de la alimentación de estos con ácaros plaga (Meyer & Rodrigues, 1965) e insectos (Gerson & Smiley, 2003). La ocurrencia de esta familia esta asociada principalmente a hábitats con condiciones secas. Miembros del género *Eupalopsellus* se han registrado alimentándose de huevos de ácaros conocidos como “arañitas rojas” pertenecientes a la familia Tetranychidae y también ácaros de la familia Tenuipalpidae (Fan Q.-H, 2004), se encuentran como habitantes de diferentes plantas, pasturas, hojarasca y bajo el suelo (Fan Q.-H, 2004).

4.5.7 Johnstonianidae

El gnathosoma de los adultos no es retráctil dentro del idiosoma, el área prodorsal posee 1 par de trichobothridas en el escudo prodorsal y 2 en los ojos laterales, la cutícula dorsal sin papillae largas. Las setas son moderadamente a extremadamente densas. Posee 2 – 3 pares de papillae genitales. Escudo prodorsal con 4 pares de setas, incluyendo 1 par de trichobothridas. Placas coxales I – III, placas I – II contiguas (Krantz & Walter, 2009).

Esta familia carece de información, ácaros poco estudiados. Ácaros moderadamente grandes, habitan generalmente la hojarasca en zonas húmedas, en algunas especies las larvas son parásitos de insectos (Krantz & Walter, 2009). Dentro de los ordenes de insectos a los cuales parasitan miembros juveniles de esta familia se encuentran Coleóptera acuáticos (Newel, 1957), y Díptera semiacuáticos (Baker, 1999).

4.5.8 Microtrombidiidae

El gnathosoma de los adultos no es retráctil dentro del idiosoma, los quelíceros poseen dígitos móviles y en forma curvada, palpos alargados setas adyacentes a las garras de la tibia. Área prodorsal con par de trichobothridas en el escudo prodorsal y 2 pares en los ojos laterales. Cutícula dorsal con un moderado a extremadamente denso número de setas, la región genital 2 – 3 pares de acetabula (Krantz & Walter, 2009).

La familia Microtrombidiidae esta compuesta por alrededor de 50 géneros y se encuentra distribuida alrededor del mundo (Gabryś, 1999). Habita generalmente en el suelo y demás hábitats terrestres. Con pocas excepciones las larvas generalmente son parásitos de insectos y otros invertebrados además de presentar diferencia entre estados larvales y el estado adulto. Las larvas eclosionadas tienden a permanecer cerca del sitio donde se realizó la postura, llegando a tardar semanas rondando el área circundante (Robaux, Recherches sur

le développement et la biologie des Acariens Thrombidiidae, 1974). Los estados larvales se encuentran con mayor facilidad por unidad de área que los estados adultos. Hospederos grandes como los Lepidoptera pueden llegar a tener consigo alrededor de 15 individuos, su vida la lleva a cabo principalmente bajo la superficie del suelo, humus o materiales orgánicos descompuestos (Robaux, Recherches sur le développement et la biologie des Acariens Thrombidiidae, 1974). Sus presas y hospederos comprenden entre otros insectos y ácaros plaga de importancia económica (Zhang, 1987; 1988).

4.5.9 Pseudocheylidae

Ácaros de cuerpo blando, escudo prodorsal débilmente desarrollado, base de las setas dorsales puede ser esclerotizadas, prodorsum con 4 pares de setas. Setas del segmento opistosomathico AD ausentes. Palpillae ausentes, aperturas stigmatica en la base de los cheliceros, base de los cheliceros articulada libremente, palpitibia con 1 – 3 setas en forma de garra, palpotarsus fuertemente desarrollado o reducido. Tarso de la pata entero o subdividido distalmente dentro de muchos subsegmentos, garras obscuras o ausentes, empodio muchas veces desarrollado (Krantz & Walter, 2009).

Los miembros pertenecientes a esta familia han sido poco estudiados. Poseen cuerpos blandos, cuerpo alargado, patas alargadas, son rápidos, poseen generalmente uno o dos pares de ojos, son ácaros que persiguen su presa, incluso exponiéndose sobre el terreno, para luego esperar y crear una emboscada (Krantz & Walter, 2009). Se encuentra habitando principalmente en el suelo, musgo y hojas secas (Lawrence, 1954). Miembros de los tres géneros pertenecientes a esta familia (*Pseudocheylus*, *Anoplocheylus*, *Neocheylus*) se han colectado principalmente de ambientes donde prevalecen el musgo, pero también se han recuperado se zonas secas, del suelo y hojarasca (Lawrence, 1954).

4.5.10 Scutacaridae

Capsula del gnathosoma en las hembras puede ser circular, oval o alargada, generalmente invisible desde arriba, posee dos pares de setas dorsales, palpos estrechamente oprimidos, usualmente reducidos y raramente elongados. Cheliceros movibles y parcialmente retractiles. Macho don gnathosoma reducido, con forma de tubo. El escudo prodorsal de las hembras con un par de stigmas anterolaterales y usualmente con un par de bothridias anterolaterales con sensilias la forma de cabeza. Opisthosoma de las hembras con la primera placa dorsal C completa, o con el margen anterior libre expandido o cubrir completamente el prodorsum. Los adultos poseen placas coxisternales I – II medianamente unidas, la hembras poseen placas coxisternal III – IV medianamente unidas. La apertura anal de hembra es pequeña cubierta por una placa aggenital fusionada. Los machos poseen placas C y D fusionadas y el aediagus en forma de tubo, elongado y curvado. En adultos las placas coxisternal I – II están funtas con máximo 4 pares de setas, trocánter I – IV con una seta, femur I con una seta, genu I con tres setas, genu II con dos setas usualmente (Krantz & Walter, 2009).

Familia de ácaros cuya ocurrencia esta asociada principalmente al suelo, humus, compost y algunos insectos con los cuales hacen foresis (Ebermann, 1991). El tipo de alimento que consumen ha sido cuestionado frecuentemente pero aparentemente se alimentan de hongos, y de estos las esporas (Ebermann, 1998) Posee alrededor de 750 especies y 30 géneros y subgéneros. Se caracterizan por poseer cuerpos en forma de tortuga, generalmente son pequeños con tamaños que oscilan alrededor de los 120 y 370 μm (Ebermann E, 1994). Las hembras presentan afinidad por algunos insectos para realizar foresis, los ordenes de insectos como Hymenoptera y Coleóptera son los mas utilizados (Kurosa, 1989). Especies del género *Lophodispus* se encuentran frecuentemente asociadas en foresis a hormigas (Kurosa, 1972).

4.5.11 Smarididae

El gnathosoma de los adultos es completamente retráctil dentro del idiosoma, o solo o son los cheliceros. Área Prodorsal con, 2 pares de bothridias en el escudo prodorsal y un par en los ojos laterales. Cutícula lisa y esparcida a extremadamente densa respecto al número de setas, las cuales pueden ser cortas y simples o largas y muy modificadas en cuanto a su forma. Carece de papillae genital y pregenital tubérculo (Krantz & Walter, 2009).

Los miembros de esta familia han sido poco estudiados. Ácaros moderadamente grandes, depredadores activos, generalmente de pequeños artrópodos, ácaros cosmopolitas presentes en diferentes áreas del mundo (Southcott, A new larval smaridid mite (Acarina: Smarididae) from Costa Rica, 1995). Son depredadores, los cuales acechan su presa en la hojarasca y bajo la corteza de los árboles. La captura de estos ácaros se realiza principalmente de los adultos ya que los estados inmaduros se encuentran generalmente como ectoparásitos de algunos artrópodos (Southcott, 1997).

4.5.12 Stigmaeidae

Ácaros de cuerpo blando o bien esclerotizado, con escudo holonotal, serie de muchos escleritos dorsales, pequeños, ligeramente manchados, Trichobothrias ausentes, Prodorsum usualmente con 3 – 4 pares de setas, poseen de 0 a 2 pares de ocelos, el segundo par de órganos post oculares algunas veces al acecho, Adnate libre, parcialmente fusionado o amalgamado dentro del estilophoro, cada uno con estilete movable encerrado en el sheathlike, cheliceros no fusionados, peritremas ausentes, estructuras padlike en elementos empodiales del tarso. Garras presentes usualmente en todas las patas. Carencia de pelos tenent, Palpos con 5 segmentos libres, uña palpotibial presente usualmente pero a menudo poco desarrollados u obsoletos. Apertuta estimatica ausente. Los machos con aedeagus, apertura anal típicamente terminal, raramente dorsal, poseen solenidias en todos los tarsos (Krantz & Walter, 2009).

Esta familia es la segunda más frecuente y abundante grupo de depredadores de ácaros fitófagos, después de la familia Phytoseiidae perteneciente al orden Mesostigmata. Comprende alrededor de 29 géneros y 300 especies descritas. Su coloración comprende una amplia gama pero generalmente son de color naranja, pasando por el amarillo, verde y rojizo. Son habitantes del suelo y la vegetación encontrándose entre hojarasca, musgo, líquenes, corteza de árboles, plantas bajas entre otros (Summers, 1966; Fan & Zhang, 2005). El género *Stigmaeus* es uno de los más reconocidos de esta familia, se ha encontrado como depredador alimentándose de moscas de la familia Psychodidae, (Shehata & Baker, 1996). El género *Cheylostigmaeus* se ha encontrado como habitante de zonas muy húmedas, con características pantanosas (Summers & Ehara, 1965). Géneros como *Eustigmaeus* se caracterizan por sus hábitos alimenticios, diferentes a los habituales como lo es depredador, por el contrario este género se ubica dentro de los bryophagos, acorde a esta clasificación, sus hábitos de vida lo ubican asociado al musgo y al suelo. (Gerson, 1972). Miembros del género *Agistemus* son depredadores de ácaros plaga de la familia Tetranychidae y Eriophyidae alimentándose principalmente de sus huevos (Croft, 1975).

4.5.13 Tarsonemidae

La cápsula del gnathosoma de las hembras posee forma circular, ovoide, o elongada visible u oculta desde arriba, con un par de setas dorsales, palpos estrechamente oprimidos, reducidos. El gnathosoma del macho es usualmente similar, desarrollado, algunas veces menos robusto que le de hembra. El escudo prodorsal de las hembras posee un par de anterolateral stigmas, 1 o 2 pares de setas setiformes, puede haber 1 par de bothridias anterolateral con sensilias en forma de cabeza. Opistosoma de las hembras tiene el primer escudo C completo, no expandido sobre el prodorsum. Los adultos con las placas coxisternal I – II medianamente unidas, la hembra y el macho tienen las placas coxisternal II – IV medianamente unidas. La apertura genital de hembra es pequeña, cubierta por una placa aggenital, setas genitales ausentes. Los machos con placas C y D

fusionadas. La pata I de los adultos con una garra simple o un par de garras, o sin garras. Patas II – III de igual forma, o el trocánter de la pata II mas elongado y rígido que le e la pata II, la pata IV de la hembras puede estar ausente, estrecha o pequeña, finalizando con 2 o 3 setas atenuadas. La pata IV del macho puede estar ausente o muy fornida, con una garra sencilla (Krantz & Walter, 2009).

Gran familia de ácaros donde se encuentran entre otros fitófagos y fungivoros, comprende alrededor de 40 géneros y 530 especies (Lin & Zhang, 2002). Son ácaros pequeños, difícilmente se pueden apreciar a simple vista, las hembras de esta familia se pueden distinguir fácilmente por su forma particular de la cuarta pata (Zhang, 2000), son ácaros translucidos y su coloración esta ligada al tipo de alimento que ingieren, presentan dimorfismo sexual, diferenciándose la hembra del macho, en muchas ocasiones la forma de su cuerpo es alargada como en el caso de especies de *Steneotarsonemus* (Zhang, 2003). Miembros de esta familia se encuentran en forosis con insectos como algunos Coleópteros (Smiley & Moser, 1974). Esta familia comprende ácaros muy nocivos para los cultivos como el acaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley el cual es vector de conidias de hongos letales para el cultivo del arroz (Chow, Tzean, Chang, & Wang, 1980), otro ejemplo de acaro plaga lo es *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), el cual se alimenta de diferentes cultivos como tomate y cítricos donde es una plaga importante (Zhang, 2003).

5. CONCLUSIONES

Se obtuvo un total de 13 familias de ácaros del orden Prostigmata y un total de 26 géneros, los cuales se distribuyeron: 8 familias y 15 géneros en la zona de la RNY y 11 familias y 20 géneros en la zona del ESRD.

La zona del ESRD, albergó el mayor porcentaje de individuos de ácaros del orden Prostigmata con 67,22% del total encontrado.

El mayor porcentaje de familias y géneros de ácaros del orden Prostigmata lo presentó la zona del ESRD, con el 84,61% y 76,92% respectivamente.

El tratamiento 10 perteneciente a la familia de las plantas Cactaceae presenta el mayor número de individuos, esto puede deberse a que esta familia de plantas presenta un gran volumen de biomasa en el área de raíces la cual posee un número considerable de espinas que protege la zona; además de ser plantas que albergan gran cantidad de agua, lo cual puede generar un microclima apto para la abundancia de ácaros del orden Prostigmata.

El tratamiento 10 perteneciente a la familia de plantas Cactaceae y el 12 perteneciente a la familia Rutaceae, fueron los más diversos con ocho familias de ácaros Prostigmata.

La familia de plantas Cyatheaceae y Piperaceae fueron los mejores tratamientos presentes en la zona de la RNY, albergando el 7,25% y 4,71% del total de individuos colectados respectivamente.

Las familias y géneros de ácaros Prostigmata encontrados en estos ecosistemas, presentan hábitos alimenticios depredadores, excepto Scutacaridae, Tarsonemidae y Cryptognathidae, los cuales se encuentran principalmente, en foresis con insectos y asociados a musgos, respectivamente.

La poca población de individuos en la parte baja de la RNY, es un indicio de un posible factor externo que puede alterar la dinámica de las especies, no obstante pese a su baja población su comportamiento es similar al estrato medio-alto, aunque el número de individuos colectados fue menor.

Los resultados de los índices de diversidad muestran que las zonas evaluadas en el presente trabajo poseen una alta biodiversidad de ácaros del orden Prostigmata con una característica especial, ya que los resultados obtenidos en el ESRD fueron superiores al de la RNY, pese a que esta última es un bosque húmedo tropical, poco perturbado, por lo cual se esperarían valores de riqueza y diversidad de individuos de ácaros del orden Prostigmata mayores.

La mayor riqueza y diversidad de individuos, presente en el ESRD, puede deberse al tipo de ecosistemas que rodean esta zona, ya que al encontrarse dentro del Choco biogeográfico, lo circundan zonas de bosque húmedo tropical, las cuales pueden promover la biota asociada a los ácaros del orden Prostigmata presentes en esta zona de vida.

Se recomienda realizar más muestreos en las zonas de evaluación del proyecto, para confirmar la riqueza y diversidad de las familias y géneros de ácaros del orden Prostigmata encontradas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. M. (1978). Inter- and intra-habitat relationships between woodland cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. *Oecologia*, 32(3), 341-348.
- Baker, A. S. (1999). Two new species of larval mites (Acari: Trombidioidea: Microtrombidiidae and Johnstonianidae) parasitising *Culicoides impunctatus*, the highland midge (Insecta: Ceratopogonidae), in Scotland. *Syst Parasitol*, 44(1), 37-47.
- Balogh, J., & Balogh, P. (1992). The Oribatid Mites Genera of the World. *The Hungarian Nat. Mus*, 1, 263.
- Balogh, P. (1984). Oribatid mites from Colombia (Acari). *Acta zool. hung*, 33, 29-51.
- Bandejo, M., & Ola-Adams, B. (2000). Abundance and diversity of soil mites of fragmented habitats in a biosphere reserve in Southern Nigeria. *Pesq. agropec. bras*, 35(11), 2121-2128.
- Bardgett, R. D., Yeates, G. W., & Anderson, J. M. (2005). Patterns and determinants of soil biological diversity. *Biological diversity and function in soils*, 100-118.
- Barker, P. (1992). Bionomics of *Nodele calamondin* Muma (Acarina: Cheyletidae) fed on *Lepidoglyphus destructor* (Schrank) (Acarina: Glycyphagidae) at two constant temperatures. *Canadian Journal of Zoology*, 2333-2337.
- Bashir, M. H., Afzal, M., Ashfaq, M., Akbar, S., & Ali, S. (2010). Two new species of the genus *Cunaxa* (Acari: Cunaxidae) from district Nankana. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(3), 217-222.
- Behan-Pelletier, V. M., Tomlin, A., Winchester, N., & Fox, C. (1996). Sampling protocols for microarthropods. *The SAGE project, a workshop report on terrestrial arthropod sampling protocols for graminoid ecosystems*, 47-52.
- Berlese, A. (1905). Apparecchio per raccogliere presto ed in gran numero piccoli Artropod. *Redia*, 2, 85-90.
- Bochkov, A. B., & OConnor, B. M. (2003). New Cheyletid mites (Acari: cheyletidae) associated with birds. *Acta Parasitol*, 265-79.

- Botero, M. I., Chasqui, L. H., Vargas, W., Medina, E., & Ospina, A. (2004, Enero). *Propuesta para la consolidación del enclave subxerofítico de la cuenca alta del río Dagua y su zona de influencia como área de manejo especial*. Retrieved Mayo 14, 2012, from <http://fundaciontropical.org:8080/v.calameo.com/2.0/cviewer.swf?bkcode=000425820bdaa6e7a1a35&langid=en&authid=dGQGBqZXzrE8>
- Cassagne, N., Gauquelin, T., Bal-Serin, M., & Gers, C. (2006). Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. *Pedobiologia*, 50(2), 127-134.
- Chow, Y. S., Tzean, S. S., Chang, C. S., & Wang, C. H. (1980). A morphological approach of the tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Tarsonemidae) as a rice plant pest. *Acta Arachnologica*, 25-41.
- Coddington, J. A., Griswold, C. E., Silva, D., Peñaranda, E., & Larcher, S. F. (1991). Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. *The unity of evolutionary biology*, 44-60.
- Croft, B. A. (1975). Integrated control of apple mites. *Michigan Sta. Univ. Ext. Bull*, 1-12.
- Crossley, D. A., Mueller, B., & Perdue, J. C. (1992). Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40, 37-46.
- Crossley, D., & Blair, J. M. (1991). A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34, 187-192.
- Curl, E., & Truelove, B. (1986). The rhizosphere. *Springer-Verlag*, 15, 288.
- CVC. (2002). <http://www.dagua-valle.gov.co/>. Retrieved Junio 24, 2012, from http://www.dagua-valle.gov.co/apc-aa-files/33383565356461363434343737623536/CORREGIMIENTO_DE_ATUNCELA.pdf
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., & Montero, G. (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 159-176.
- Den Heyer, J. (1978). Bonzinae, a new subfamily of the Cunaxidae. *Acarologia*, 19, 601-18.
- Den Heyer, J. (2011). Some statistics on the taxonomy of the family Cunaxidae (Acari: Prostigmata). *Zoosymposia*, 6, 34-38.

- Dindal, D. (1990). *Soil biology guide*. John Wiley & Sons.
- Ebermann, E. (1991). Das Phänomen Polymorphismus in der Milbenfamilie Scutacaridae (Acari, Heterostigmata, Tarsonemina, Scutacaridae). *Zoologica*, 141.
- Ebermann, E. (1994). First demonstration of males in species of the genus Archidispus Karafiat (Acari, Tarsonemina, Scutacaridae). *International Journal of Acarology*, 160-182.
- Ebermann, E. (1998). Imparipes (Sporich meuches nov subgen), a remarkable new taxon in the mite family Scutacaridae (Acari: Heterostigmata). 179-214.
- Escobar, E. (2001). *Presentación De Yotoco - Reserva Natural - Flora: Plantas Vasculares*. Palmira, Valle, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Fan, Q. H. (2004). A catalogue of the genus Eupalopsellus Sellnik (Acari: Prostigmata, Eupalopsellidae) with the description of a new specie from China. *Biol. Bratislava*, 533-545.
- Fan, Q.-H. (2004). A catalogue of the genus Eupalopsellus Sellnick (Acari: Prostigmata, Eupalopsellidae) with the description of a new species from China. *Biologia, Bratislava*, 533-545.
- Fan, Q.-H., & Zhang, Z.-Q. (2005). Raphignathoidea (Acari: Prostigmata). *Fauna of New Zealand*, 52-400.
- Fuentes, L., Vasquez, C., Palma, W., & Bari, C. (2008). Ácaros prostigmata y mesostigmata asociados a la hojarasca en el bosque de galería del Parque Universitario de la UCLA, Estado Lara, Venezuela. *Neotropical Entomology*, 37(5), 591-596.
- Gabryś, G. (1999). The world genera of Microtrombidiidae (Acari, Actinedida, Trombidoidea). *Monograph o/the Upper Silesian Museum*, 361.
- Gaston, K. (1992). Regional Numbers of Insect and Plant Species. *Functional Ecology*, 6(3), 243-247.
- Gerson, U. (1972). Mites of the genus Ledermuelleria (Prostigmata: Stigmaeidae) associated with mosses in Canada. *Acarologia*, 13, 319-343.
- Gerson, U., & D.E, W. (1998). Transfer of Mecognatha Wood from Stigmaeidae to Mecognathidae, fam. nov., a new synonymy, and a key to families of Raphignathoidea (Acari: Prostigmata). *Systematic And Applied Acarology*, 145-147.

- Gerson, U., & Smiley, R. (2003). Mites (Acari) for pest control. *Blackwell Publishing*, 539.
- González, V. E., Gómez, L. A., & Mesa, N. C. (2004). Observaciones sobre la biología y el comportamiento del ácaro *Macrodinychus sellnicki* (Mesostigmata : Uropodidae) ectoparásitoide de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 143-149.
- Griffiths, B. (1994). Soil nutrient flow. *Soil protozoa*, 65-91.
- Halffter, G. (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International (Special Issue)*, 36, 3-17.
- Hättenschwiler, S., Tiunov, A., & Scheu, S. (2005). Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 191-218.
- Hoy, M. A. (2008). Soil Mites (Acari: Oribatida and Others). *Encyclopedia of Entomology*, 3463-3466.
- Hurlbert, S. H. (1984). Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological monographs*, 187-211.
- Jeppson, L., Keifer, H., & Bajer, E. (1975). *Mites Injurious to Economic Plants*. Los Angeles California, USA.
- Karbam, R., English-Loeb, G., & Hougen-Eitzman, D. (1997, Febrero). Mite Vaccinations for Sustainable Management of Spider Mites in Vineyards. *Ecological Applications*, 7(1), 183-193.
- Kethley, J. (1991). A procedure for extraction of microarthropods from bulk soil samples with emphasis on inactive stages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34, 193-200.
- Kethley, J. B. (1990). Acarina: Prostigmata (Actinedida). In D. Dindal, *Soil Biology Guide* (pp. 667-756). Brisbane: John Wiley & Sons.
- Krantz, G. W. (1958). *Cryptognathus sternalis* a new species of prostigmatid mite from Oregon (Acarina: Cryptognathidae). *Pan. Pac. Entomol*, 81-85.
- Krantz, G. W. (1978). *A Manual of Acarology* (Segunda ed.). Oregon State, USA.
- Krantz, G. W., & Walter, D. E. (2009). *A Manual of Acarology* (Tercera ed.). USA.

- Kurosa, K. (1972). The Scutacarid Mites of Japan.II. *Lophodispus lotus* gen.et sp. nov. *Bull. natn. Sci. Mus., Tokyo*, 29-35.
- Kurosa, K. (1989). The scutacarid mites of Japan, Five new *Archidispus* associated with ground beetles. *Japanese Journal of Entomology*, 469-76.
- Lakly, M., & Crossley, D. A. (2000). Tullgren extraction of soil mites (Acarina): Effect of refrigeration time on extraction efficiency. *Experimental and Applied Acarology*(24), 135-140.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A., & Martin, S. (1992). Impact of Soil Fauna on the Properties of Soils in the Humid Tropics. *Special publication. Science Society of America and American Society of Agronomy*(29), 157-185.
- Lawrence, R. F. (1954). The Know African species of Cheyletidae and Pseudocheylidae (Acarina, Prostigmata). *Ann. Natal Mus*, 65-77.
- Lesna, I., Sabelis, M., & Conijin, C. (1996). Biological control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini*, by the predatory mite, *Hypoaspis aculeifer*, on lilies:predator-prey interactions at various spatial scales. *Journal of Applied*, 369-376.
- Lin, J.-Z., & Zhang, Z.-Q. (2002). Tarsonemidae of the World: Key to Genera, Geographical Distribution, Systematic Catalogue & Annotated Bibliograh. *Systematic & Applied Acarology*, 440.
- Ludwig, M., Kratzmann, M., & Alberti, G. (1991). Accumulation of heavy metals in two oribatid mites. *Modern Acarology*, 1, 431-437.
- Luxton, M. (1973). Mites of the genus *Cryptognathus* from Australia, New Zealand and Niue Island. *Acarologia*, 53-75.
- M, V. M. (2001). Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo, México. *CONACyT- UQROO-SEP Mex*, 170.
- Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurement. *Princeton Universit Press*, 179.
- Margalef, R. (1995). Aplicacions del caos matemàtic determinista en ecologia. *Ordre i caos en ecologia. Ciències Experimentals i Matemàtiques*(6), 171-184.
- Martins, T. M. (2008). Estudoa taxonomicos e biologicos de Cuanxidae (Acari: Prostigmata) do Brasil. 110. Sao Paulo, brasil.

- Mendoza, H., & Ramirez, B. (2006). Guía ilustrada de Generos Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Bogota, Colombia.
- Mendoza, H., Ramirez, B., & Jimenez, L. (2004). Rubiaceae de Colombia : guía ilustrada de generos. 351. (C. Villa, Ed.) Bogota, Colombia.
- Merchant, V., & Crossley, D. (1970). An inexpensive, high-efficiency Tullgren extractor for soil microarthropods. *Journal of the Georgia Entomological Society*(5), 83-87.
- Mesa, N. C., Valencia, M. O., & Perez, O. (2010). *Estudio compartivo de la diversidad de acaros del suelo asociadas a especies vegetales de Rubiaceae, Mirtaceae, Melastomataceae y Heliconiaceae en las reservas naturales: Paramo de las Hermosas, Yotoco, Escalereite y Dagua en el Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Ciencias Agricolas, Palmira.
- Meyer, M., & Rodrigues, M. (1965). Acari associated with cotton in Southern Africa. *Garcia Orta Lisboa*, 13(2), 195-226.
- Minor, M. A., & Cianciolo, J. M. (2007). Diversity of soil mites along a gradient of land use types in New York. *Applied Soil Ecology*, 35, 140-153.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, 1, 84.
- Moreno, E. A. (2011). Papel de los murciélagos frugívoros como dispersores de Semillas en la Reserva Forestal Natural de Yotoco, municipio De Yotoco, Colombia. 110. Bogota, Colombia.
- Neher, D., & Barbercheck, M. (1999). Diversity and function of soil mesofauna. *W. Collins & C. Qualest (eds.), Biodiversity in agroecosystems*, 27-47.
- Newel, I. M. (1957). Studies of Johnstonianidae (Acari: Parasitengona). *Pac. sci*, 396-466.
- Norton, R. A. (1985). A variation of the Merchant-Crossley soil microarthropod extractor. *Quaestiones entomologicae*, 21, 669-671.
- Norton, R. A., Bonamo, P. M., Grierson, J. D., & Shear, W. A. (1988). Oribatid mite fossils from a terrestrial Devonian deposit near Gilboa, New York. *Journal of Paleontology*, 259-269.
- Oliveira, A. R., Moraes, G. J., Demétrio, C. G., & De Nardo, E. A. (2001). Efeito do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatalis* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) em um campo de soja. *Boletim de pesquisa*, 13.

- Patiño, A. M. (1995). *Estudios sobre la diversidad de la artropofauna, insectos y ácaros, del suelo en diferentes ecosistemas en el Valle del Cauca Ana María Patiño López*, 108. Palmira, Colombia.
- Patiño, A. M. (2001). *Presencia y abundancia de artropofauna y de hongos en parcelas con diferentes grados de erosión en inceptisoles en el departamento del Cauca*, 81. Palmira, Colombia.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 285-307.
- Petersen, H. (1982). Structure and size of animal soil populations. *Oikos*, 39, 306-329.
- Prieto, D., González, V., & Tcherva, T. (2005). Microartrópodos asociados a la hojarasca de un bosque semidecídúo de Bacunayagua, Matanzas, Cuba. *Rev. Biol. (La Habana)*, 57-65.
- Radovsky, F. J. (1994). The evolution of parasitism and the distribution of some dermanysoid mites (Mesostigmata) on vertebrate host. *Mites: eological and evolutionary nalyseo f life-historyp atterns*, 186-217.
- Reisen, W. K., Kennedy, M. L., & T, R. N. (1976). Winter ecology of ectoparasites collected from hibernating *Myotis velifer* (Allen) in Southwestern Oklahoma (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Parasitology*, 62(4), 628-635.
- Robaux, P. (1974). Recherches sur le développement et la biologie des Acariens Thrombidiidae. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (Nouvelle Série), Zoologie*, 85, 1-186.
- Robaux, P. (1975). Observations sur quelques Actinedida (Prostigmates) du sol d'Amérique du Nord. I, Une Nouvelle espece de Caligonellidae (Acari: Raphignathoidea): *Coptocheles grandjeani* n.sp. *Acarologia*, 236-242.
- Rojas, A., Castano, G., Palacios, J., & Garcia, N. (2009). Oribatid mites and springtails from a coffee plantation in Sierra Sur, Oaxaca, Mexico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(8), 988-995.
- Römbke, J., Sousa, J., Schouten, T., & Riepert, F. (2006). Monitoring of soil organisms: A set of standardised field methods proposed by ISO. *European Journal Soil Biology*, 42, 61-64.
- Sandler, R., Falco, L., Di Ciocco, C., De Luca, R., & Coviella, C. (2010). Eficiencia del embudo Berlese-Tullgren para extracción de artrópodos edáficos en suelos Argiudoles típicos de la provincia de Buenos Aires. *Ciencia del suelo*, 28(1), 1-7.

- Schluter, D., & Ricklefs, R. E. (1993). Species diversity: an introduction to the problem. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*, 1-12.
- Seastedt, T., & Crossley, D. (1978). Further investigations of microarthropod populations using the Merchant-Crossley high-gradient extractor. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 13, 338-344.
- Seastedt, T., & Crossley, D. (1980). Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forest litter. *Soil Biol. Biochem*, 377.
- Shehata, M., & Baker, A. (1996). Mites infesting phlebotomine sandflies in southern Sinai, Egypt. *Medical and Veterinary Entomology*, 10, 193-196.
- Siepel, H. (1995). Applications of microarthropod life-history tactics in nature management and ecotoxicology. *Biology and Fertility of Soils*, 19(1), 75-83.
- Sionti, P. G., & Papadoulis, G. T. (2003). Cunaxid mites of Greece. *International Journal Acarology*, 29, 315-325.
- Smiley, R. L. (1992). The predatory mite family Cunaxidae (Acari) of the world with a new classification. *classification*, 356.
- Smiley, R. L., & Moser, J. C. (1968). New species of mites from pine (Acarina: Tarsochelidae, Eupalopsellidae, Caligonellidae, Cryptognathidae, Raphignathidae, and Neophyllobiidae). *Proc Entomol Soc Wash*, 307-317.
- Smiley, R. L., & Moser, J. C. (1974). New tarsonemid associated with bark beetles (Acarina: Tarsonemidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 67, 639-65.
- Southcott, R. V. (1995). A new larval smaridid mite (Acarina: Smarididae) from Costa Rica. *Acarologia*, 57-64.
- Southcott, R. V. (1997). Dysmelia and other developmental abnormalities in prostigmatid mites (Acari). *International Journal Acarologi*, 93-102.
- Spellerberg, I. F. (1991). Monitoring ecological change. *Cambridge University Press*, 334.
- Summers, F. M. (1966). Genera of the mite family Stigmaeidae Oudemans. *Acarologia*, 7(2), 230-250.
- Summers, F., & Ehara, S. (1965). Revaluation of the taxonomic characters in four species of the genus Cheylostigmaeus Willmann (Acarina: Stigmaeidae). *Acarologia*, 49-72.

- Swift, S. F. (1996). Hawaiian Raphignathoidea: Family Cryptognathidae (Acariformes: Prostigmata), with descriptions of three new species of the genus Favognathus. 83-99.
- Swift, S. F., & Goff, M. L. (2001). *Mite (Acari) communities associated with 'O" hi'a, Metrosideros polymorpha (Myrtaceae), at Hono O Na~ Pali and Kui'a Natural Area Reserves on Kaua'i Island, Hawaiian Islands (Vol. 55).*
- Tullgren, A. (1917). Ein sehr einfacher Auslese apparat fur terricole Tierformen. *Z. angew. Ent.*, 4, 149-150.
- Urhan, R., Katilmis, Y., & Kahveci, A. (2008). Vertical distribution of soil mites (Acari) on Dalaman (Mugla Prov. - Turkey). *Mun. Ent. Zool.*, 3(1), 333-341.
- Usher, M., Sier, A., Hornung, M., & Millard, P. (2006). Understanding biological diversity in soil: The UK's Soil Biodiversity Research Programme. *Applied Soil Ecology*, 33(2), 101-113.
- Vargas, G. A., Díaz, P. A., Lastra, L. A., Mesa, N., Zenner-Polanía, I., & Gomez, L. A. (2004). Reconocimiento de enemigos naturales de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera:Formicidae), en el municipio de El Colegio (Cundinamarca) y en el valle del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 225-235.
- Vásquez, C., Sánchez, C., & Valera, N. (2007). Diversidad de ácaros (Acari: Prostigmata, Mesotigmata, Astigmata) asociados a la hojarasca de formaciones vegetales del Parque Universitario de la UCLA, Venezuela. *Iheringia. Série Zoologia*, 97(4).
- Vázquez, M. M. (2001). Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo, México. *CONACyT- UQROO-SEP Mex*, 170.
- Villarreal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, E. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. (C. M. Villa, Ed.) *Instituto de Investigación*, 236.
- Vu, Q., & Nguyen, T. (2000). Microarthropod community structures (Oribatei and Collembola) in Tam Dao National Park, Vietnam. *Journal of Biosciences*, 25(4), 379-386.
- Wallace, M., & Mahon, J. A. (1973). The taxonomy and biology of Australian Bdellidae (Acari). I. Subfamilies Bdellinae, Spinibdellinae and Cytinae. *Acarologia*, 14(4), 544-80.

- Walter, D. E. (1988). Predation and mycophagy by endeostigmatid mites (Acariformes: Prostigmata). *Experimental & Applied Acarology*, 4, 159-166.
- Walter, D. E., & Kaplan, D. T. (1990). Feeding observations on two astigmatic mites, *Schwiebea rocketti* (Acaridae) and *Histiostoma bakeri* (Histiostomatidae) associated with Citrus feeder roots. *Pedobiologia*, 34(5), 281-286.
- Walter, D. E., & Proctor, H. C. (1999). *Mites: Ecology, Evolution, and Behaviour*. Sydney.
- Walter, D. E., & Proctor, H. C. (2001). *Mites in Soil, An interactive key to mites and other soil microarthropods*. Collingwood, Victoria: CSIRO Publishing.
- Walter, D. E., Kethley, J., & Moore, J. C. (1987). A heptane flotation method for recovering microarthropods from semiarid soils, with comparisons to the Merchant-Crossley highgradient extraction method and estimates of microarthropod biomass. *Pedobiologia*, 30, 221-232.
- Walter, D., & Ikonen, E. (1989). Species, guilds, and functional groups: taxonomy and behavior in nematophagous arthropods. *Joernal of Nematologi*, 21(3), 315-27.
- Walter, D., & Kaplan, D. (1991). Observations on *Coleoscius simplex* (Acarina, Prostigmata), a predatory mite that colonizes greenhouse cultures of rootknot nematode (*Meloidogyne* spp), and a review of feeding-behavior in the Cunaxidae. *Experimental and Applied Acarology*, 12, 47-59.
- Walter, D., & O'Dowd, D. (1995). Beneath biodiversity:.. *Selbyana*, 16, 12-20.
- Warren, T. (1960). A revision of the mite family Bdellidae in North and Central America (Acarina, Prostigmata). *University of Kansas Science Bulletin*, 40, 345-499.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213-251.
- Zhang, Z.-Q. (1987). Perspective of the utilization of trombidoid mites in IPM. *Plant Protect*, 13, 40-41.
- Zhang, Z.-Q. (1988). Progress and future prospects of Trombidioidea and Erythraeoidea mites as. *Chinese J. Biol. Control*, 4, 79-82.
- Zhang, Z.-Q. (2000). *Key to Tarsonemidae of New Zealand*.

Zhang, Z.-Q. (2003). *Mites of Greenhouses Identification, Biology and Control*. Wallingford Oxon, UK: CABI Publishing.