

**INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES EN EL PATRÓN DE
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Ischnocolus* sp₁ (ARANEAE:
MYGALOMORPHAE)**

**MARIA JIMENA NUPAN ACHICANOY
JENNIFFER MIREYA RIASCOS NOGUERA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

**INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES EN EL PATRÓN DE
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Ischnocolus* sp₁ (ARANEAE:
MYGALOMORPHAE)**

**MARIA JIMENA NUPAN ACHICANOY
JENNIFFER MIREYA RIASCOS NOGUERA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
biólogo**

**Directores
Msc. Jhon Jairo Calderón Leytón
Esp. Guillermo Castillo**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidades exclusivas del autor”

Artículo 1º del Acuerdo No. 32 de Octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Director

Director

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, 6 de Junio de 2008

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a todos aquellos quienes con su cariño y apoyo le dieron luces a este sueño...

A Dios por brindarme la vida, la esperanza y la fortaleza; a mis padres Mercedes Noguera y Alvaro Riascos por su inmenso amor y comprensión; a mis hermanos July y Alvaro por su cariño y apoyo.

Jennifer M. Riascos N.

A Dios por haber estado a mi lado guiando mi camino para alcanzar este logro; a mi madre Aura Elisa Achicanoy por su incondicional apoyo, ayuda, comprensión y cariño en los momentos mas difíciles y a mi hermana Sandra Erika por sus palabras de aliento durante todo este tiempo.

Maria Jimena Nupán A.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de Jhon Jairo Calderón y Guillermo Castillo, docentes del programa de biología de la Universidad de Nariño, por su asesoría profesional y su apoyo; Carolina Polanía, Dora Nancy Padilla y Belisario Cepeda, por sus aportes como jurados para la realización de este proyecto; Martha Sofía Gonzáles, docente y directora del herbario PSO de la Universidad de Nariño, Arsenio Hidalgo, docente de la facultad de Ciencias Exactas y Naturales, por su valiosa colaboración en el análisis estadístico; Eduardo Florez, biólogo de la Universidad Nacional, por sus aportes a nuestra investigación; Juan Jacobo Jiménez, biólogo de la Universidad Nacional de Colombia y asesor de la corporación Sur-Neotrópica, por su ayuda en la identificación taxonómica de tarántulas; Martha Romo, bióloga de la Universidad de Nariño, por facilitarnos información sobre arácnidos; Luz Estela Lagos, directora del departamento de Biología, por su gran colaboración; Mauricio Rodríguez, auxiliar de laboratorio de la UDENAR, por su ayuda durante esta investigación; a nuestros familiares y demás personas que de una u otra forma apoyaron la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	19
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
2. MARCO TEORICO	22
2.1 GENERALIDADES	22
2.2 DISTRIBUCION ESPACIAL	23
2.3 CONDICIONES AMBIENTALES	24
2.3.1 Temperatura	25
2.3.2 Humedad	25
2.3.3 Viento	26
2.3.4 Sustrato	26
3. ANTECEDENTES	28
4. MATERIALES Y METODOS	32
4.1 AREA DE ESTUDIO	32
4.2 SITIOS DE MUESTREO	32
4.3 UNIDADES DE MUESTREO	34
4.4 TRABAJO DE CAMPO	34
4.5 IDENTIFICACION TAXONOMICA	36
4.6 ANALISIS DE SUELOS	36

4.7 ANALISIS DE DATOS	36
5. RESULTADOS	39
5.1 RIQUEZA	39
5.2 ABUNDANCIA DE MADRIGUERAS	39
5.2.1 Abundancia de madrigueras por sustrato	39
5.2.1.1 Abundancia de madrigueras por tipo de suelo	40
5.2.2 Variación de la temperatura interna de la madriguera de acuerdo al tipo de sustrato	41
5.3 PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL	42
5.3.1 Ubicación espacial de las madrigueras	42
5.4 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION ESPACIAL	44
5.4.1 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales	44
5.4.1.1 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales para las zonas de muestreo	45
5.4.1.1.1 Plazuelas	45
5.4.1.1.2 La Josefina	47
5.4.1.1.3 Palmas Bajo	49
5.4.1.2 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales para los sustratos encontrados	51
5.4.1.2.1 Suelo	51
5.4.1.2.2 Hierba	53
5.4.1.2.3 Piedra	55
5.4.1.2.4 Raíces	57

5.4.2 Análisis de vientos	60
6. DISCUSION	62
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores promedio de la temperatura interna de la madriguera en los diferentes tipos de sustrato encontrados durante el estudio	41
Tabla 2. Índices de agregación de <i>Ischnocolus</i> sp. en las diferentes zonas de estudio	42
Tabla 3. Matriz de correlación entre las variables abióticas tenidas en cuenta para la zona de Plazuelas	44
Tabla 4. Matriz de correlación entre las variables abióticas tenidas en cuenta para la zona de La Josefina	45
Tabla 5. Matriz de correlación entre las variables abióticas tenidas en cuenta para la zona de Palmas Bajo	46
Tabla 6. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Suelo	46
Tabla 7. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Hierba	47
Tabla 8. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Piedra	48
Tabla 9. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Raíces	48
Tabla 10. Valores promedio de las variables abióticas en las tres zonas de muestreo	49
Tabla 11. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA en la zona de Plazuelas	50
Tabla 12. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA en la zona de Plazuelas	50
Tabla 13. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA en la zona de La Josefina	51

Tabla 14. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA en la zona de La Josefina	52
Tabla 15. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA en la zona de Palmas Bajo	52
Tabla 16. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA en la zona de Palmas Bajo	53
Tabla 17. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA para el sustrato Suelo	54
Tabla 18. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Suelo	54
Tabla 19. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA para el sustrato Hierba	55
Tabla 20. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Hierba	56
Tabla 21. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA para el sustrato Piedra	56
Tabla 22. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Piedra	57
Tabla 23. Valor propio y porcentaje de las componentes principales obtenidas mediante el análisis de PCA para el sustrato Raíces	58
Tabla 24. Valor propio de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Raíces	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica y registro fotográfico de las zonas de estudio: Plazuelas, La Josefina y Palmas Bajo	33
Figura 2. Esquema del transecto utilizado para el estudio	34
Figura 3. Ubicación de las madrigueras en los diferentes sustratos: Raíces (a), Hierba (b), Piedra (c) y Suelo (d)	35
Figura 4. Elementos utilizados para la captura manual de ejemplares en campo	36
Figura 5. Especies de Mygalomorphas encontradas en la zona de estudio	39
Figura 6. Abundancia de madrigueras por sustrato encontradas en las tres zonas de muestreo	40
Figura 7. Abundancia de madrigueras de acuerdo a la textura del suelo, encontradas en las tres zonas de muestreo	40
Figura 8. Rango de variación de la temperatura interna de las madrigueras en cada tipo de sustrato	41
Figura 9. Distribución espacial de madrigueras en Plazuelas (3000 m.)	43
Figura 10. Distribución espacial de madrigueras en la Josefina (2600 m.)	43
Figura 11. Distribución espacial de madrigueras en Palmas Bajo (2200 m.)	44
Figura 12. Análisis de componentes principales de Plazuelas	47
Figura 13. Análisis de componentes principales de La Josefina	49
Figura 14. Análisis de componentes principales de Palmas Bajo	51
Figura 15. Análisis de componentes principales para el sustrato Suelo	53

Figura 16. Análisis de componentes principales para el sustrato Hierba	55
Figura 17. Análisis de componentes principales para el sustrato Piedra	57
Figura 18. Análisis de componentes principales para el sustrato Raíces	59
Figura 19. Dirección e intensidad de los vientos predominantes del microecosistema durante las épocas de muestreo: a. Plazuelas, b. La Josefina y c. Palmas Bajo	61

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Escala Beaufort para la clasificación de viento de acuerdo a la intensidad y velocidad	75
Anexo B. Análisis de suelo: textura por Bouyoucos	76
Anexo C. Prueba de Chi-cuadrado	77
Anexo D. Índice estandarizado de Morisita	77
Anexo E. Coeficiente de dispersión	78
Anexo F. Análisis de Componentes Principales (PCA)	78
Anexo G. Estandarización de los datos para PCA	78
Anexo H. Coeficiente de correlación	78
Anexo I. Prueba de Kruskal-Wallis	78

GLOSARIO

ABUNDANCIA: número de individuos presentes en un hábitat determinado.

DIAMETRO DE LA MADRIGUERA: medida que une dos puntos de la abertura de la madriguera pasando por el centro.

DISTRIBUCION AGREGADA: forma de ubicación de los individuos que tienden a disponerse en grupos o parches dejando porciones del espacio disponible relativamente desocupadas.

DISTRIBUCION AL AZAR: forma de ubicación de los individuos que se esparcen por una región sin regularidad ni grado de afinidad alguna de unos con respecto a los otros.

DISTRIBUCION ESPACIAL: forma de ubicación de los individuos en un espacio-tiempo determinado.

DISTRIBUCION UNIFORME: forma de ubicación de los individuos que poseen una separación regular entre ellos.

FACTORES ABIOTICOS: factores químico-físicos del ambiente (de *a*, "sin", y *bio*, "vida").

FACTORES BIOTICOS: todas las posibles interacciones que se presentan entre especies e individuos de la misma especie, por ejemplo: competencia, depredación, etc.

HABITAT: lugar en el que se pueden encontrar habitualmente los individuos de una especie determinada.

HOMEOTERMOS: animales cuya temperatura interna no depende de la temperatura externa, puesto que tienen termorreguladores. También llamados de sangre caliente

HUMEDAD RELATIVA: relación entre la cantidad de vapor de agua existente en el aire y la cantidad que saturaría este aire a una temperatura dada.

MADRIGUERA: orificio en el suelo, entre piedras, en medio de raíces u hojarasca, que utilizan ciertos animales como refugio o lugar de protección.

MICROCLIMA: conjunto de condiciones climáticas propias de un punto geográfico o área reducida y que representan una modificación local del clima general del territorio debido a la influencia de distintos factores ecológicos.

MYGALOMORPHA: suborden de la clase arachnida en el cual se encuentran las llamadas tarántulas o arañas gigantes.

NICHO ECOLOGICO: hábitat físico de las especies (lugar en donde los organismos habitan) y su estrategia de adaptación (forma en que la especie adquiere energía y subsiste).

PATRONES DE DISTRIBUCION ESPACIAL: modelos establecidos para determinar la forma de distribución que presenta una población en la naturaleza.

POBLACION: conjunto de individuos de la misma especie en un ecosistema.

POIQUILOTERMOS: animales cuya temperatura interna depende de la temperatura externa, también conocidos como animales de sangre fría.

PROFUNDIDAD DE LA MADRIGUERA: dimensión perpendicular de la longitud de la madriguera.

SUSTRATO: espacio fijo donde los animales pueden ubicar sus madrigueras.

RESUMEN

Se evaluó el patrón de distribución espacial de la especie *Ischnocolus* sp₁ en madrigueras ubicadas en cuatro tipos de sustrato (suelo, piedra, hierba y raíces). De acuerdo a los índices de agregación aplicados (Índice estandarizado de Morisita y Coeficiente de dispersión), la especie presentó un patrón de distribución espacial agregado y según el análisis de componentes principales, los factores ambientales que más influyeron en este tipo de distribución fue la temperatura ambiental, la cual está relacionada directamente con la temperatura interna, la profundidad, el diámetro y la humedad relativa de la madriguera. La temperatura afecta la abundancia de tarántulas en un determinado sitio puesto que existen rangos favorables; sin embargo este factor está relacionado con la humedad relativa y con el viento. Además se observó la preferencia del sustrato suelo de textura franco arenosa para la ubicación de las madrigueras ya que en este sustrato se facilita la construcción de las mismas y el rango de variación de la temperatura interna de la madriguera en este tipo de sustrato es menor con respecto a los otros sustratos.

Palabras claves: Distribución espacial, distribución agregada, factores ambientales, madrigueras, arañas.

ABSTRACT

The pattern of spatial distribution of the species *Ischnocolus* sp₁ was evaluated in burrows located in four substrate types (ground, stone, grass and roots). According to the applied aggregation's indexes (Index standardized of Morisita and Dispersion Coefficient), the species presented a pattern of spatial distribution clumped and according to the analysis of principal components (PCA) the environmental factors that highly influenced in this distribution type were the environment temperature that's related with internal temperature, the profundity, the diameter and the relative humidity of the burrow. The temperature affects the abundance of tarantulas because favorable ranges affects the oviposition and longevity; however this factor is related with the relative humidity and with the wind. The preference of the ground substrate of texture frank sandy was also observed, the location of the burrows in this substrate make simpler the construction of the same ones and the range of variation of the internal temperature of the burrow in this substrate type it's smaller with regard to the other substrates.

Key words: Spatial distribution, clumped distribution, environmental factors, burrows, spiders.

INTRODUCCIÓN

Las especies no están distribuidas de modo casual, la ubicación espacial de los individuos es propia para cada especie; cada animal o planta puede vivir en un lugar particular, dentro o sobre el suelo, en el dosel de los árboles o bajo piedras. Esta disposición espacial está condicionada por el nicho ecológico de cada especie. El nicho comprende el hábitat físico de las especies y su estrategia de adaptación (Emmel 1975).

La distribución espacial entendida como la ubicación de los individuos en un espacio determinado, es un aspecto importante para conocer la ecología de una población puesto que es un elemento que la define y la caracteriza (Sotelo 1993). La determinación de los posibles patrones de distribución a los que se ajusta una población, ayuda a conocer sus hábitos de vida, su tendencia a agruparse o no en las diferentes etapas de su desarrollo y las preferencias con respecto a su hábitat (Southwood 1995, Manoiloff *et al.* 1982 citados por Tannure *et al.* 2002).

La distribución espacial, se presenta bajo tres modelos distintos: al azar, uniforme y agregada. La distribución al azar es muy rara en la naturaleza, ya que necesitaría un medio totalmente homogéneo y que los individuos no mostraran ninguna tendencia a la agregación. La distribución uniforme, ocurre cuando existe una fuerte competencia entre los individuos o cuando hay un antagonismo que obliga a una separación regular entre ellos. La distribución agregada es la más frecuente y se produce por la tendencia a la agregación que hay en los individuos, así tanto las plantas como los animales, tienden a esparcir sus semillas o a colocar sus nidos o sus crías en sus proximidades o en el mismo lugar habitado por ellos (Sotelo 1993).

Las arañas son organismos que han logrado conquistar todos los posibles hábitats encontrándose desde las islas Árticas hasta los desiertos secos (Turnbull 1973 citado por Foelix 1996). La mayoría de las especies de arañas viven estrictamente en medios definidos, las limitaciones pueden ser por condiciones físicas tales como temperatura, humedad relativa, viento e intensidad de luz y por factores biológicos como el tipo de vegetación, la disponibilidad de alimento, competidores y depredadores. Las zonas donde pueden llegar a habitar las arañas tienen sus propias características microclimáticas, varios espacios para refugios y un diferente rango de presas (Toft 1976, 1978 citado por Foelix 1996).

Estudios realizados por Schaefer (1972, citado por Foelix 1996), Cady (1984), Goloboff (1987), Paz (1988), Barghusen *et al.* (1997), Méndez (1998) y Wagner *et al.* (2003), han permitido determinar que la distribución agregada y la selección de microhábitats por parte de los arácnidos está influenciada por factores bióticos

como la disponibilidad de presas y por factores abióticos como: luz, temperatura, humedad relativa y tipo de sustrato; afirmando que dentro de los factores abióticos la temperatura es fundamental en el tipo de distribución que presentan estos organismos ya que les proporciona mayor eficiencia y una ventaja competitiva en cuanto a forrajeo, reproducción y reserva de energía sobre aquellos organismos que se encuentran en situaciones térmicas menos favorables.

La especie *Ischnocolus* sp₁ presentó un patrón de distribución espacial de tipo agregado y dentro de los factores abióticos que influyen en este tipo de distribución se encuentran la temperatura ambiental, la cual está directamente relacionada con la temperatura interna de la madriguera, la humedad relativa, el diámetro y la profundidad de la madriguera. La temperatura y la humedad son factores ambientales que limitan la disponibilidad de presas y condicionan el lugar en el que habita una población; la profundidad y el diámetro de la madriguera son factores asociados al sustrato que les permiten a las arañas tolerar condiciones ambientales desfavorables.

Este trabajo aporta al conocimiento de la distribución espacial de las arañas, como aspecto ecológico importante dentro de la biología de las especies y como información base para la planificación de proyectos de conservación y control de plagas, puesto que por su gran importancia para el equilibrio ecológico, su papel fundamental como reguladoras de los ecosistemas y los reconocidos hábitos depredadores de las arañas, han llevado a considerar su utilización potencial como eventuales reguladores de plagas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de los factores ambientales: temperatura (ambiental, del sustrato y de la madriguera), humedad relativa, dirección e intensidad del viento, tipo de sustrato, diámetro y profundidad de la madriguera en el patrón de distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ (Araneae: Mygalomorphae), en tres zonas comprendidas entre la Vía Daza-Chachagüí (Nariño-Colombia)

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el patrón de distribución espacial que presenta la especie *Ischnocolus* sp₁ en las tres zonas de muestreo.

Establecer la influencia de los factores abióticos: temperatura (ambiental, del sustrato y de la madriguera), humedad relativa, dirección e intensidad del viento, diámetro y profundidad de la madriguera en el patrón de distribución espacial de esta especie.

Establecer si el patrón de distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ se ve afectado por la influencia del tipo de sustrato.

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES

Las arañas conforman un grupo diverso, ampliamente distribuido en los ecosistemas del mundo. Se encuentran clasificadas en el subphylum Chelicerata, clase Arachnida, orden Araneae conformado por unas 35000 especies aproximadamente el cual está dividido en tres subórdenes: Mygalomorpha (Ortognatha), Araneomorpha (Labidognata) y Mesothelae (considerada en vía de extinción). El suborden Mygalomorpha se encuentra representado en Colombia por siete familias, de las cuales la más diversa es Theraphosidae; este suborden se caracteriza por tener dentro del grupo las denominadas tarántulas (Florez 1995).

Las Mygalomorphas presentan tres modos de vida:

- **Arborícolas:** se caracterizan por tener patas largas y no muy gruesas, el abdomen es relativamente pequeño; habitan en las ramas de los árboles donde suelen construir grandes telas y capullos en los que se esconden, mudan y se alimentan.
- **Terrestres:** generalmente son las que alcanzan mayores dimensiones, sus cuerpos son más robustos con patas cortas y fuertes, abdomen ovoide y están recubiertas de abundante pilosidad; viven escondidas en espacios entre rocas o troncos o bajo la hojarasca. Permanecen sobre el suelo que tapizan con seda y aguardan inmóviles esperando alguna presa o salen en su búsqueda (Velasco *et al.* 2006).
- **Excavadoras:** Sus vellosidades son más cortas y en general sus colores son más apagados; excavan profundas galerías que pueden ubicarse entre las raíces o bajo tierra y que tapizan con abundante tela (Hoffmann 1995, Simo 1999), aquí permanecen en reposo durante casi todo el día saliendo únicamente de noche para cazar a las presas que les sirven de alimento (Velasco *et al.* 2006).

Las arañas son organismos ectotérmicos, como depredadoras ocupan una posición terminal en las cadenas tróficas, son cazadoras importantes de insectos y otros pequeños invertebrados y vertebrados. Se encuentran en todos los climas, incluso los fríos, poco favorables para otros animales poiquilotermos y se cuentan entre los seres vivos registrados a mayores altitudes, registrándose hasta los 4300 m. (Barghusen *et al.* 1997, Oxbrough *et al.* 2001).

En la selección de hábitat de las arañas, son importantes factores bióticos como el tipo de vegetación, la disponibilidad de alimento, competidores y enemigos así como factores abióticos dentro de los que se encuentra la temperatura que disminuye 0.6° - 1.0°C por cada 100 m de elevación (Luna y Carlhoum 1986 citado por Rangel 1995), la humedad relativa, el viento, la intensidad de la luz, la fragmentación, la presencia de estructuras para la ubicación de las telas, la variación de las condiciones microclimáticas o una combinación de todos estos factores (Herbestein 1997, Toft 1976, 1978 citado por Foelix 1996). Se puede afirmar que la estructura física de un ambiente, influye en la selección del mismo por una araña, ya que existe una relación directa entre la complejidad estructural de un hábitat y su diversidad de especies (Uetz 1979 citado por Rico *et al.* 2005), debido a que un ambiente con mayor heterogeneidad espacial ofrece una mayor disponibilidad de nichos.

2.2 DISTRIBUCION ESPACIAL

La distribución espacial se refiere al patrón de ubicación de los individuos en el espacio. En general, la distribución se presenta bajo tres formas distintas: al azar, uniforme y agregada (Cecere 2003).

La distribución al azar corresponde a la forma de ubicación de los individuos esparcidos por una región sin regularidad o grado de afinidad alguna de unos con respecto a los otros, solo se da donde el medio ambiente es muy uniforme, con recursos distribuidos regularmente y cuando las especies no poseen la tendencia ni de agruparse a causa de atracciones sociales, ni de rechazarse mutuamente (Emmel 1975).

La distribución uniforme es predecible y constante, aunque en ella no tiene lugar agregación alguna de los individuos ya que se encuentran dispersos en el área de estudio. Este tipo de distribución, se produce donde la competencia por recursos entre individuos es aguda, o donde un antagonismo positivo favorece un espacio regular y señala la existencia de algún mecanismo como territorialidad que mantiene los organismos a cierta distancia mínima. También ocurre como producto de la acción del ser humano, quien al cultivar modifica los espacios y en este caso la distribución es originada de forma artificial (Emmel 1975).

La distribución agregada es la más frecuente en la naturaleza y se presenta cuando los organismos se ubican alrededor del lugar donde encuentran alimento, agua y condiciones óptimas para la vida; estos agregados pueden variar al cambiar las condiciones ambientales. Un patrón agregado indica que los individuos se agrupan en parches, dejando porciones del espacio disponible relativamente desocupadas. En la distribución agregada los individuos responden a diferencias locales de hábitat dentro del área de distribución de la población

buscando hábitats con la mejor combinación de factores como temperatura, luz, minerales, agua, entre otros (Cecere 2003).

Las poblaciones distribuidas de manera agregada, constituyen el principal patrón espacial en la naturaleza, como consecuencia del efecto de coenocline o de rangos de mejor adaptación de las especies, el cual las obliga a desarrollarse en los lugares que les resultan propicios (Ramirez 1999).

Si sólo se consideran factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones sociales, tales como la organización para realización de tareas como la búsqueda del alimento o la crianza. Asimismo, podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población (gemación o baja dispersión de semillas, larvas o juveniles). Si además, se consideran factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición de los recursos o los peligros en el medio: comportamientos defensivos, o aprovechamiento de parches de alta calidad y despoblamiento de zonas pobres. Estas dos clases de factores pueden interactuar de muchas formas, y afectar la trayectoria evolutiva de la especie a todos los niveles de organización (Márquez 2000).

La mayor ventaja de la agregación es que aumenta la supervivencia de los organismos del grupo; los individuos que se encuentran en grupos suelen tener una mortalidad más baja que los individuos aislados; el grupo ofrece protección contra ataques por depredadores. Por su parte, la principal desventaja es que aumenta, casi inevitablemente, la competencia por luz, alimento o espacio (Emmel 1975, Krebs 1985, Wilson *et al.* 2004, Clary *et al.* 1979 citado por Wagner *et al.* 2003).

Cuando los organismos encuentran alimento, así como las condiciones ambientales adecuadas, son capaces de reproducirse estableciendo familias o colonias; cuando este proceso tiene lugar y los organismos se instalan en un determinado sitio que reúne todas las condiciones necesarias para sobrevivir se dice que el organismo se ha adaptado (Jackman 1999).

2.3 CONDICIONES AMBIENTALES

Incluyen tanto factores abióticos como bióticos, que afectan la estructura y dinámica de los ecosistemas abarcando desde procesos geológicos y distribución de recursos abióticos del suelo, hasta el efecto de los factores climáticos y actividad de los organismos. En lo que respecta a los factores abióticos, éstos influyen sobre la disponibilidad de los recursos tróficos, incrementando o disminuyendo temporalmente la capacidad de carga del medio (Torre 2004 citado por Giannoni 2005) y por lo tanto determinando donde un animal puede vivir y

reproducirse. Entre los factores abióticos encontramos, la temperatura, humedad, viento, precipitación, insolación y características edáficas como estructura, textura, humedad, fluctuaciones de temperatura y composición mineralógica del suelo (Gavande 1982); entre otros que tienen influencia sobre la dinámica poblacional de la fauna y la flora (Benavides 1995, Caughley *et al.* 1994 citado por Giannoni 2005).

2.3.1 Temperatura. Es uno de los principales factores que limitan la distribución de los organismos en el planeta. Este factor puede limitar la distribución a través de efectos directos sobre la fisiología de los organismos o indirectamente afectando los recursos disponibles (Krebs 1985, Caughley *et al.* 1994 citado por Giannoni 2005).

La temperatura influye en la velocidad del desarrollo, la duración del ciclo de vida, la fecundidad y el comportamiento de los animales, especialmente en los poiquiloterms (Colinvaux 2002), por lo que puede ser un factor determinante en el desarrollo exitoso de una especie (Benavides 1995). Las arañas por ser animales poiquiloterms, pueden ajustar su comportamiento para mantener su temperatura corporal en un menor o mayor nivel que la del ambiente; estos organismos se exponen a la radiación solar para aumentar su temperatura corporal y se ubican en sitios sombreados para disminuir su temperatura (Lubin *et al.* 1990 citado por Foelix 1996) además pueden utilizar las madrigueras como lugares de protección frente a las condiciones ambientales extremas. Las tasas metabólicas de los poiquiloterms dependen de la temperatura ambiental dominante y del tamaño corporal; aquellos organismos con un peso menor de 0.1 kg están sometidos a un amplio rango de temperaturas corporales que se aproxima al rango de temperaturas ambientales a lo largo del día, por tanto suelen calentarse y enfriarse rápidamente; cuando la temperatura se hace demasiado extrema se retiran hacia lugares favorables donde su temperatura baja o sube de nuevo con rapidez (Colinvaux 2002).

Existen ciertos rangos o bandas de temperatura que son preferidas por cada especie animal, esta región ha sido llamada el “preferéndum”. El rango de la temperatura favorable a una especie se relaciona con las temperaturas que prevalecen en los lugares donde los animales viven usualmente (Benavides 1995). La temperatura ambiental puede afectar el forrajeo, la tasa de metabolismo, los sucesos reproductivos y los niveles de actividad de una araña.

2.3.2 Humedad. Es uno de los factores ecológicos atmosféricos que determinan la velocidad de evapotranspiración del agua de la superficie del suelo. Depende, en parte, de la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío. La humedad relativa no determina la cantidad de humedad en el aire, sino que

expresa la cantidad presente como un porcentaje de la cantidad máxima que el aire puede contener a la temperatura predominante (Hardy 1970).

La temperatura y la humedad son a menudo interdependientes y son frecuentemente más importantes en el ambiente de los poiquilotermos que en el de los homeotermos (Benavides 1995). Estos factores influyen en la oviposición y longevidad, ya que las hembras ovipositan más huevecillos y viven más cuando las condiciones son secas (Wilder *et al.* 2005).

2.3.3 Viento. Es un factor ambiental muy importante, ya que favorece la circulación de los gases, influyendo en el ciclo del agua durante los procesos de transpiración y evaporación y puede afectar ampliamente la humedad de un sitio por su acción desecante. El viento no provoca una respuesta fisiológica directa en un animal, pero muchos organismos tienen adaptaciones que les permiten ser dispersados por turbulencias y corrientes en el aire o el agua (Benavides 1995). Este factor ayuda en la dispersión de arañas orbitelares, ya que flotan o planean colgadas de un hilo de seda el cual es llevado por el viento hasta sitios muy lejanos.

2.3.4 Sustrato. El suelo resulta de la interacción de cinco factores independientes: material madre es la masa no consolidada a partir de la cual se origina el suelo; el clima influye en la meteorización de las rocas, descomposición de los minerales y la materia orgánica; los factores bióticos (vegetación, animales, bacterias y hongos) contribuyen a la formación del suelo; la topografía del terreno afecta la cantidad de agua que entra al suelo, la tasa de erosión y el transporte del material edáfico; todos estos procesos requieren un tiempo considerable (Smith 2001).

El suelo es un conjunto de ambientes naturales de la tierra, posee todas las reservas de materiales orgánicos, minerales, agua y oxígeno que se requieren para el buen funcionamiento tanto de los productores de nutrientes como de los consumidores. Posee varias propiedades relevantes para la vida de los organismos, es estructural y químicamente estable y actúa como un refugio contra temperaturas, vientos, luz o sequedad extremos. Estas condiciones permiten que la fauna edáfica realice ajustes sencillos frente a condiciones poco favorables. Los poros del suelo son importantes ya que determinan el espacio vital, la humedad y las propiedades gaseosas del ambiente del suelo. Tan solo una parte de la capa superior del suelo es aprovechable por los animales edáficos; los espacios entre la hojarasca superficial, los intersticios entre los agregados del suelo, los canales formados por las raíces y las fisuras son hábitats potenciales (Smith 2001).

De acuerdo a la textura, los suelos se clasifican en varias categorías entre las cuales están: franco, es un suelo que mantiene el equilibrio en la proporción de las partículas; franco arcilloso, se caracteriza por ser muy húmedo, debido a la

propiedad que tiene la arcilla; también se los denomina suelos fríos y pesados por la particularidad de la arcilla de no calentarse rápidamente ante la presencia del sol; y franco arenoso que se caracteriza por tener drenaje rápido y retener muy poca cantidad de agua, se los llama suelos calientes debido a la particularidad de calentarse rápidamente ante la acción de los rayos solares; también se conocen como suelos livianos y sueltos (García *et al.* 1982, Rodríguez 2002, Gentile 2003).

La porosidad de los suelos con textura gruesa y de los suelos pesados que se encuentran bien agregados tiende a favorecer la condición de equilibrio entre el suelo y la atmósfera en lo que respecta a la temperatura debido al bajo intercambio de gas, a la alta capacidad de retención de humedad y al movimiento de agua que en estos suelos es lento (Gavande 1982).

Las mygalomorphas también utilizan los espacios que están disponibles entre piedras, hierba y raíces para la ubicación y construcción de sus madrigueras. En algunas ocasiones también utilizan madrigueras que han sido abandonadas por pequeños mamíferos o réptiles, aunque estos espacios no les ofrecen estabilidad frente a las variaciones ambientales y los depredadores (Hoffmann 1995).

3. ANTECEDENTES

Se han realizado estudios acerca de los patrones de distribución espacial que presentan organismos taxonómicamente cercanos a las arañas como el desarrollado por Medina (1994) quien describió los nidos de algunas especies de hormigas (*Ectatomma ruidum*, *Brachymyrmex* sp., *Camponotus blandus* y *Solenopsis* sp.) en Carimagua (Meta, Colombia), encontrando que los nidos de *E. ruidum* se distribuyen al azar, mientras que los de *Brachymyrmex* sp., *C. blandus* y *Solenopsis* sp., se distribuyen agregadamente. La ausencia de una distribución espacial uniforme de los nidos y sus diferencias en hábitos alimenticios sugieren que hay poca competencia intra e interespecífica por alimento.

Por su parte, Landeros *et al.* (2003) determinaron la distribución espacial del arador de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora* (Acari) en árboles de naranjo (Rutaceae) en Güemez, México. Los índices de Lexis, Charlier, David y Moore, Green, el parámetro K de la binomial negativa, los valores de Morisita, Iwao y la Ley de poder de Taylor indicaron una distribución agregada en la parte media del árbol, debida posiblemente a que en esta parte se presenta una mayor proporción de hojas jóvenes que sirven de alimento para este organismo.

González *et al.* (2005) estudiaron la distribución espacial y temporal de *Lepidosaphes gloverii* (Hemiptera: Diaspididae) sobre *Citrus sinensis* (naranjo Valencia) en Cuba, examinando brotes orientados hacia los cuatro puntos cardinales y en tres estratos de los árboles. Con este trabajo se observó una tendencia de la población a la agregación como resultado de rangos favorables de temperatura y humedad que aumentaron la producción de huevos por hembra incrementando la densidad de la población.

Se han realizado investigaciones orientadas hacia el conocimiento de aspectos ecológicos en arácnidos como la distribución espacial y los factores que influyen en su distribución, dentro de los que se puede mencionar a Torres (2000) quien realizó un estudio en la Amazonía de Brasil, en dos especies de arañas cazadoras del género *Phoneutria*, *P. fera* y *P. reidy* (araña del banano). En relación con el uso de hábitat, hubo diferencia significativa entre las especies; *P. reidy* tuvo baja densidad y *P. fera* estuvo relativamente bien distribuida en tres zonas (Platô, Baixio y Campinarana). Estos patrones indican que las características del hábitat influyen de manera diferente en las dos especies; *P. fera* tuvo un patrón al azar ya que está bien distribuida, forrajea en la hojarasca y se reproduce todo el año y *P. reidy* presentó una distribución agregada en la que se observó una preferencia de los adultos por palmeras y por lugares altos y una estacionalidad reproductiva.

Por su parte, Mirones y Fontúrbel (2003), estudiaron la distribución y la abundancia de *Parawixia* sp. (Araneidae) en tres sectores del Campus

Universitario de Cota Cota en La Paz, Bolivia, observando que la mayor cantidad de arañas se presentaban en sitios donde las plantas estaban más cercanas unas de otras y formaban pequeñas agregaciones, posiblemente para hacer más eficiente la captura de alimento.

Igualmente, Landeros *et al.* (2004) determinaron la distribución espacial entre la araña texana *Eutetranychus banksi* y su depredador natural *Euseius mesembrinus* en Güemez, México, encontrando que *E. banksi* presentó una distribución agregada en la mayoría de las fechas de muestreo debida a la presencia de rangos de temperatura y humedad que favorecen su desarrollo, mientras que *E. mesembrinus* presentó una distribución aleatoria ya que este depredador no solo se alimenta de esta especie de presa en particular sino que además consume polen.

Estudios realizados por Morales y Gonzáles (1986) se han encaminado a obtener información acerca de los patrones de distribución y la relación entre microhábitats y competencia intra e ínterespecífica que desarrollan los arácnidos, encontrando que los factores ambientales temperatura y humedad relativa juegan un papel fundamental en la selección de microhábitats y su distribución; en cuanto a los patrones de distribución en arañas, Schaefer 1972 (citado por Foelix 1996) propuso que están determinados por factores ambientales más que por la competencia ínter específica.

Méndez (1998) determinó que las arañas seleccionan el hábitat en el que viven y en esta selección influyen factores abióticos como temperatura, humedad, luz, viento y factores bióticos como abundancia de presas y riesgo a la depredación; en relación a lo anterior, Wagner *et al.* (2003) en un estudio en el que buscaban conocer los factores que influyen en la distribución vertical de arañas del suborden Araneomorphae en Kentucky, USA, determinaron que la mayoría de arácnidos seleccionan medios con condiciones favorables en cuanto a luz, temperatura y humedad, además de factores bióticos como la disponibilidad de presas.

Por su parte, Cady (1984) desarrolló un estudio sobre la preferencia de microhábitats de la especie *Shizocosa ocreata* en Ohio (USA) y determinó que la selección de microhábitats más favorables que le permiten desarrollar sus actividades reproductivas y le proporcionan los requerimientos necesarios para su supervivencia está influenciada por factores como temperatura, alta humedad, vegetación herbácea y el tipo de sustrato.

Con respecto a las Mygalomorphae, los estudios acerca del género *Ischnocolus* se limitan a las descripciones de algunas especies; Goloboff (1986) realizó un estudio en Argentina y Paraguay, en el que describe el hábitat de algunas especies

pertenecientes al género *Neocteniza* (Idiopidae) afirmando que estas arañas se encuentran principalmente en lugares con vegetación, cerca de ríos o arroyos, en sitios inclinados o de barrancas, mientras que las *Theraphosidae* de gran tamaño no parecen restringidas a este tipo de hábitat. La distribución de las Mygalomorphae parece estar sumamente relacionada con la naturaleza del suelo; es posible que los factores más importantes sean la temperatura y la distribución del agua.

En cuanto a la influencia de la temperatura en la distribución de las Mygalomorphae, Riechert (1981) en su estudio realizado en Nuevo México y Arizona, encontró que la especie *Agelenopsis aperta* escoge sitios con condiciones térmicas favorables (21- 35°C) y buena disponibilidad de presas para establecer sus telas, las cuales les permiten escapar de las condiciones ambientales desfavorables; de igual forma, Barghusen *et al.* (1997) realizaron un estudio en Ohio, USA para determinar los efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Achaeearanea tepidariorum* (Araneae: Theridiidae), la construcción de su tela y la eficiencia en la captura de presas, encontrando que estas arañas tienen un óptimo desarrollo en lugares con una temperatura aproximada a 20°C, en donde construyen un mayor número de telas las cuales les permiten una mejor captura de presas.

Igualmente, Paz (1988) en su investigación relacionada con la ecología de la especie *Linothele* sp. (Dipluridae) en el Parque de la Soberanía en Panamá y en el departamento del Choco, estudió algunos ciclos térmicos de la temperatura ambiental y del interior de la madriguera, encontrando que la temperatura promedio para las madrigueras fue más baja que la temperatura ambiental y que el área de Panamá presenta un mayor grado térmico en relación al de Colombia, lo que posiblemente se debe a diferencias en precipitación y humedad relativa, responsables de las condiciones climáticas más inestables; la mayor temperatura alcanzada en las madrigueras se debe a la lenta radiación del calor absorbido durante el día por el sustrato.

En contraste, Churchill (1997) encontró que las arañas de las sabanas tropicales australianas pertenecientes a la familia Lycosidae disminuyen su abundancia en sitios con menores tasas anuales de precipitación mientras que las de la familia Zodariidae incrementan su abundancia, lo que sugiere que las diferentes familias responden a distintos parámetros ambientales.

Por su parte, Riascos y Nupán (2005 In prep.) realizaron una investigación con tarántulas de la familia Dipluridae en un rango altitudinal 3100-3400 m en el Volcán Galeras y encontraron que el patrón de distribución espacial de estos organismos es agregado y los factores abióticos que más influyen en esta distribución son la temperatura y el tipo de sustrato.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 AREA DE ESTUDIO

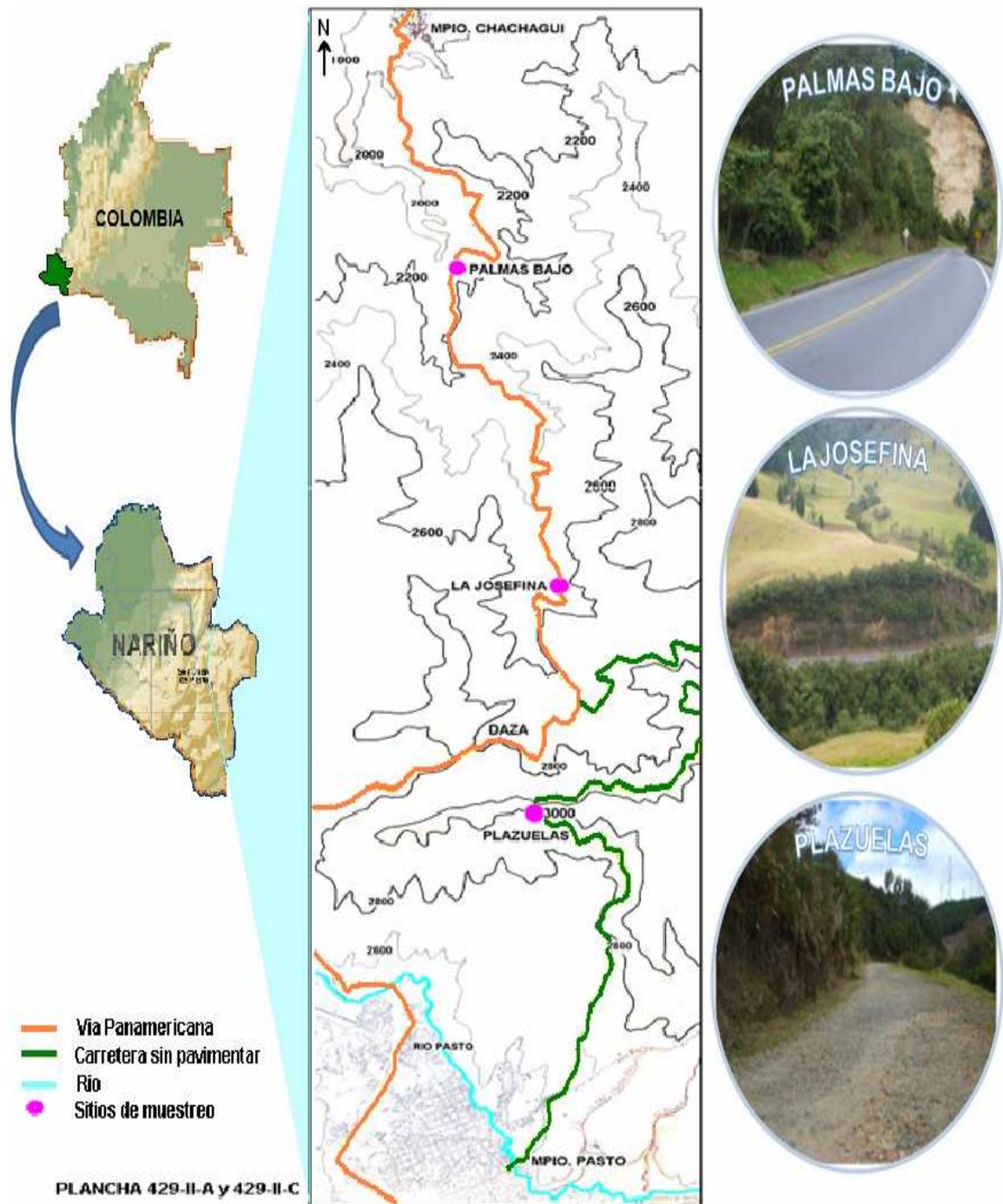
El trabajo se realizó en tres zonas ubicadas a lo largo de la vía Daza-Chachagüí, entre los municipios de Pasto y Chachagüí del departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia (Figura 1)

4.2 SITIOS DE MUESTREO

El estudio se realizó durante cinco meses (Enero-Junio) correspondientes a época de invierno, en los cuales se hizo una salida por mes con una duración de cuatro días cada una. Se visitaron tres zonas de muestreo escogidas por sus diferencias de altitud y variación en parámetros ambientales, que corresponden a:

- Alto de Daza (Plazuelas): ubicada a 1°15'32" Latitud N y 77°16'23" Longitud W, a una altura de 3.091 m., en la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Espinal 1967). En esta zona la temperatura media en general varía de 12°C a 18°C. La vegetación está representada por: *Achyrocline alata*, *Baccharis latifolia*, *Bidens segetum*, *Condylopodium cuatrecasasii*, *Liabum igniarium*, *Sauravia pruinosa*, *Taraxacum officinale*, *Siphocampylus giganteus*, *Ontholobium mexicanum*, *Hypericum humboldtianum*, *Tibouchina mollis*, *Epidendrum fimbriatum*, *Solanum asperolanatum*, *Calceolaria* sp. y *Ceratium* sp.
- Recta de Daza (La Josefina): ubicada a 1°16'6" Latitud N y 77°16'1" Longitud W, a una altura de 2.610 m., en la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Espinal 1967). En esta zona la temperatura media en general varía de 14°C a 20°C. La vegetación está representada por: *Bidens pilosa* var. *radiata*, *Weinmannia multijuga*, *Cavendishia bracteata*, *Minthostachys tomentosa*, *Monochaetum hartwegianum*, *Gaultheria* sp., *Fleischmannia* sp. y *Oxalis* sp.
- Entrada a Chachagüí (Palmas Bajo): ubicada a 1°19'15" Latitud N y 77°16'47" Longitud W, a una altura de 2.200 m., en la zona de vida de bosque seco montano bajo (bs-MB) (Espinal 1967). En esta zona la temperatura promedio anual varía de 16°C a 25°C. La vegetación está representada por: *Astrephia chaerophylloides*, *Bidens pilosa*, *Stachys michelliana*, *Pennisetum bambasiforme*, *Polygonum nepalense*, *Rubus bogotensis* y *Stachys* sp.

Figura 1. Ubicación geográfica y registro fotográfico de las tres zonas de muestreo: Plazuelas, La Josefina y Palmas Bajo (Gonzales 1985).



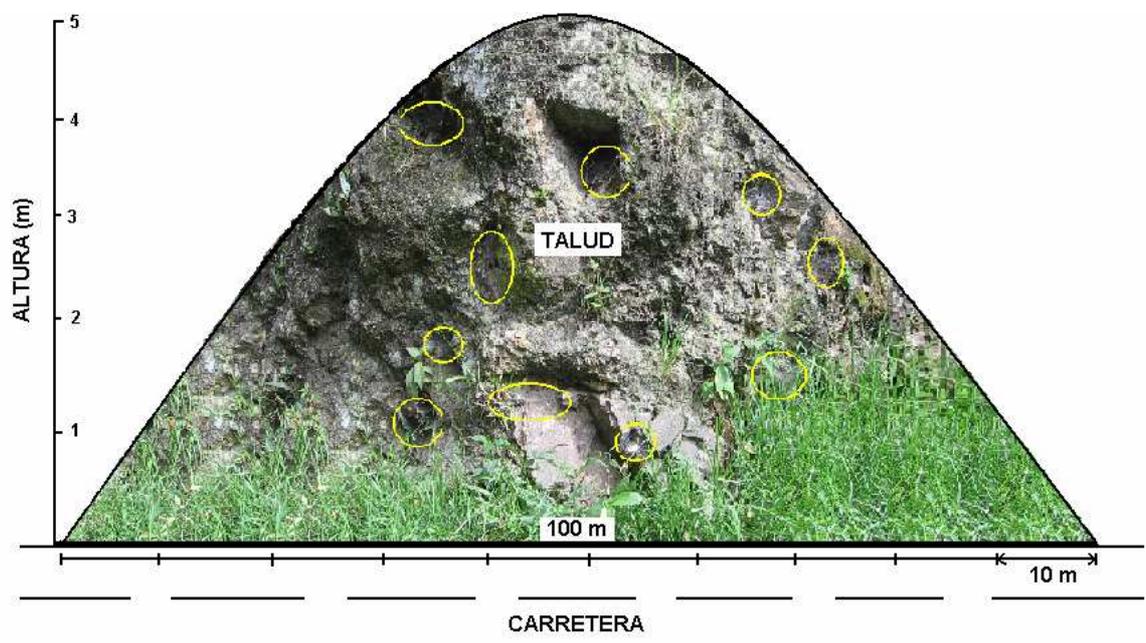
4.3 UNIDADES DE MUESTREO

Se realizaron cinco (5) salidas de campo de cuatro (4) días cada una, con un esfuerzo de muestreo de ocho horas diarias (8:00-16:00). Cada día se trabajaba en cada una de las tres zonas de muestreo correspondientes. En éstas salidas se ubicaron 12 transectos al azar, cuatro por cada sitio de muestreo.

Los transectos se ubicaron sobre el borde de la carretera ya que en este lugar se encuentra una mayor abundancia de madrigueras debido a que estos sitios presentan características que facilitan la construcción de las mismas (Goloboff 1987, Paz 1988).

Cada transecto tuvo una longitud de 100m de largo por 5m de ancho y se subdividió en 10 cuadrantes de 10 x 5m para abarcar un área de 500m²; por cada zona de muestreo se evaluaron 2000m² y en total se muestrearon 6000m² en la zona de estudio. En cada uno de estos se ubicaron las madrigueras de las arañas, tomadas como unidad de evaluación (Figura 2).

Figura 2. Esquema del transecto utilizado para el estudio

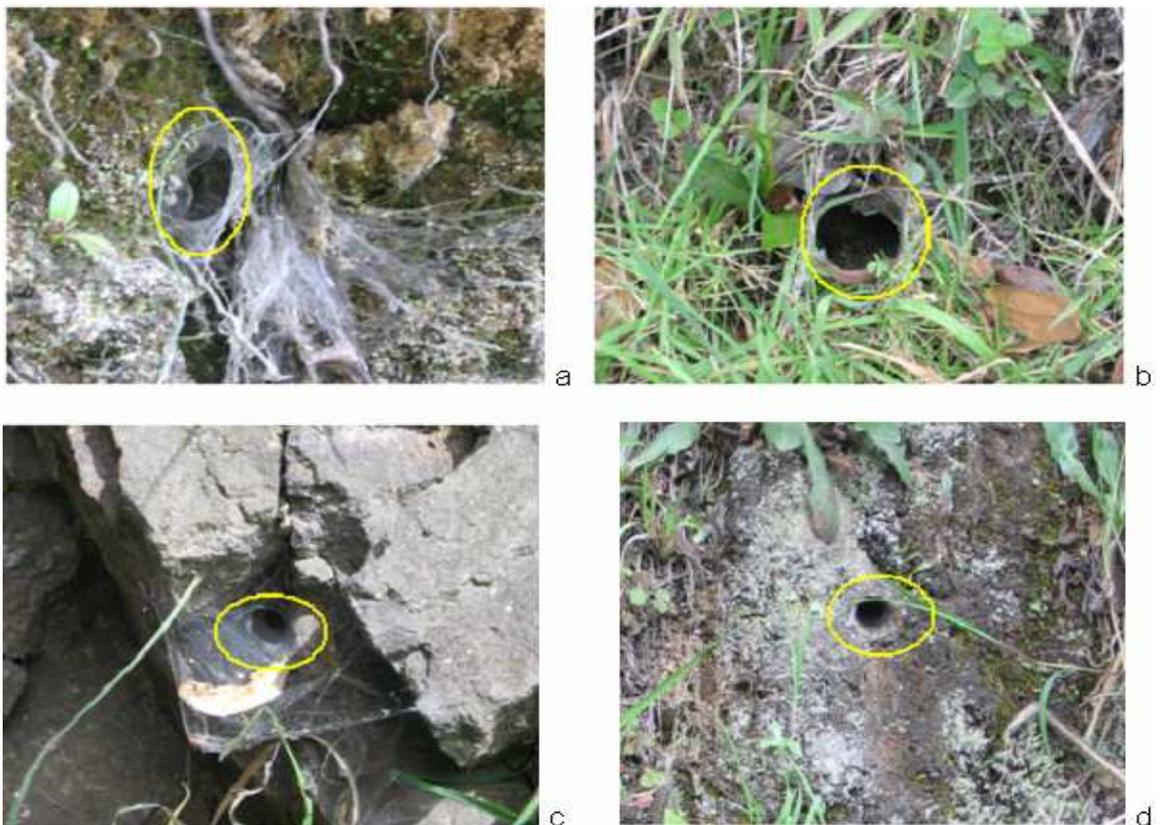


4.4 TRABAJO DE CAMPO

Se recolectó información relacionada con:

- Tipo de sustrato en el que se encontró la madriguera
- Diámetro de la abertura de la madriguera que se midió con calibrador de precisión 0.1 mm
- Profundidad medida con flexómetro y un alambre de acero flexible de 1m de largo
- Temperatura ambiental, del sustrato y de la madriguera medidas con termómetro de vidrio de escala 0-1°C. Las dos últimas temperaturas fueron tomadas a una profundidad de 10 cm aproximadamente
- Humedad relativa de las diferentes zonas, medida con un higrómetro
- Dirección del viento determinada a través de una brújula con la cual se midió la dirección del humo de una varita de incienso (en cada uno de los diez cuadrantes)
- Intensidad del viento determinada de acuerdo a la escala Beaufort (Anexo A) y
- Distancia de las madrigueras a los límites del transecto medidas con cinta métrica para graficar la distribución espacial de los organismos en las zonas estudiadas a través del programa Excel versión 2007.

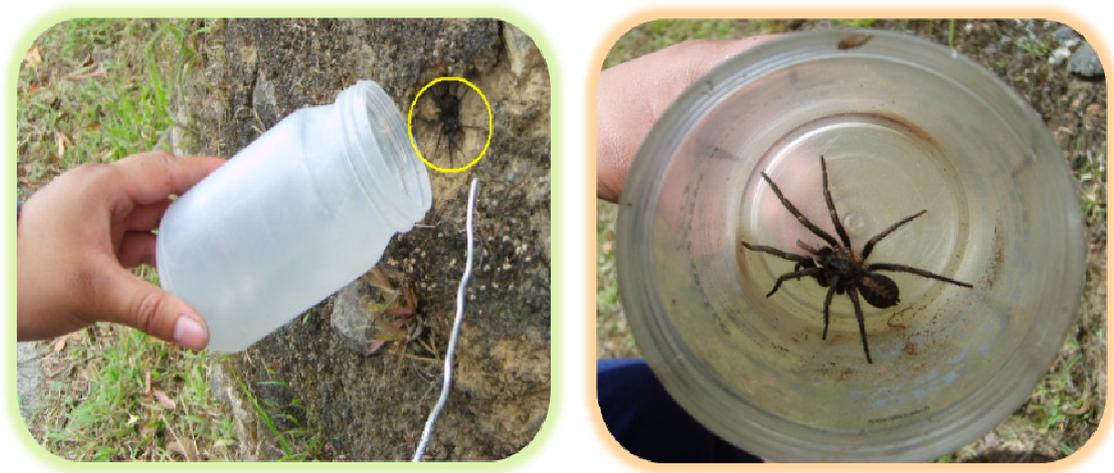
Figura 3. Ubicación de las madrigueras en los diferentes sustratos. Raíces (a), Hierba (b), Piedra (c) y Suelo (d)



4.5 IDENTIFICACION TAXONOMICA

Los ejemplares encontrados fueron colectados en frascos plásticos con ayuda de un alambre de acero (Figura 4); posteriormente se midió su tamaño mediante el uso de calibrador y se tomaron registros fotográficos. Los especímenes fueron enviados vivos a Bogotá al especialista en tarántulas de Colombia, Juan Jacobo Jiménez (Biólogo Universidad Nacional) quien colaboró con la identificación taxonómica hasta género mediante el uso de claves taxonómicas. Los ejemplares fueron sacrificados con éter, fijados en alcohol al 60% y depositados en la Colección Aracnológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia con copia en el Museo de Historia Natural PSO-C2 de la Universidad de Nariño.

Figura 4. Elementos utilizados para la captura manual de ejemplares en campo



4.6 ANALISIS DE SUELOS

Se colectaron 12 muestras de suelo (aproximadamente de un kilogramo), una por cada transecto donde se encontraban los especímenes, las cuales fueron llevadas a los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño para determinar el tipo de suelo a través de un análisis de textura por Bouyoucos, método que consiste en determinar la cantidad de sólido en suspensión (Gavande 1987) (Anexo B).

4.7 ANALISIS DE DATOS

- Se determinó la riqueza de especies para cada zona de muestreo y se calculó la abundancia.

- Se hicieron las pruebas de independencia de datos y homogeneidad de varianzas para determinar si los datos seguían o no una distribución normal. Se realizó la prueba de normalidad a través del programa estadístico NTSYS versión 2.11 (Rohlf 2000), para determinar si los datos se ajustan a una distribución normal.
- Como no se encontró normalidad en los datos se realizó una transformación (Anexo G) con el programa estadístico NTSYS versión 2.11 para poder analizar los datos.
- Con el fin de observar si existe o no preferencia de sustrato y de tipo de suelo de acuerdo al número de madrigueras, se realizó una prueba de Chi-cuadrado (Stiles 2000) (Anexo C) con el programa EXCEL.
- Para mirar las diferencias de temperatura interna de las madrigueras en los diferentes tipos de sustrato se calculó una prueba de Kruskal-Wallis (Zar 1996) (Anexo I) con el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1.
- Para determinar el patrón de distribución espacial que presentan estos organismos se calculó el índice estandarizado de Morisita (Landeros *et al.* 2004) (Anexo D) con ayuda del programa estadístico Ecological methodology versión 5.1 (Krebs 1999) y el coeficiente de dispersión calculado manualmente (Bolaños 1999, Clavijo 2000) (Anexo E); para observar claramente la distribución de *Ischnocolus* sp₁ en cada una de las zonas de muestreo se realizaron gráficos utilizando el programa EXCEL.
- Para determinar el grado de asociación entre las diferentes variables: diámetro de la abertura de la madriguera, profundidad de la madriguera, temperatura ambiental, temperatura del sustrato, temperatura de la madriguera, humedad relativa, dirección e intensidad del viento y tipo de sustrato, se realizó un análisis de correlación múltiple (Anexo H) tomado del programa estadístico NTSYS versión 2.11.
- Se realizó un análisis de componentes principales (Anexo F) a través del programa estadístico NTSYS versión 2.11 para determinar la variable que más influye en la distribución de éstas arañas. Para realizar este análisis los datos se organizaron en matrices con el programa EXCEL, teniendo en cuenta el número de madrigueras como variable dependiente y el tipo de sustrato, diámetro de la abertura y profundidad de la madriguera, temperatura ambiental, del sustrato y de la madriguera, humedad relativa, dirección e intensidad del viento como variables independientes.

- Se hizo un análisis de vientos con el programa EXCEL para determinar la dirección e intensidad del viento predominantes en las tres zonas de muestreo.

5. RESULTADOS

5.1 RIQUEZA

Durante el estudio se encontraron dos especies de Mygalomorphas pertenecientes a:

- a) Familia Theraphosidae, Subfamilia Ischnocolinae, Género *Ischnocolus*, Especie *Ischnocolus* sp₁ registrada en las tres zonas de muestreo (Figura 5a).
- b) Familia Barychelidae, Subfamilia Barychelinae, Género *Barychelus*, Especie *Barychelus* sp₁ encontrada únicamente en la zona de Palmas Bajo (Figura 5b).

Figura 5. Especies de mygalomorphas encontradas en la zona de estudio



5.2 ABUNDANCIA DE MADRIGUERAS

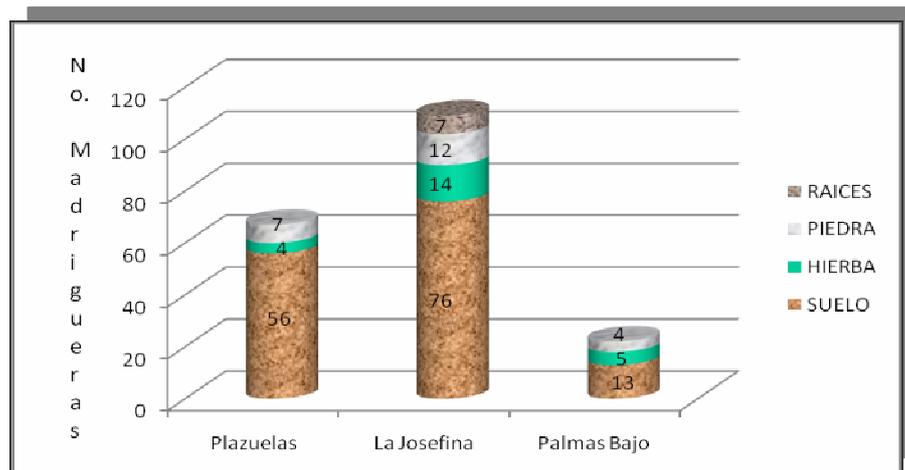
De las 213 madrigueras registradas, 198 correspondieron a la especie *Ischnocolus* sp₁ la cual, aunque se encontró en las tres zonas de muestreo presentó una mayor abundancia en la zona de la Josefina y una menor abundancia en la zona de Palmas Bajo; las 15 madrigueras restantes pertenecieron a la especie *Barychelus* sp₁ y se localizaron únicamente en la zona de Palmas Bajo.

5.2.1 Abundancia de madrigueras por sustrato

Las 198 madrigueras encontradas para *Ischnocolus* sp₁, se localizaron en cuatro tipos de sustrato: suelo, piedra, hierba y raíces, aunque el mayor número de madrigueras se presentó en el sustrato suelo (145) (Figura 6). La prueba Chi-

cuadrado indicó que existe diferencia altamente significativa en el número de madrigueras encontradas en cada sustrato ($P_{0.05; 3} < 0.001^{***}$).

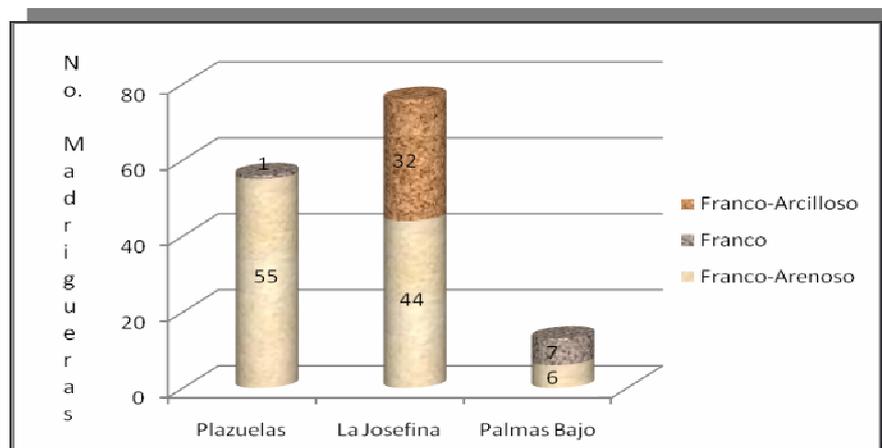
Figura 6. Abundancia de madrigueras por sustrato encontradas en las tres zonas de muestreo



5.2.1.1 Abundancia de madrigueras por tipo de suelo

Entre las 145 madrigueras encontradas en el sustrato suelo, la mayoría se registró para la textura Franco-Arenosa (105), seguida por Franco-Arcilloso (32) y Franca (8) (Figura 7). La prueba Chi-cuadrado indicó que existe diferencia altamente significativa en el número de madrigueras encontradas en cada tipo de suelo ($P_{0.05; 2} < 0.001^{***}$).

Figura 7. Abundancia de madrigueras de acuerdo a la textura del suelo, encontradas en las tres zonas de muestreo



Para determinar si los datos presentaban o no una distribución normal, se hicieron pruebas de normalidad, independencia de datos y homogeneidad de varianzas. Los resultados obtenidos indicaron que los datos no se ajustaban a una distribución normal, por lo cual se utilizaron pruebas no paramétricas para los análisis estadísticos.

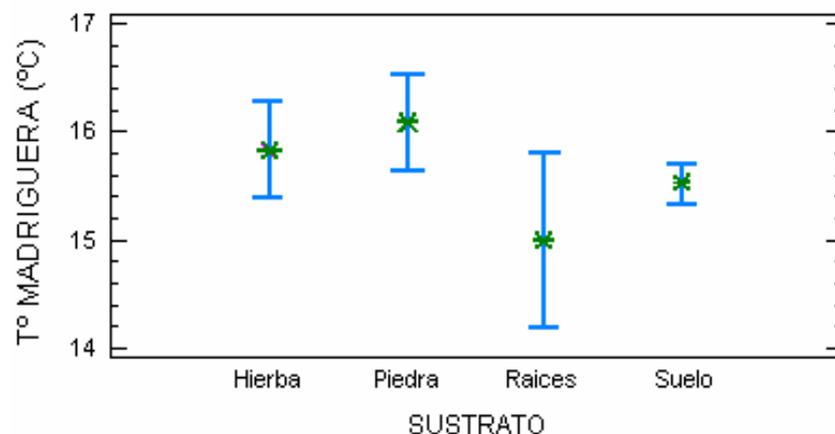
5.2.2 Variación de la temperatura interna de la madriguera de acuerdo al tipo de sustrato. La prueba Kruskal-Wallis muestra que la variación del promedio de la temperatura interna de la madriguera en los diferentes tipos de sustrato (raíces, suelo, hierba y piedra) no es significativa ($P_{0.05, 3, 194} < 0.222$) (Tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio de la temperatura interna de la madriguera en los diferentes tipos de sustrato encontrados durante el estudio

Sustrato	Número de madrigueras	Media (°C)	Grupos homogéneos
Raíces	7	15.0 ± 0	X
Suelo	145	15.5 ± 1.5	X
Hierba	23	15.8 ± 0.8	X
Piedra	23	16.1 ± 1	X

Aunque los resultados de la prueba Kruskal-Wallis indican que no hay diferencia significativa entre los promedios de las temperaturas internas de las madrigueras encontradas en los diferentes tipos de sustratos, se puede observar que el rango de variación cambia en cada uno de estos (Figura 8).

Figura 8. Rango de variación de la temperatura interna de las madrigueras en cada tipo de sustrato



La variación de la temperatura interna de la madriguera en el sustrato suelo es mínima (+/- 0.2°C) con respecto a los otros tipos de sustratos, sobretodo en el sustrato raíces donde se observa una amplio rango de variación (+/- 0.8°C).

5.3 PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL

De acuerdo con el coeficiente de dispersión y el índice estandarizado de Morisita la especie *Ischnocolus* sp₁ presentó un patrón de distribución espacial agregado al igual que la especie *Barychelus* sp₁ (Tabla 2). Para los posteriores análisis se tomó en cuenta la especie *Ischnocolus* sp₁ por ser el objeto de estudio de esta investigación.

Tabla 2. Índices de agregación de *Ischnocolus* sp₁ en las tres zonas de estudio.

Especie	Zona de estudio	Promedio de madrigueras	Varianza	Coeficiente de dispersión*	Índice estandarizado de Morisita**
<i>Ischnocolus</i> sp ₁	Plazuelas	1.670	16.635	9.961	0.564
	La Josefina	2.725	27.025	9.917	0.539
	Palmas Bajo	0.550	7.177	13.049	0.781
<i>Barychelus</i> sp ₁	Palmas Bajo	0.125	0.967	7.736	0.736

* Coeficiente de dispersión: mayor a 1 distribución agregada, igual a 1 distribución al azar y menor a 1 distribución uniforme.

** Índice estandarizado de Morisita: mayor a 0 patrón agregado, igual a 0 patrón aleatorio y menor que 0 patrón uniforme.

5.3.1 Ubicación espacial de las madrigueras. Con las mediciones de la altura y la distancia de las madrigueras dentro de cada transecto se graficó la ubicación de las mismas. En las gráficas, 1 cm medido en forma horizontal equivale a 45.5 m medidos en campo; y 1 cm medido en forma vertical equivale a 1.04 m; aunque en las figuras se observa una distribución lineal debida a la escala de las gráficas, en la naturaleza esta distribución no se presenta de esta forma puesto que las madrigueras se encuentran muy cercanas unas de otras pero no forman líneas rectas. (Figura 9, 10 y 11).

Figura 9. Distribución espacial de madrigueras en Plazuelas (3000 msnm)

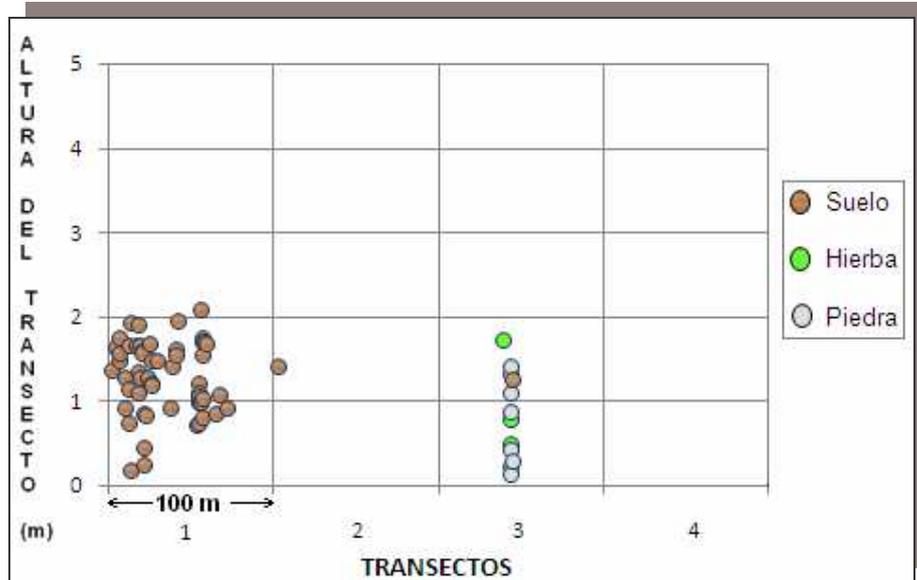


Figura 10. Distribución espacial de madrigueras en la Josefina (2600 msnm)

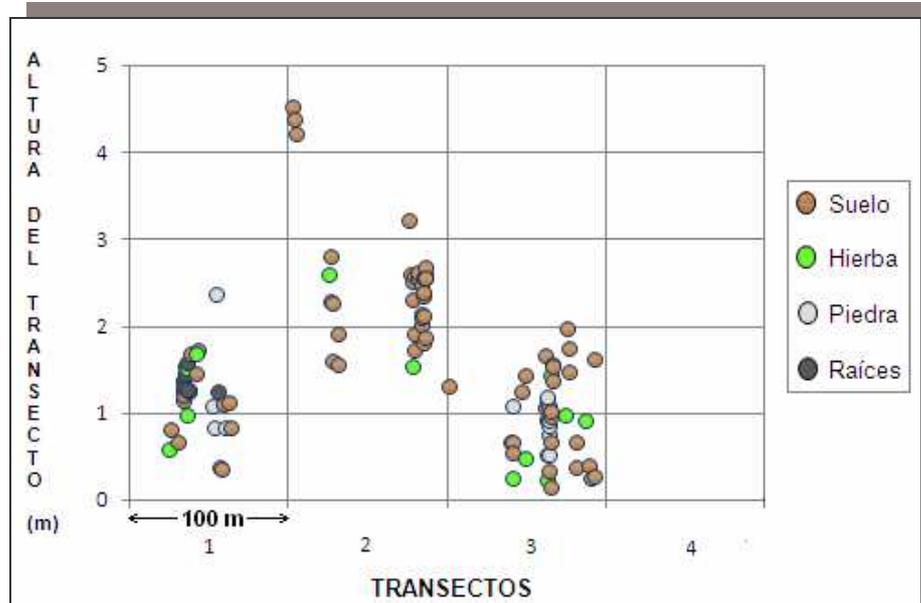
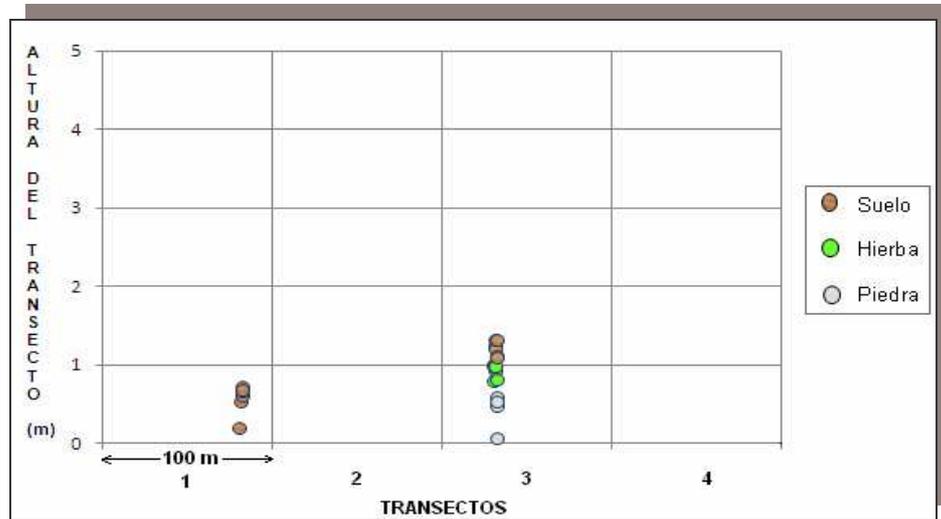


Figura 11. Distribución espacial de madrigueras en Palmas Bajo (2200 msnm)



5.4 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION ESPACIAL

Para el análisis, se utilizó como unidad de muestreo cada una de las madrigueras teniendo en cuenta las diferentes variables. Con estos datos se obtuvieron los valores promedio para cada una de las variables abióticas en las tres zonas de muestreo (Tabla 3).

Tabla 3. Valores promedio de las variables abióticas en las tres zonas de muestreo

Variables	Zona de estudio		
	Plazuelas	La Josefina	Palmas Bajo
No. madrigueras	67	109	22
Diámetro (mm)	22 ± 7	21 ± 7	18 ± 4
Profundidad (mm)	126 ± 65	148 ± 60	150 ± 53
T° madriguera (°C)	14 ± 1	16 ± 1	18 ± 2
T° ambiental (°C)	14 ± 2	16 ± 1	20 ± 1
T° sustrato (°C)	14 ± 1	16 ± 1	17 ± 2
Humedad relativa (%)	59 ± 7	75 ± 6	75 ± 4
Dirección viento	301 NO	275 NO	116 SE
Intensidad viento	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1

5.4.1 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales. Para estos análisis se tuvo en cuenta las variables: diámetro de la madriguera (Diam.), profundidad (Prof.), temperatura interna de la madriguera (T°mad.), temperatura

ambiental (T° amb.), temperatura del sustrato (T° sus.), humedad relativa (HR), tipo de sustrato (Tipo sus.), dirección del viento (Dir. viento) e intensidad del viento (Int. viento). Para los análisis de correlación se tuvo en cuenta los valores mayores a 0.65 como correlaciones significativas.

5.4.1.1 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales para cada una de las zonas de muestreo

5.4.1.1.1 Plazuelas. Para esta zona, los valores máximos de correlación, fueron positivos y se presentaron entre temperatura ambiental con la temperatura interna de la madriguera, y con el tipo de sustrato (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de correlación entre las variables abióticas tenidas en cuenta para la zona de Plazuelas

Variables	Diam.	Prof.	T° mad.	T° amb.	T° sus.	HR	Tipo sus.	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00								
Prof.	0.49	1.00							
T° mad	-0.02	0.20	1.00						
T° amb.	-0.15	0.12	0.75	1.00					
T° sus.	0.13	0.12	0.56	0.37	1.00				
HR	-0.05	-0.04	0.06	0.33	-0.13	1.00			
Tipo sus.	-0.13	0.13	0.38	0.71	0.13	0.56	1.00		
Dir. Viento	0.04	-0.13	0.18	0.19	0.24	0.07	0.17	1.00	
Int. Viento	0.22	-0.04	-0.27	-0.50	-0.28	-0.38	-0.55	-0.06	1.00

Teniendo en cuenta la alta correlación de la temperatura ambiental con la temperatura interna de la madriguera (0.75) y con el tipo de sustrato (0.71), solo se consideró la temperatura ambiental para el análisis de componentes principales.

Los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos primeros componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que estos dos componentes explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 5).

Tabla 5. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA en la zona de Plazuelas

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.149	30.701	30.701
2	1.696	24.225	54.926

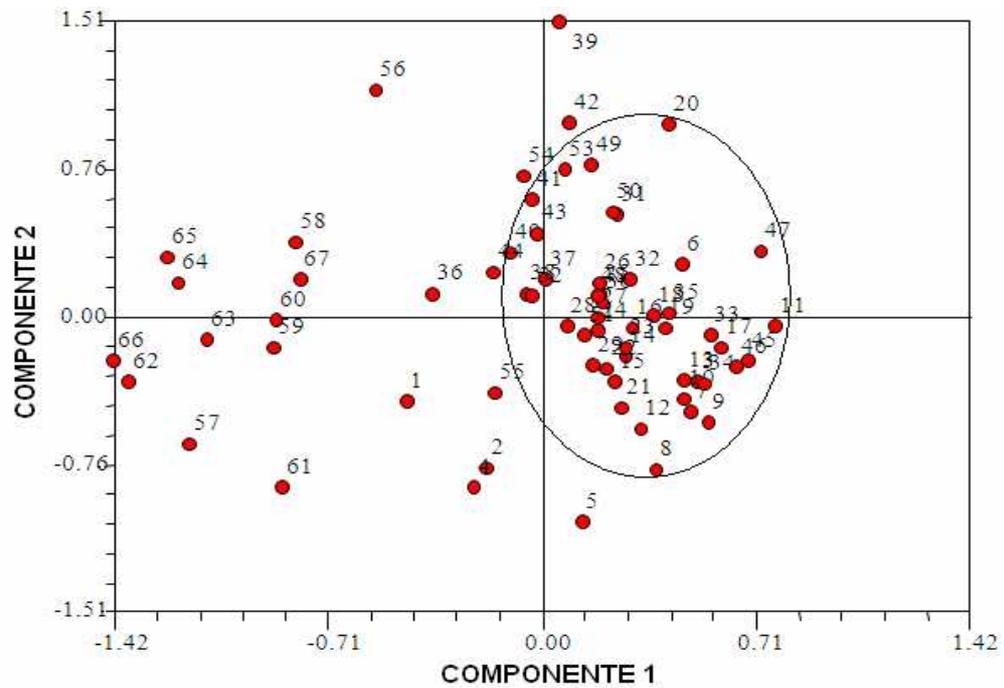
En el componente 1 la variable relacionada con el valor más alto es la temperatura ambiental; mientras que en el componente 2 se encuentra el diámetro de la madriguera (Tabla 6).

Tabla 6. Valor de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA en la zona de Plazuelas

Variabes	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.165	0.734
Profundidad	-0.160	0.715
T° ambiental	-0.838	0.114
T° sustrato	-0.153	0.598
Humedad relativa	-0.647	-0.207
Dirección viento	-0.685	0.308
Intensidad viento	0.695	0.370

En la figura 12, se observa una tendencia de agrupación a favor de un gradiente sobre el componente 1, la temperatura ambiental como variable más relacionada a este componente puede estar explicando esta distribución; para el componente 2 se observa una agrupación definida probablemente por el diámetro de la madriguera.

Figura 12. Análisis de componentes principales de Plazuelas



5.4.1.1.2 La Josefina. Para esta zona, la correlación positiva máxima fue de 0.67 y se presentó entre la temperatura del sustrato y la temperatura interna de la madriguera (Tabla 7).

Tabla 7. Matriz de correlación entre las variables abióticas tenidas en cuenta para la zona de La Josefina

Variables	Diam.	Prof.	T ^o mad.	T ^o amb.	T ^o sus.	HR	Tipo sus.	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00								
Prof.	0.57	1.00							
T ^o mad	-0.38	-0.22	1.00						
T ^o amb.	-0.19	-0.11	0.40	1.00					
T ^o sus.	-0.24	-0.18	0.67	0.24	1.00				
HR	-0.04	0.11	0.08	-0.36	0.09	1.00			
Tipo sus.	0.31	0.27	-0.29	-0.15	-0.28	-0.08	1.00		
Dir. Viento	0.03	0.30	-0.29	-0.19	-0.34	0.38	-0.01	1.00	
Int. Viento	0.33	0.03	-0.33	-0.19	-0.18	-0.44	0.30	-0.11	1.00

Teniendo en cuenta la alta correlación de la temperatura del sustrato con la temperatura de la madriguera (0.67), solo se consideró la temperatura de la madriguera para el análisis de componentes principales.

En ésta zona, los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos primeros componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que estos dos componentes explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 8).

Tabla 8. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA en la zona de La Josefina

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.304	28.804	28.804
2	1.820	22.749	51.552

En el componente 1 las variables con mayores valores son diámetro seguida de la temperatura interna de la madriguera; mientras que en el componente 2 está la humedad relativa (Tabla 9).

Tabla 9. Valor de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA en la zona de La Josefina

Variables	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.794	0.018
Profundidad	0.598	0.318
T° madriguera	-0.710	-0.146
T° ambiental	-0.439	-0.515
Humedad relativa	-0.143	0.769
Tipo de sustrato	0.503	-0.282
Dirección viento	-0.027	-0.706
Intensidad viento	0.588	-0.512

La figura 13, muestra una concentración de las madrigueras sobre el componente 1 explicada probablemente por el diámetro y la temperatura interna de la madriguera, como variables más relacionadas a este componente; mientras que para el componente 2 se observa una tendencia de agregación hacia valores medios explicada posiblemente por la humedad relativa.

Teniendo en cuenta la alta correlación de la temperatura interna de la madriguera con la temperatura ambiental (0.94) y con la temperatura del sustrato (0.91), solo se consideró la temperatura interna de la madriguera para el análisis de componentes principales.

En esta zona, los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan una buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que éstos explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 11).

Tabla 11. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA en la zona de Palmas Bajo

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.657	37.960	37.960
2	1.475	21.069	59.030

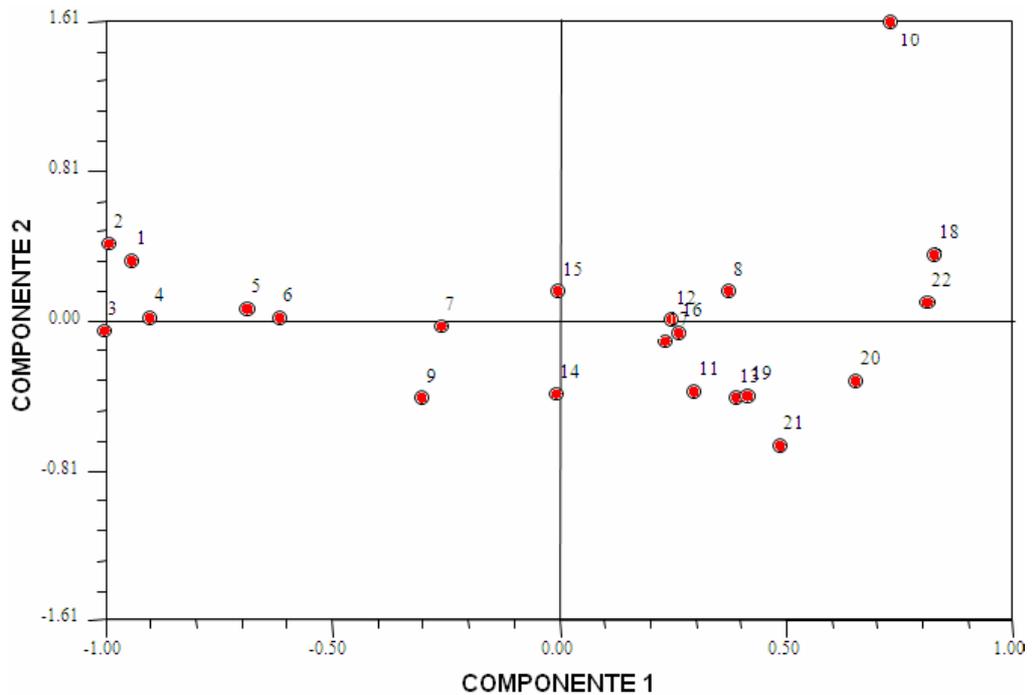
En el componente 1 la variable con mayor valor es la temperatura interna de la madriguera; mientras que en el componente 2 se encuentra el diámetro de la madriguera (Tabla 12).

Tabla 12. Valor de las variables para el componente obtenido en el análisis de PCA en la zona de Palmas Bajo

Variables	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.148	0.910
Profundidad	0.623	0.686
Tº madriguera	-0.866	0.179
Humedad relativa	0.778	-0.155
Tipo de sustrato	0.681	-0.322
Dirección viento	-0.653	0.108
Intensidad viento	-0.061	-0.063

En la figura 14, se observa una amplia dispersión de las madrigueras sobre el componente 1; mientras que para el componente 2 se observa una tendencia de localización hacia la parte media, relacionada seguramente con el diámetro de la madriguera.

Figura 14. Análisis de componentes principales de Palmas Bajo



5.4.1.2 Análisis de correlación múltiple y de componentes principales para cada uno de los sustratos encontrados

5.4.1.2.1 Sustrato Suelo. Para este sustrato, la correlación positiva máxima se presentó entre las temperaturas interna de la madriguera, del sustrato y ambiental (Tabla 13).

Tabla 13. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Suelo

Variables	Diam	Prof.	T° mad.	T° amb.	T° sus.	HR	Textura	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00								
Prof.	0.41	1.00							
T° mad	-0.25	0.05	1.00						
T° amb.	-0.23	0.10	0.84	1.00					
T° sus.	-0.18	0.01	0.88	0.73	1.00				
HR	-0.21	0.08	0.54	0.46	0.50	1.00			
Textura	-0.15	-0.17	0.24	0.04	0.27	0.24	1.00		
Dir. Viento	-0.12	0.18	0.23	0.34	0.22	0.46	-0.22	1.00	
Int. Viento	0.31	-0.01	-0.37	-0.35	-0.19	-0.51	-0.16	-0.18	1.00

Teniendo en cuenta la alta correlación entre la temperatura interna de la madriguera con la temperatura ambiental (0.84) y con la temperatura del sustrato (0.88), solo se consideró la temperatura interna de la madriguera para el análisis de componentes principales.

En este sustrato, los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos primeros componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que estos explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 14).

Tabla 14. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA para el sustrato Suelo

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.325	33.215	33.215
2	1.403	20.047	53.262

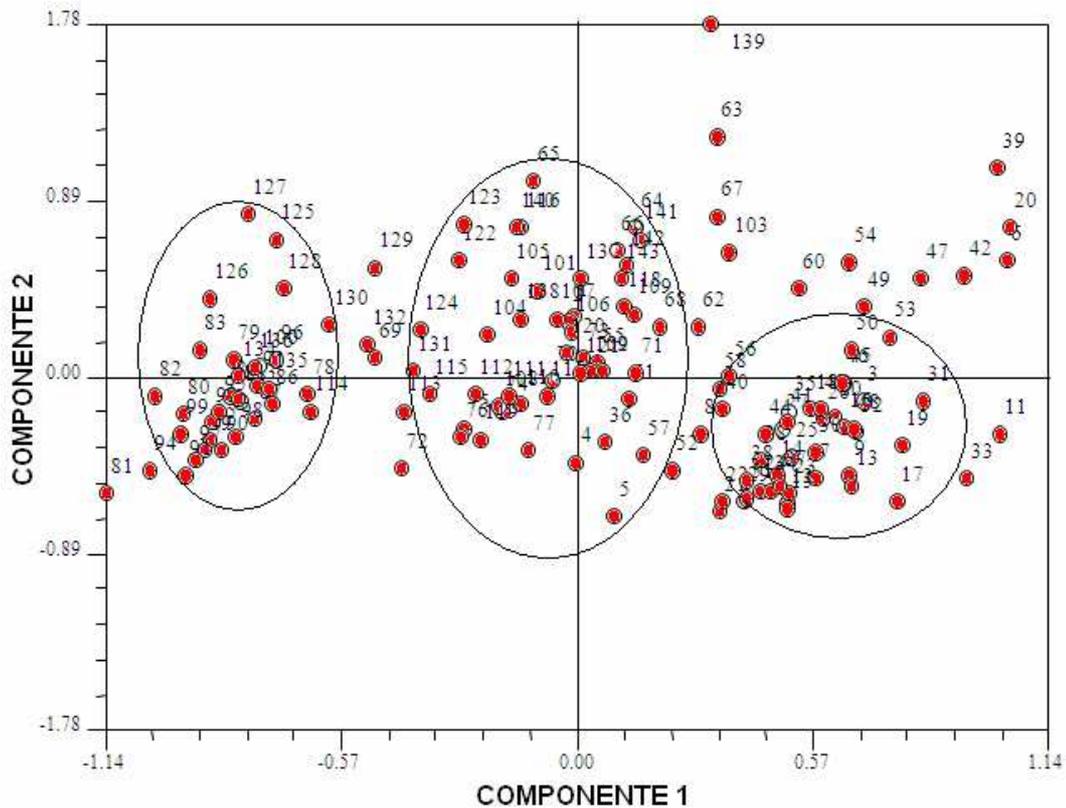
En el componente 1 las variables con mayor valor son las temperaturas interna de la madriguera, seguida de la humedad relativa; mientras que en el componente 2 se encuentra la profundidad de la madriguera (Tabla 15).

Tabla 15. Valor de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Suelo

Variables	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.524	0.386
Profundidad	0.171	0.819
Tº madriguera	-0.755	0.216
Humedad relativa	-0.747	0.402
Textura	-0.546	-0.346
Dirección viento	-0.334	-0.411
Intensidad viento	0.695	-0.295

La figura 15, muestra tres grupos de madrigueras sobre el componente 1 explicados por la relación entre la temperatura interna de la madriguera y la humedad relativa; para el componente 2 se observa una tendencia hacia la parte media relacionada probablemente con la profundidad de la madriguera.

Figura 15. Análisis de componentes principales para el sustrato Suelo



5.4.1.2.2 Sustrato Hierba. Para este sustrato, la correlación positiva máxima se presentó entre profundidad de la madriguera y diámetro, seguida por las temperaturas del sustrato e interna de la madriguera. (Tabla 16).

Tabla 16. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Hierba

Variables	Diam.	Prof.	T° mad.	T° amb.	T° sus.	HR	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00							
Prof.	0.71	1.00						
T° mad	-0.29	0.05	1.00					
T° amb.	-0.28	-0.16	0.53	1.00				
T° sus.	0.08	0.19	0.70	0.44	1.00			
HR	0.12	0.46	0.30	-0.06	-0.03	1.00		
Dir. Viento	-0.22	0.14	0.46	0.33	0.16	0.55	1.00	
Int. Viento	0.14	-0.11	0.18	0.05	0.47	-0.14	0.01	1.00

Teniendo en cuenta la alta correlación entre la profundidad y el diámetro de la madriguera (0.71) y la temperatura del sustrato con la temperatura interna de la madriguera (0.70), solo se consideró la profundidad y la temperatura interna de la madriguera para el análisis de componentes principales.

En este sustrato, los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos primeros componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que estos explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 17).

Tabla 17. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA para el sustrato Hierba

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	1.895	37.899	37.899
2	1.266	25.320	63.219

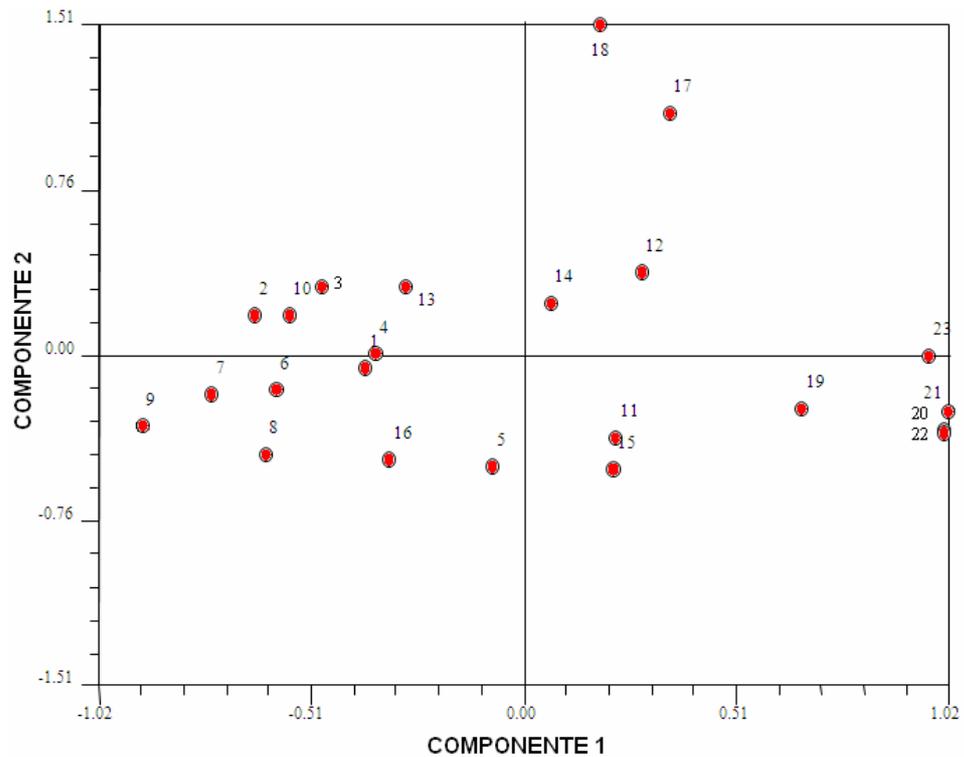
En el componente 1 la variable con mayor valor es la temperatura interna de la madriguera; mientras que el componente 2 está la profundidad de la madriguera (Tabla 18).

Tabla 18. Valor de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Hierba

Variables	Componente 1	Componente 2
Profundidad	0.079	0.752
T° madriguera	0.893	-0.086
T° ambiental	0.735	-0.320
Dirección viento	-0.737	-0.425
Intensidad viento	0.095	-0.640

En la figura 16, se observa una amplia dispersión de las madrigueras sobre el componente 1; mientras que para el componente 2 se observa una tendencia de localización hacia la parte media del componente explicada probablemente por la profundidad de la madriguera.

Figura 16. Análisis de componentes principales para el sustrato Hierba



5.4.1.2.3 Sustrato Piedra. Para este sustrato, la correlación positiva máxima se presentó entre la dirección del viento y la humedad relativa seguida de las temperaturas interna de la madriguera y ambiental (Tabla 19).

Tabla 19. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Piedra

Variables	Diam.	Prof.	T° mad.	T° amb.	T° sus.	HR	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00							
Prof.	0.65	1.00						
T° mad	-0.15	-0.17	1.00					
T° amb.	-0.37	-0.33	0.67	1.00				
T° sus.	-0.05	-0.08	0.55	0.60	1.00			
HR	0.17	0.23	-0.04	-0.20	-0.01	1.00		
Dir. Viento	0.33	0.41	0.12	-0.11	0.24	0.85	1.00	
Int. Viento	0.15	0.05	-0.08	0.05	0.06	0.15	0.14	1.00

Teniendo en cuenta la alta correlación entre la dirección del viento y la humedad relativa (0.85) y entre la temperatura ambiental y la temperatura de la madriguera

(0.67), solo se consideró la humedad relativa y la temperatura ambiental para el análisis de componentes principales.

En este sustrato, los autovalores de los dos primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que estos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de los dos primeros componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que estos explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 20).

Tabla 20. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA para el sustrato Piedra

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.574	36.775	36.775
2	1.673	23.899	60.674

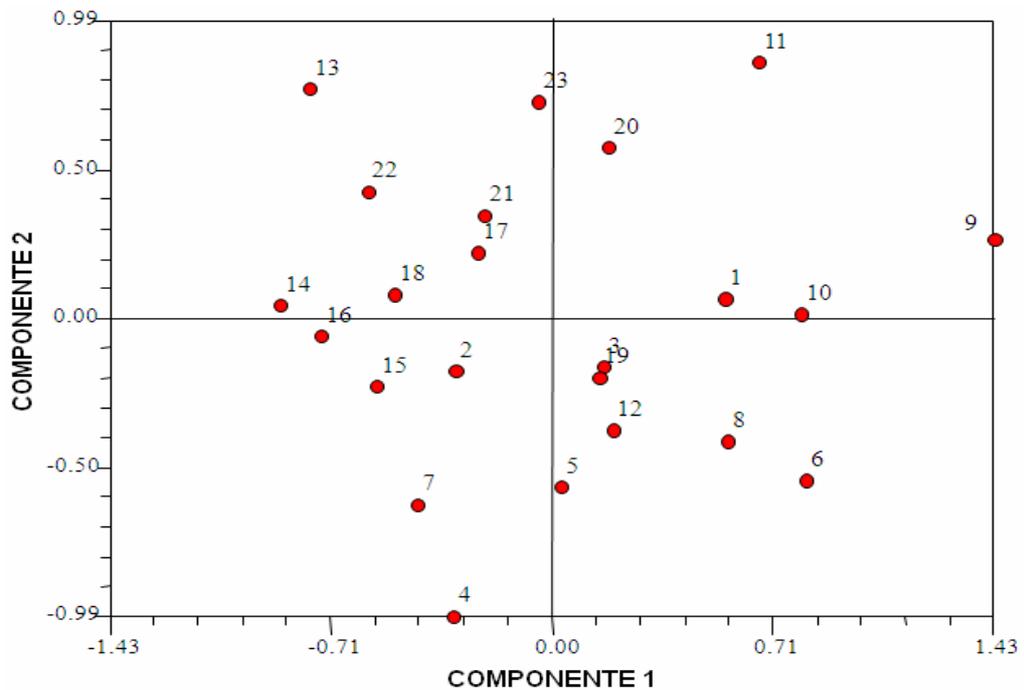
En el componente 1 la variable con mayor valor es la temperatura ambiental seguida del diámetro y profundidad de la madriguera; mientras que en el componente 2 se encuentra la temperatura del sustrato (Tabla 21).

Tabla 21. Valor de las variables para cada uno de los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Piedra

VARIABLES	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.762	0.359
Profundidad	0.762	0.316
T° ambiental	-0.768	0.465
T° sustrato	-0.478	0.738
Humedad relativa	0.411	0.316
Intensidad viento	0.125	0.521

En la figura 17, se observa una amplia dispersión de las madrigueras sobre los dos componentes, sobre el componente 1 relacionada posiblemente con la temperatura ambiental, el diámetro y la profundidad de la madriguera; para el componente 2, explicada probablemente por la temperatura del sustrato (Figura 17).

Figura 17. Análisis de componentes principales para el sustrato Piedra



5.4.1.2.4 Sustrato Raíces. Para este sustrato, la correlación positiva máxima se presentó entre la temperatura ambiental y la profundidad de la madriguera (Tabla 22).

Tabla 22. Matriz de correlación entre las variables abióticas para el sustrato Raíces

Variables	Diam.	Prof.	T° mad.	T° amb.	T° sus.	HR	Dir. viento	Int. viento
Diam.	1.00							
Prof.	0.57	1.00						
T° mad	0.00	0.00	0.00					
T° amb.	0.54	0.75	0.00	1.00				
T° sus.	0.38	0.67	0.00	0.26	1.00			
HR	-0.08	-0.62	0.00	-0.56	-0.65	1.00		
Dir. Viento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Int. Viento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Teniendo en cuenta la alta correlación entre la temperatura ambiental y la profundidad de la madriguera (0.75), solo se consideró la temperatura ambiental para el análisis de componentes principales.

En este sustrato, los autovalores de los 2 primeros componentes son mayores a 0.5 indicando que éstos presentan buena dispersión de los datos, además el porcentaje de varianza acumulada de estos componentes es mayor al 50%, lo cual sugiere que éstos explican gran parte de la variación en la distribución de las madrigueras (Tabla 23).

Tabla 23. Autovalor y porcentaje de los componentes principales obtenidos mediante el análisis de PCA para el sustrato Raíces

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	2.251	56.280	56.280
2	0.989	24.724	81.003

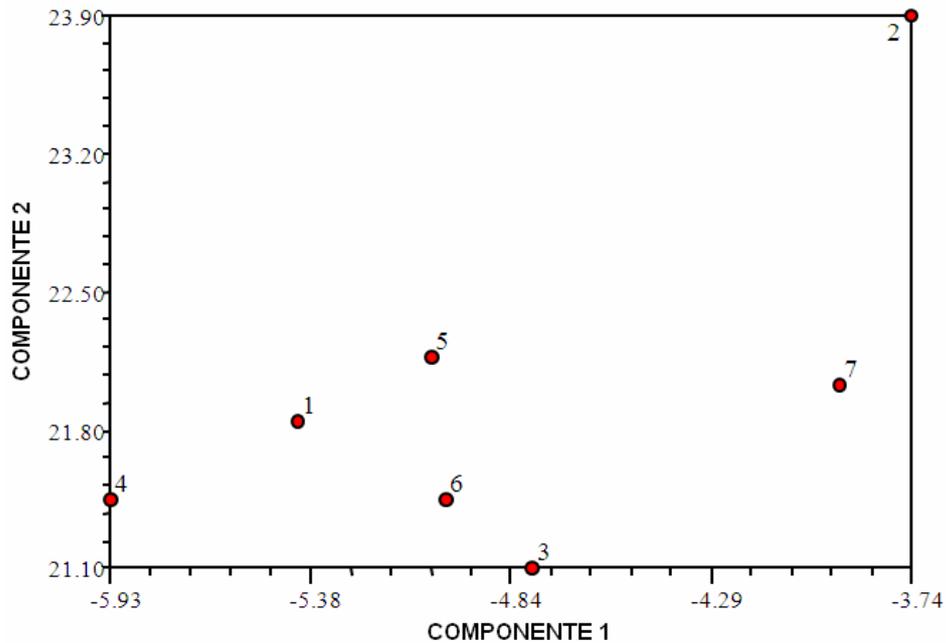
En el componente 1 las variables con mayor valor son la humedad relativa seguida de la temperatura ambiental; mientras que en el componente 2 está el diámetro de la madriguera (Tabla 24).

Tabla 24. Valor de las variables para los componentes obtenidos en el análisis de PCA para el sustrato Raíces

Variables	Componente 1	Componente 2
Diámetro	0.632	0.702
Tº madriguera	0.000	0.000
Tº ambiental	0.791	0.311
Tº sustrato	0.770	-0.349
Humedad relativa	-0.797	0.528
Dirección viento	0.000	0.000
Intensidad viento	0.000	0.000

La figura 18, presenta una amplia dispersión de las madrigueras sobre el componente 1 dada seguramente por la relación entre la humedad relativa y la temperatura ambiental; para el componente 2 la variable que puede estar determinando la distribución es el diámetro de la madriguera. Esta amplia dispersión puede estar determinada por la no existencia de una relación clara entre las variables analizadas y la ubicación de las madrigueras además de los pocos datos existentes para este sustrato (Figura 18).

Figura 18. Análisis de componentes principales para el sustrato Raíces



En el análisis de componentes principales en la zona de Plazuelas las variables con mayor valor fueron la temperatura ambiental y el diámetro de la madriguera (Tabla 6). El análisis de correlación mostró una asociación positiva significativa entre las temperaturas ambiental, interna de la madriguera y el tipo de sustrato (Tabla 4).

Para la zona de la Josefina las variables con mayor valor de acuerdo al análisis de componentes principales fueron el diámetro, la temperatura interna de la madriguera y la humedad relativa (Tabla 9). El análisis de correlación mostró una asociación positiva entre las temperaturas del sustrato e interna de la madriguera (Tabla 7).

En la zona de Palmas Bajo las variables con mayor valor en el análisis de componentes principales fueron la temperatura interna y el diámetro de la madriguera (Tabla 12). El análisis de correlación mostró una asociación negativa muy significativa entre la dirección del viento y las temperaturas interna de la madriguera, del sustrato y ambiental y una asociación positiva muy significativa entre las tres temperaturas.

Con relación a cada uno de los sustratos, se encontró que para el suelo las variables con mayor valor según el análisis de componentes principales fueron la

temperatura interna de la madriguera, la humedad relativa y la profundidad (Tabla 15). El análisis de correlación se observó que las temperaturas ambiental, del sustrato e interna de la madriguera están asociadas positivamente entre sí (Tabla 13).

En el sustrato hierba las variables con mayor valor de acuerdo al análisis de componentes principales fueron temperatura interna y la profundidad de la madriguera (Tabla 18). El análisis de correlación mostró una asociación positiva entre la profundidad, el diámetro, la temperatura interna de la madriguera y la temperatura del sustrato (Tabla 16).

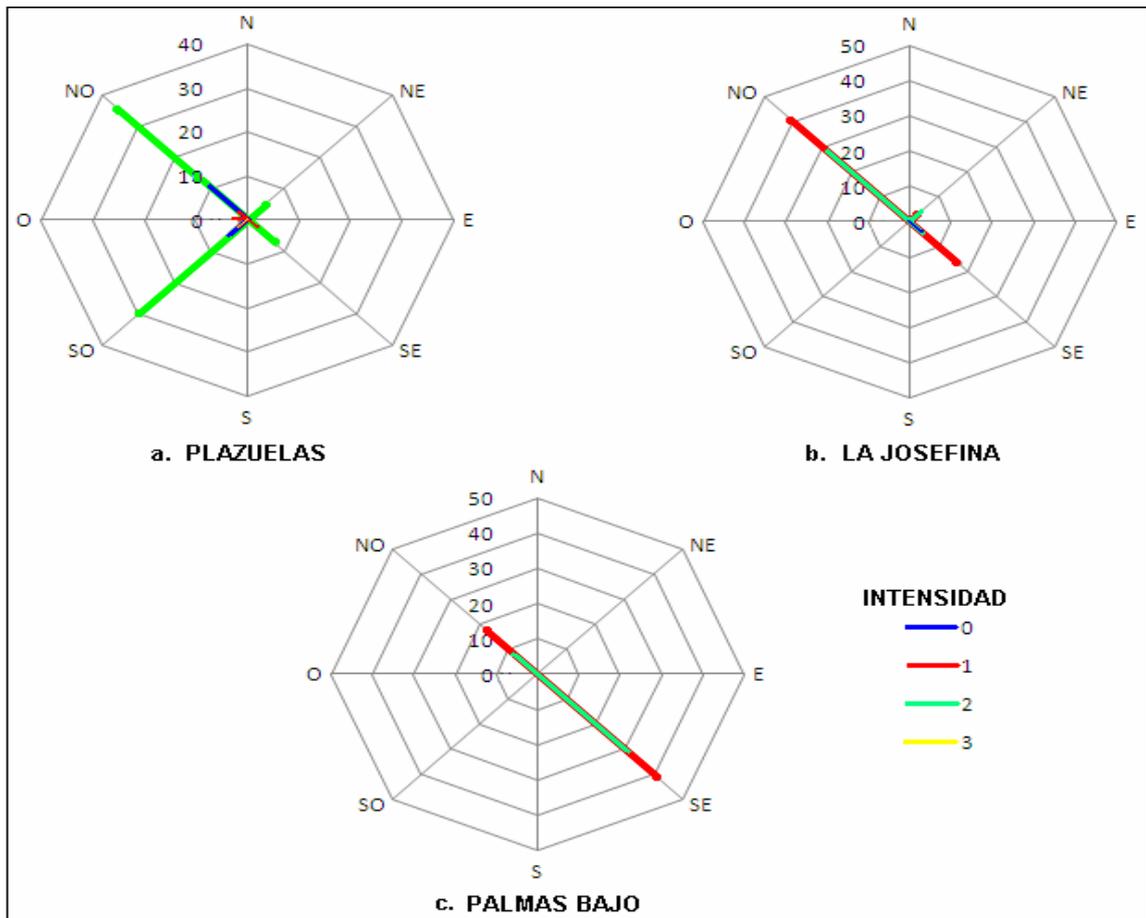
Para el sustrato piedra, las variables con mayor valor según el análisis de componentes principales fueron la temperatura ambiental, el diámetro, la profundidad de la madriguera y la temperatura del sustrato (Tabla 21). El análisis de correlación mostró una asociación positiva entre la dirección del viento con la humedad relativa y la temperatura ambiental con la temperatura interna de la madriguera (Tabla 19).

En el sustrato raíces las variables con mayor valor obtenidas mediante el análisis de componentes principales fueron la humedad relativa, la temperatura ambiental y el diámetro de la madriguera (Tabla 24). El análisis de correlación mostró una asociación positiva entre la temperatura ambiental y la profundidad de la madriguera (Tabla 22).

5.4.2 Análisis de vientos

Los gráficos realizados con las medidas de dirección e intensidad del viento registradas durante el estudio, con la ayuda del programa Excel, permitieron determinar las características anemométricas predominantes de los microecosistemas muestreados (Figura 19).

Figura 19. Dirección e intensidad de los vientos predominantes del microecosistema durante las épocas de muestreo: a. Plazuelas, b. La Josefina y c. Palmas Bajo



La intensidad del viento durante el estudio se encontró generalmente entre las categorías 1 y 2, es decir que alcanzó una velocidad máxima entre 6 a 11 km/h y la dirección predominante fue Nor-Oeste (Figura 19), la ubicación estratégica de las madrigueras en sitios de bordes, les puede facilitar evadir los efectos directos del viento.

6. DISCUSION

Durante el estudio se encontraron dos especies de Mygalomorphas, *Barychelus* sp₁ (Barychelidae) que presentó baja densidad y su ubicación estuvo restringida a una de las tres zonas de muestreo (Palmas Bajo) e *Ischnocolus* sp₁ (Theraphosidae) que presentó una mayor abundancia y se localizó en las tres zonas de muestreo. Las dos especies habitan en zonas de barrancas, principalmente en el sustrato suelo de textura franco-arenosa, posiblemente debido a que la ubicación en estos sitios les permite tolerar mejor las condiciones ambientales y puede facilitar la captura de presas concordando con lo propuesto por Goloboff (1987) quien afirma que las tarántulas se encuentran principalmente en sitios inclinados o de barrancas y que la distribución de las Mygalomorphae parece estar sumamente relacionada con la naturaleza del suelo.

La abundancia de madrigueras de *Ischnocolus* sp₁ encontradas en el sustrato suelo en las tres zonas de muestreo, puede deberse a que en este sustrato se les facilita la construcción de sus madrigueras y además a que el rango de variación de la temperatura interna de las mismas en éste ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$), es menor con respecto a los otros tipos de sustratos, los cuales presentaron un menor número de madrigueras, en piedra el rango se encuentra entre $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, en hierba está entre $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y en raíces el rango está entre $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$.

Al igual que Gallon (2004), se encontró que las madrigueras consisten en un tubo simple, cuya entrada está adornada con seda, material de plantas y tierra y que las tarántulas tienen una existencia solitaria, una araña ocupa una madriguera. El hecho que la mayoría de madrigueras fueron encontradas en el sustrato suelo de textura franco-arenosa esta relacionado con aspectos como: un drenaje rápido, retención de muy poca cantidad de agua, se calientan rápidamente ante la acción de los rayos solares y por su característica de "suelto" (Rodríguez 2002, Gentile 2003). Esto facilita que las tarántulas excaven más fácilmente sus madrigueras, las cuales construyen con ayuda de sus quelíceros, pedipalpos y patas. En algunas ocasiones adoptan sitios que han sido abandonados ya sea por mamíferos o réptiles o espacios entre rocas tal como lo registra Hoffmann (1995), Gallon (2004) y Velasco *et al.* (2006), lo cual se pudo corroborar con los registros encontrados en los diferentes tipos de sustratos. En este sentido, la colonización de nuevos sustratos está influenciada por la movilidad, tolerancias fisiológicas de las distintas especies, la heterogeneidad espacial y la incidencia de parámetros ambientales como lo comprobó Ramírez (1999). Con respecto a los sustratos, éstos deben proporcionar abrigo y alimento para la supervivencia y reproducción de las arañas y ofrecer aislamiento térmico y textura para la fijación de las telas (Fisher *et al.* 1932).

El mayor número de individuos y de madrigueras de la especie *Ischnocolus* sp₁ encontrados en el sector de la Josefina, podría relacionarse con los registros intermedios de las variables abióticas tenidas en cuenta durante la investigación (Tabla 3). Esto se puede respaldar con lo propuesto por Krebs (1985) y Benavides (1995) quienes afirman que los individuos responden a diferencias locales de hábitat dentro del área de distribución buscando o sobreviviendo óptimamente en aquellos hábitats con la mejor combinación de factores ambientales (temperatura, humedad, minerales, agua, luz, etc.), que rara vez están distribuidos de modo uniforme.

Los resultados obtenidos con el coeficiente de dispersión y el índice estandarizado de Morisita, permitieron determinar la existencia de un patrón de distribución espacial agregado durante la época de invierno. Los valores más altos de agregación con respecto a los índices, se obtuvieron para la zona de Palmas Bajo, en donde se observó que las madrigueras tienden a ubicarse más cercanas unas de otras; mientras que en Plazuelas y La Josefina las madrigueras se encuentran agregadas pero un poco más dispersas, así como se puede observar en las figuras 9, 10 y 11. La distribución agregada es la más frecuente en la naturaleza y la más común en los organismos de una región (Bolaños 1999) y puede variar de intensidad en determinadas épocas del año debido a las condiciones ambientales (Uetz 1974, Cecere 2003).

Para la especie *Ischnocolus* sp₁, uno de los factores que puede determinar este tipo de distribución es la baja dispersión, puesto que las arañas juveniles tienden a ubicar sus madrigueras en lugares cercanos a la madriguera de la araña madre, debido al comportamiento gregario de estos organismos; la tendencia a la agregación en estas arañas también les permite obtener alimento con mayor facilidad y minimiza el riesgo a la depredación; de acuerdo con lo propuesto por Sotelo (1993) y Wilson *et al.* (2004), este patrón de distribución podría indicar falta de uniformidad en el medio ambiente e interacciones benéficas entre los individuos de una población.

Según Márquez (2000), este tipo de distribución podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población; las observaciones realizadas durante el estudio y el conocimiento sobre la biología de estos organismos coinciden con la investigación realizada por Shillington y McEwen (2006) en la que encontraron que las tarántulas juveniles pertenecientes a la especie *Brachypelma vagans*, después de emerger del saco de huevos y haber alcanzado un grado de madurez se dispersan alrededor de la madriguera de la araña madre lo que genera una distribución agregada.

Este patrón de distribución coincide con los resultados obtenidos por Torres (2000) quien encontró que *Phoneutria reidy* (Araneomorpha) presentó una distribución

agregada; al igual que Mirones y Fonturbel (2003) quienes observaron que la mayor cantidad de arañas de la especie *Parawixia* sp. formaban pequeñas agregaciones, por Landeros *et al.* (2004) quienes encontraron que la araña texana *Eutetranychus banksi* presenta un patrón de distribución agregado y por Riascos y Nupán (2005) quienes encontraron que algunas Mygalomorphas de la familia Dipluridae presentan una distribución agregada.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de componentes principales (PCA), el patrón de distribución agregado encontrado en las tres zonas de muestreo para la especie *Ischnocolus* sp₁ puede estar determinado por la interacción de la temperatura ambiental con otros factores como la temperatura interna y el diámetro de las madrigueras.

Para este estudio el rango de temperatura ambiental favorable para la especie *Ischnocolus* sp₁ está entre 15 - 17°C, puesto que en este rango se encontró la mayor abundancia de madrigueras, en los diferentes tipos de sustratos la temperatura interna de la madriguera promedio se encuentra entre este rango (Tabla 1). Estos resultados se diferencian con los obtenidos por Riechert (1981) quien encontró que la especie *Agelenopsis aperta* escoge sitios con condiciones térmicas favorables entre 21- 35°C y con lo encontrado por Barghusen *et al.* (1997) en su estudio sobre *Achaearanea tepidariorum* (Araneae: Theridiidae) que tiene un óptimo desarrollo en lugares con una temperatura aproximada a 20°C, en donde construyen un mayor número de telas las cuales les permiten una mejor captura de presas.

Dippenaar *et al.* (1997) y Molles (2006) aseguran que las madrigueras tienen sus propios microclimas en los que las temperaturas son normalmente más moderadas que las de la superficie; de acuerdo a Robinson (1983) y Barghusen *et al.* (1997) en las arañas, la termorregulación y los sitios para la ubicación de las telas con un adecuado régimen térmico pueden ser importantes para asegurar que una araña puede pasar la mayor cantidad de tiempo en temperaturas cercanas a su óptimo fisiológico. Las arañas que ocupan sitios con ambientes térmicos favorables pueden tener una ventaja competitiva en cuanto a forrajeo, reproducción y reserva de energía, sobre aquéllas que se encuentran en situaciones menos favorables.

La temperatura es un factor que cambia según la profundidad de la madriguera, en general, a medida que la profundidad es menor, las oscilaciones entre temperaturas máximas y mínimas son mayores; en tanto que a mayor profundidad las variaciones en temperatura resultan menores; en el suelo, la temperatura puede fluctuar entre 8.9°C y 15.5°C en los primeros 50 cm de profundidad y se estabiliza a mayores profundidades (Daubenmire 1982, Gavande 1982, Del Llano 1990). Este valor se asemeja a los resultados obtenidos en este estudio en donde

se encontró que la temperatura del suelo fluctúa entre 15.3-15.7°C en los primeros 40 cm de profundidad.

Para la zona de Plazuelas, en el análisis de correlación se observó que la temperatura ambiental presenta una correlación positiva significativa con la temperatura interna de la madriguera y el tipo de sustrato, es decir que a medida que aumenta o disminuye una variable, la otra presenta el mismo comportamiento y mediante el análisis de componentes principales se pudo establecer que los factores abióticos que más influyeron sobre la distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ en esta zona fueron la temperatura ambiental y el diámetro de la madriguera, por lo que se puede concluir que éstas variables pueden estar determinando la distribución de las madrigueras en este lugar. La mayoría del grupo de Mygalomorphas puede tolerar condiciones climáticas que fluctúan constantemente ya que utilizan sus madrigueras como casa y lugar de protección, las cuales poseen diferentes diámetros y construyen en distintos tipos de sustratos, que les ofrecen diferentes texturas y condiciones favorables para la ubicación de las madrigueras.

En la zona de la Josefina, el análisis de correlación mostró que la temperatura del sustrato está asociada positivamente a la temperatura interna de la madriguera y los factores abióticos más importantes de acuerdo a los resultados obtenidos con el análisis de componentes principales son el diámetro de la madriguera, la temperatura interna de la madriguera y la humedad relativa; por lo que se afirma que estos factores están influyendo sobre la distribución de las madrigueras en esta zona. La temperatura y la humedad son a menudo interdependientes ya que pueden estar limitando la abundancia de presas e influyen en la oviposición y longevidad de las Mygalomorphas (Wilder *et al.* 2005); el diámetro de las madrigueras puede reducir el efecto de los factores externos en el interior de las mismas, posibilitando la permanencia de las tarántulas en estos lugares.

Para la zona de Palmas Bajo el análisis de correlación mostró que la dirección del viento presenta una correlación negativa muy significativa con las temperaturas interna de la madriguera, del sustrato y ambiental, es decir que a medida que aumenta una variable, la otra disminuye y viceversa, mientras que las temperaturas se encuentran asociadas positivamente entre sí. Los factores abióticos que determinaron la distribución de *Ischnocolus* sp₁ según el análisis de componentes principales fueron la temperatura interna de la madriguera y el diámetro de la madriguera, por lo que se afirma que estas variables determinan la distribución de las madrigueras en este lugar. Los vientos predominantes suaves, moderados y poco variables permiten la fijación estable de las madrigueras con sus respectivas telas para mejorar la captura de presas, su efecto de desecación es muy bajo sobre estos organismos y el viento al no chocar directamente contra

las aberturas de las madrigueras, hace que se mantenga estable la temperatura interna de éstas.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cady (1984), Morales y González (1986), Paz (1988), Sotelo (1993) Flórez (1997), Méndez (1998), y Wagner *et al.* (2003), quienes plantean que las arañas forman agregaciones y seleccionan el hábitat en el que viven teniendo en cuenta la combinación favorable de factores abióticos como temperatura, viento, humedad relativa y tipo de sustrato, condiciones que se cumplen en la zona de La Josefina donde se encontró el mayor número de individuos.

En general, para cada uno de los sustratos el análisis de correlación mostró asociaciones positivas entre las temperaturas ambiental, temperatura interna de la madriguera y del sustrato; en el sustrato hierba adicionalmente se presenta una asociación positiva entre la profundidad y el diámetro de la madriguera, mientras que para piedra se presenta una asociación positiva entre la dirección del viento y la humedad relativa.

Con relación al análisis de componentes principales, en los sustratos suelo y hierba, se encontró que las variables que determinaron la distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ fueron la temperatura interna de la madriguera y la profundidad, mientras que para los sustratos piedra y raíces se encuentran la temperatura ambiental y el diámetro de la madriguera; además en los sustratos raíces y suelo influye la humedad relativa y para el sustrato piedra adicionalmente se encuentran las variables profundidad y temperatura del sustrato.

La profundidad y el diámetro de la madriguera, son características que se encuentran correlacionadas positivamente y son aspectos importantes en la distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁; las madrigueras se encuentran a determinadas profundidades lo que les permite tolerar mejor las fluctuaciones climáticas y evitar en gran parte la depredación.

El viento, la humedad y la temperatura son factores que están interrelacionados ya que la acción desecante del viento afecta en gran medida la humedad de un sitio y por ende la temperatura, la cual tiende a estabilizarse a determinadas profundidades.

La distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ en las zonas muestreadas está dada por un factor determinante que fue la temperatura ambiental, la cual al interactuar y/o definir el comportamiento de otros factores ambientales, facilitan la presencia de un organismo en determinado sitio. Se debe tener en cuenta que pueden existir factores que también interactúan y que no se consideraron durante la investigación, como la luz, la humedad del sustrato, la humedad interna de la

madriguera, el grado de inclinación del sitio donde se ubican las madrigueras, entre otros; esto debido al comportamiento de las variables (correlación) y por los resultados de los análisis de componentes principales donde generalmente las variables evaluadas no presentaron elevadas correlaciones con los componentes.

CONCLUSIONES

La especie *Ischnocolus* sp₁ presenta un patrón de distribución espacial agregado en las tres zonas de muestreo durante la época de invierno, como resultado de una baja dispersión.

El factor abiótico que mayor incidencia tuvo sobre la distribución espacial de *Ischnocolus* sp₁ en las tres zonas de muestreo fue la temperatura ambiental, la cual afecta directamente la temperatura interna de la madriguera, que también es un factor determinante en esta distribución.

Se observó una preferencia del sustrato suelo de textura franco-arenosa para la ubicación de las madrigueras. Este sustrato facilita la construcción de las mismas, asimismo, el rango de variación de la temperatura interna de la madriguera en este tipo de sustrato es menor con respecto a los sustratos piedra, hierba y raíces.

La temperatura del suelo es un factor muy relacionado con la profundidad puesto que a mayores profundidades, la temperatura tiende a estabilizarse y esto permite que las madrigueras posean temperaturas favorables para la permanencia de las tarántulas en el interior de éstas.

La localidad en la cual se presentaron las condiciones más óptimas para el desarrollo de *Ischnocolus* sp₁ fue la Josefina en donde se encontró el mayor número de madrigueras, esto relacionado con la presencia de rangos intermedios en cuanto a temperatura ambiental, de la madriguera y del sustrato (15-17°C), diámetro (14-28 mm), profundidad (8.8-20.8 cm) y mayor variedad de sustratos para la ubicación de las madrigueras.

RECOMENDACIONES

- Para futuros trabajos en aracnología se recomienda realizar estudios acerca de la biología y la ecología a nivel de especie y trabajar en la taxonomía de grupos específicos enfocados en Mygalomorphas, en especial en el Departamento de Nariño, los cuales permitirán generar, responder y reforzar el conocimiento sobre las mismas.
- Se recomienda realizar estudios en sitios ubicados a mayores y menores alturas para establecer si el patrón de distribución espacial de estos organismos se ve afectado con las condiciones altitudinales o por el conjunto de factores abióticos.
- Se recomienda realizar estudios sobre la distribución espacial de estos organismos teniendo en cuenta otros factores abióticos como: luz, humedad del sustrato, humedad interna de la madriguera, grado de inclinación del sitio donde se ubican las madrigueras, y factores bióticos.
- Para futuras investigaciones con respecto a patrones de distribución espacial, se recomienda utilizar otros programas que permitan graficar los mapas de distribución, de forma que se represente a pequeña escala lo que sucede en la naturaleza.

BIBLIOGRAFIA

- BARGHUSEN, L., CLAUSSEN, D., ANDERSON, M. & BAILER, A. 1997. The effects of temperature on the web-building behavior of the common house spider, *Achaearanea tepidariorum*. *Functional Ecology* 11(1): 4-10 pp.
- BENAVIDES, E. 1995. Ecología de poblaciones. Facultad de Ciencias Agrarias, Unisur. Santafé de Bogotá, Colombia. 105-127 pp.
- BOLAÑOS, F. 1999. Distribución Espacial. Laboratorio de Ecología General, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 1-6 pp.
- CADY, A. 1984. Microhábitat Selection and Locomotor Activity of *Shizocosa ocreata* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology*. 11: 297-307 pp.
- CECERE, M. 2003. Patrones de distribución espacial en una población. [en línea]. Argentina. [citado 27 enero 2006]. Disponible en internet: <URL:<http://www.distribucionespacial/poblaciones/factoresabioticos.html>>
- CHURCHILL, T. 1997. Spiders as ecological indicators in the Australian Tropics: family distribution patterns along rainfall and grazing gradients. 17th European Colloquium of Arachnology. Edimburgh. 325-330 pp.
- CLAVIJO, S. 2000. Fundamentos de Manejo de Plagas. [en línea]. Maracay, Venezuela. [citado 16 mayo 2007]. Disponible en internet: <URL:http://www.plagas_agricolas.info.ve/doc/html/manejo_plagas/capitulo_4.html>
- COLINVAUX, P. 2002. Introducción a la Ecología. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México. 331 p.
- DAUBENMIRE, R. 1982. Ecología Vegetal. Tercera edición. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México. 13-96 pp.
- DEL LLANO, M. 1990. Los páramos de los Andes. Editorial Montoya y Araujo Ltda. Bogotá, Colombia. 86 p.
- DIPPENAAR-Schoeman, A. & JACQUÉ, R. 1997. African Spiders – Identification Manual, ARC-Plant Protection Research Institute Biosistematyics Division, National Collection of Arachnida. Istege scientific publications. South Africa. 52-83 pp.
- EMMEL, T. 1975. Ecología y Biología de poblaciones. Interamericana McGrawHill. México. 6-62 pp.

ESPINAL, L. 1967. Apuntes sobre Ecología colombiana. Departamento de Biología, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 21-24 pp.

FISCHER, M. y VASCONCELLOS, J. 1932. Substratos ocupados por arañas do gênero *Loxoceles*. Centro de Ciências Biológicas do Sande, Departamento do Biología, Universidad Federal do Paraná. Brasil. 22-25 pp.

FLOREZ, E. 1995. Especies de la clase Arácnida registradas en Colombia. Diversidad Biótica de Colombia III. 345-372 pp.

_____. 1997. Las arañas y la Naturaleza. Aconteceres Entomológicos. 181-194 pp.

FOELIX, R. 1996. Biology of Spiders. Second edition. Oxford University Press. Inc. and George Thieme Verla. Oxford, New York. 234-264 pp.

GALLON, R. 2004. The Natural History of Tarantula Spiders. British Tarantula Society. [online]. [cited 16 may 2007]. Available from internet: <URL:<http://www.britishtarantulasociety>>

GARCIA, J. y GARCÍA R. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 21-29 pp.

GAVANDE, S. 1982. Física de Suelos. Principios y aplicaciones. Editorial Limusa S.A. de C.V. Mexico. 44-45 pp, 133-135 pp.

GENTILE, N. 2003. Tratado de Horticultura. [en línea]. Capítulo cinco. Primera Edición. Santiago del Estero, Argentina. [citado 20 junio 2007]. Disponible en internet: <URL:<http://sisbe.unse.edu.ar/Gentilent/the/cap5/gentthe.html>>.

GIANNONI, S. 2005. Interacción de factores abióticos y bióticos sobre la presencia y actividad de la fauna en el desierto del Monte de San Juan. [en línea]. Facultad De Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan. Argentina. [citado 20 junio 2007]. Disponible en internet: <URL:http://www.unsj.edu.ar/proyectos_muestra_inv.php?proyecto=20717>

GOLOBOFF, P. 1987. El género *Neocteniza pocock*, 1895 (Araneae, Mygalomorphae, Idiopidae) en la Argentina y Paraguay. Journal of Arachnology, 15: 29-50 pp.

GONZÁLES, A. 1985. Nariño Aspectos Geográficos. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Imprenta y Ediciones IGAC. Bogotá. Planchas No. 429-II-A y 429-II-C.

GONZÁLEZ, C., CÁCERES, S. GÓMEZ, M. FERNÁNDEZ, M. HERNÁNDEZ, D. y TAPIA, J. 2005. *Lepidosaphes gloverii* (Hemiptera: Diaspididae), Estudios Biológicos y Ecológicos en Cítricos de Cuba. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. Volumen 64. Número 1-2. 26-28 pp.

HARDY, F. 1970. Edafología Tropical. Editorial Herrero Hermanos Sucesores S.A. México. 328-346 pp.

HERBESTEIN, M. 1997. The effect of habitat structure on web height preference in three sympatric web-building spiders (Araneae: Linyphiidae). Journal of Arachnology, 25: 93-96 pp.

HOFFMANN, A. 1995. El maravilloso mundo de los arácnidos. Fondo de cultura económica S.A. México. 127-142 pp.

JACKMAN, J. 1999. Field guide to Texas insects. [online]. Gulf Publishing Company. Entomology Texas, A&M University. Houston, Texas. [cited 28 January 2006]. Available from internet: < URL: <http://www.arachnida/mygalomorpha/tarantula.html>>

KREBS, C. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. Segunda edición. Editorial Harla. Mexico. 250-255 pp.

_____. 1999. Ecological Methodology. [CD-ROM]. Second edition. Addison Wesley Longman Eds. Menlo Park. New York.

LANDEROS, J., BALDERAS, J., BADI, M. y SANCHEZ, V. 2003. Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) en cítricos de Güemez, Tamaulipas. Acta Zoológica Mexicana, 89: 29-138 pp.

_____, CERNA, E., BADI, M., VARELA, S. y FLORES, A. 2004. Patrón de distribución espacial y fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* (Mc Gregor) (Acari: Tetranychidae) y su depredador *Euseius mesembrinus* (Dean) (Acari: Phytoseiidae) en una huerta de naranjos. Acta Zoológica Mexicana, 20(3): 147-155 pp.

LIBBY, T. 1999. The tarantula. [online]. Spring Equinox. Volumen 2. Número1. [cited 28 January 2006]. Available from internet: <URL:http://www.tarantula.biologyandecoogy.microhabitat_selection.html>

MARQUEZ, E. 2000. Patrones espaciales y factores causales. [en línea]. Disposición Espacial II. Venezuela. [citado 20 junio 2007]. Disponible en internet: <URL:<<http://www.prof.usb.ve/ejmarque/cursos/ea2181/core/desp02.htm>>

MEDINA, C. 1994. Nidificación y patrones de distribución espacial de nidos de hormigas en una sabana tropical, Carimagua, Llanos Orientales de Colombia. Boletín Museo de Entomología Universidad del Valle. 2(1,2): 31-42 pp.

MENDEZ, M. 1998. Ecología de arañas. [en línea]. Universidad de Uppsala. Suecia. [citado 12 enero 2006]. Disponible en internet: <URL:<http://www.ecología.dearañas.htm>>

MICROSOFT OFFICE EXCEL versión 2007.

MIRONES, G. y FONTÚRBEL, F. 2003. Estudio preliminar de la distribución y abundancia de *Parawixia* sp. (Araneidae) en el campus universitario de Cota Cota (La Paz, Bolivia) en función a las asociaciones de vegetación. [en línea]. Bolivia. [citado 12 enero 2006]. Disponible en internet: <URL:[www.http://biología.org_larevista.No.14](http://www.biología.org_larevista.No.14)>

MOLLES, M. 2006. Ecología, Conceptos y Aplicaciones. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España. 96 p.

MORALES, L. y GONZÁLES, E. 1986. Estudio de la distribución de *Lycosidae* (Araneae). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. 78-80 pp.

OXBROUGH, A. & RAMSAY, P. 2001. Paramo spiders of Volcán Chiles, Ecuador. The Ecology of Volcan Chiles. High- altitude Ecosystems on the Ecuador-Colombia border. Peoble y Shell Publications. Plymouth, United States. 159-167 pp.

PAZ, N. 1988. Ecología y aspectos del comportamiento en *Linothele* sp (Araneae, Dipluridae). Departamento de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Journal of Arachnology, 16: 5-22 pp.

RAMIREZ, A. 1999. Ecología Aplicada. Diseño y Análisis Estadístico. Capítulo dos. Fundación Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 39-50 pp.

RANGEL, O. 1995. Colombia Diversidad Biótica I. Editorial Guadalupe LTDA. Bogota, Colombia. 48 p.

- _____. RIASCOS, J. y NUPAN, J. 2005. Caracterización de madrigueras ocupadas por arañas Mygalomorphas (Flia. Dipluridae) y determinación del patrón de distribución en el rango altitudinal 3100-3400 m en la vereda San Cayetano-Volcán Galeras. Pasto-Nariño. Colombia. Proyecto de investigación área de Ecología. Programa de Biología. Universidad de Nariño. Pasto. In Prep. 1-16 pp.
- RICO, A., BELTRÁN, J., ALVAREZ, A. y FLOREZ, E. 2005. Diversidad de Arañas (Arachnida: Araneae) en El Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Colombia. Biota Neotropica. Volumen 5. Número 1. 1-12 pp.
- RIECHERT, S. 1981. The consequences of being territorial: spiders, a case study. *The American Naturalist*. 117(6): 871-892 pp.
- ROBINSON, M. 1983. Aracnología Neotropical: Aspectos históricos, ecológicos y evolutivos. IX Congreso Latinoamericano de Zoología. Perú. 75-87 pp.
- RODRIGUEZ, C. 2002. El suelo y su relación con las plantas. [en línea]. Venezuela. [citado 17 julio 2007]. Disponible en internet: <URL:<<http://www.geocities.com/rainforest/4754/2002/suelos.htm>>>
- ROHLF, F. 2000. NTSYS. PC. [CD-ROM]. Versión 2.11H: Numerical taxonomy and multivariate analysis system, Exeter Publishing Ltd., Seuket, New York.
- SHILLINGTON, C. & MCEWEN, B. 2006. Activity of juvenile tarantulas in and around the maternal burrow. *The journal of arachnology* 34: 261-265 pp.
- SIMO, E. 1999. Tarántulas peligrosas del Uruguay. [en línea]. Uruguay. [citado 12 enero 2006]. Disponible en internet: <URL: http://www.entomologia.efe100.edu.uy/aranas_peligrosas/tarantulas>
- SMITH, R. y SMITH, T. 2001. Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación, S.A. Madrid, España. 124-125 pp.
- SOKAL, R. 1981. Biometry. Segunda Edición. W.H. Freeman & Cia., San Francisco, California, United States. 603-610 pp.
- SOTELO, J. 1993. Tratado Universal del Medio Ambiente. Volumen I. Primera Edición. Rezza Editores S.A. de C.V. Madrid, España. 26-28 pp.
- STATGRAPHICS Plus for Windows 5.1. [CD-ROM]. STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION. 2001. Número de serie 53672191048141. Edición profesional. Copyright© 1994-2000.

STILES, F. 2000. Curso Muestreo y análisis estadístico en investigaciones biológicas. Programa de Educación Ambiental. Universidad de Nariño. Pasto, Nariño. 119-120 pp.

TANNURE, C., MAZZA, S. y GIMENEZ, L. 2002. Modelos para caracterizar los patrones de distribución espacial de *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. 1-4 pp.

TORRES, M. 2000. Patrones espaciales de abundancia, ciclos reproductivos y variación del tamaño de adultos de *Phoneutria fera* y *Phoneutria reidy* en la Reserva Forestal Adolpho Ducke, Amazonas, Brasil. [en línea]. Boletín Electrónico Científico del Nodo Brasileiro de Investigadores Colombianos. Número 2. Artículo 12. Brasil. [citado 24 julio 2007]. Disponible en internet: <URL:http://www.mat.unb.br/zagala/boletín/Num02_2000/MPTSANCHES_02_2000.html>

UETZ, G. 1974. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. Department of ecology, ethology and evolution, University of Illinois, United States. Environmental Entomology 4(5): 719-724 pp.

VELASCO, P., DELGADO, P., RAMÓN P. y TURBANG P. 2006. Tarántulas en acción; las arañas gigantes, arañas mono de los trópicos. [en línea]. V.A. Impresores, S.A. Madrid. 25-29 pp. [citado 24 julio 2007]. Disponible en internet: <URL:http://www.obrasocialcajamadrid.es/ficheros/cma/ficheros/osmedio_tarantulas.alumno.pdf>

WAGNER, J., TOFT, S., & WISE, D. 2003. Spatial stratification in litter depth by forest-floor spiders. The Journal of Arachnology, 31:28-39.

WILDER, S., DEVITO, J., PERSONS, M. & RYPSTRA, A. 2005. The effects of moisture and heat on the efficacy of chemical cues used in predator detection by the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae, Lycosidae). The Journal of Arachnology 33: 857- 861 pp.

WILSON, R., THOMAS, C., FOX, R., ROY, D. & KUNIN W. 2004. Spatial patterns in species distributions reveal biodiversity change. Área de Biodiversidad y Conservación, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España. Nature. 432: 393-396 pp.

ZAR, J. 1996. Biostatistical Analysis. Tercera Edición. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs. NJ, EEUU. 176-179 pp.

ANEXOS

Anexo A. Escala Beaufort para la clasificación de viento de acuerdo a la intensidad y velocidad.

ESCALA BEAUFORT						
	Definición	Velocidad			Especificaciones	
		Nudos	m/seg.	km/h	En tierra	En la mar
0	CALMA	< 1	0-0,2	< 1	El humo sube verticalmente	La mar está como un espejo
1	VENTOLINA	1-3	0,3-1,5	1-5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y banderas	Rizos sin espuma
2	FLOJITO (Brisa muy débil)	4-6	1,6-3,3	6-11	El viento se siente en la cara. Se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas	Olas pequeñas que no llegan a romper
3	FLOJO (Brisa débil)	7-10	3,4-5,4	12-19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente. Se despliegan las banderas	Olas algo mayores cuyas crestas comienzan a romper. Borreguillos dispersos
4	BONANCIBLE (Brisa moderada)	11-16	5,5-7,9	20-28	El viento levanta los árboles pequeños. En los estanques se forman olas pequeñas.	Las olas se hacen más largas. Borreguillos numerosos.
5	FRESQUITO (Brisa fresca)	17-21	8,0-10,7	29-38	Se mueven los árboles pequeños. En los estanques se forman olas pequeñas.	Olas moderadas alargadas. Gran abundancia de borreguillos, eventualmente algunos rociones
6	FRESCO (Brisa fuerte)	22-27	10,8-13,8	39-49	Se mueven las ramas grandes de los árboles. Silban los hilos del telégrafo. Se utilizan con dificultad los paraguas.	Comienzan a formarse olas grandes. Las crestas de espuma blanca se extienden por todas partes. Aumentan los rociones.
7	FRESCACHON (Viento fuerte)	28-33	13,9-17,1	50-61	Todos los árboles se mueven. Es difícil andar contra el viento.	La mar engruesa. La espuma de las crestas empieza a ser arrastrada por el viento, formando nubecillas.
8	TEMPORAL (Duro)	34-40	17,2-20,7	62-74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles. Generalmente no se puede andar contra el viento.	Olas de altura media y más alargadas. De las crestas se desprenden algunos rociones en forma de torbellinos. La espuma es arrastrada en nubes blancas.
9	TEMPORAL FUERTE (Muy duro)	41-47	20,8-24,4	75-88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, cayendo chimeneas y levantando tejados.	Olas gruesas: la espuma es arrastrada en capas espesas. Las crestas de las olas comienzan a romper. Los rociones dificultan la visibilidad.
10	TEMPORAL DURO (Temporal)	48-55	24,5-28,4	89-102	Se observa rara vez. Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios.	Olas muy gruesas con crestas empenechadas. La espuma se alomera en grandes bancos, siendo arrastrada por el viento en forma de espesas estelas blancas. En su conjunto la superficie del mar parece blanca. La visibilidad se reduce.
11	TEMPORAL MUY DURO (Borrasca)	56-63	28,5-32,6	103-117	Observada muy rara vez. Ocasiona destrozos en todas partes.	Olas excepcionalmente grandes (los buques de pequeño y mediano tonelaje pueden perderse de vista). La mar está completamente cubierta de bancos de espuma blanca extendida en la dirección del viento. Se reduce aún más la visibilidad.
12	TEMPORAL HURACANADO (Huracán)	64-71	32,7-36,9	118-133		El aire está lleno de espuma y de rociones. La mar está completamente blanca debido a los bancos de espuma. La visibilidad es muy reducida.

Tomado de <http://www.windtarifa.com/anavegar/beaufort.htm>

Anexo B. Análisis de suelo: textura por Bouyoucos

UNIVERSIDAD DE NARIÑO (NIT: 800-118-954-1)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
SECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS

Interesada : Jenifer Riascos

No. Lab	Municipio	No. Muestra	Textura por Bouyoucos			
			Arenas	Arcillas	Limos	Grado Textural
			%			
6822	Pasto	M4- Alto de Daza	77,4	3,0	19,6	A-F
6823	Chachagüi	M 12 -	65,0	11,0	24,0	F-A
6824	Pasto	M 1 - Alto de Daza	73,0	5,0	22,0	A-F
6825	Chachagüi	M 5 - La Josefina	61,0	5,0	34,0	F-A
6826		M 9 -	75,0	5,0	20,0	F-A
6827	Pasto	M 2 - Alto de Daza	77,4	4,6	18,0	A-F
6828	Pasto	M 6 - La Josefina	37,4	37,0	25,6	F-Ar
6829		M 3 - Alto de Daza	54,6	15,0	30,4	F
6830	Chachagüi	M 11 -	57,4	14,6	28,0	F
6831		M 8 - La Josefina	51,4	22,6	26,0	F
6832		M 7 - La Josefina	65,0	9,4	25,6	F-A
6833	Chachagüi	M 10 -	49,0	15,4	35,6	F

Nomenclatura

F=Franco, Ar=Arcilloso, A=Arenoso


MARÍA DEL ROSARIO CARREÑO

TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Anexo C. Prueba de Chi-cuadrado

Es una prueba para datos nominales que compara los números de observaciones en diferentes categorías con los números predichos por una hipótesis nula o entre diferentes grupos (categorías) de observaciones. Los requisitos de la prueba son: que los datos se clasifiquen en categorías mutuamente exclusivas y que cada dato sea independiente de cada otro. Otro requisito es que los datos deben ser números enteros o datos tomados en alguna unidad mensural (metros, mililitros, gramos, etc.). Las frecuencias observadas deben ser mayores que dos y las frecuencias esperadas mayores que cinco.

Los datos para una prueba de Chi-cuadrado son en la forma de números (frecuencias) de observaciones en diferentes categorías. El procedimiento básico de la prueba es, para cada categoría calcular un valor (frecuencia) esperado a partir de la hipótesis nula y restar este valor de la frecuencia observada. Como el valor esperado es a veces más grande o más pequeño que el valor observado, la diferencia entre los dos puede ser positiva o negativa. Para eliminar los valores negativos se toma el cuadrado de la diferencia (observado menos esperado O-E) y se divide este cuadrado por el valor esperado para la frecuencia. Finalmente se suman los valores de $(O-E)^2 / E$ para obtener el valor de Chi-cuadrado para la prueba. La formula para Chi-cuadrado (X^2) es:

$$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

Anexo D. Índice estandarizado de Morisita

Este es uno de los índices menos susceptibles al efecto de los tamaños muestrales y a la densidad poblacional (Myers 1978 citado en Krebs 1985). El índice varía entre -1 y 1, donde los valores mayores a 0 indican un patrón agrupado, iguales a 0 muestran un patrón aleatorio y menores que 0 un patrón uniforme. Para esto se utilizó el programa estadístico Ecological methodology versión 5.1 (Krebs 1999)

$$Ip = 0.5 + 0.5 \left(\frac{Id - Mc}{n - Mc} \right)$$

$$Id = n \left(\frac{\sum X^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right) \quad Mc = \frac{X^2_{0.25} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

Donde Id es equivalente al índice de dispersión de Morisita, n es igual al tamaño de la muestra, $\sum x$ es la sumatoria de los cuadrantes contiguos y $\sum x^2$ la suma de los cuadrados de los cuadrantes contiguos, $X^2_{0.25}$ es el valor de Chi-cuadrado

tabulado con (n-1) grados de libertad, que tiene el 2.5% del área a la derecha de la curva y $\sum x_i$ es la sumatoria del número de individuos en el cuadrante i.

Anexo E. Coeficiente de dispersión

Es la relación que existe entre la varianza con respecto al promedio de los datos. Si el coeficiente de dispersión (CD) es mayor a uno indica una distribución agregada, si es menor a uno indica una distribución uniforme y si es igual a uno indica una distribución al azar (Clavijo 2000)

$$CD = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

Anexo F. Análisis de Componentes Principales (PCA)

Transforma el conjunto de variables originales en un conjunto de variables más pequeño las cuales son combinaciones lineales de las originales que contienen la mayor parte de la variabilidad presente en el conjunto inicial. Genera nuevas variables que expresan la información contenida en el conjunto de datos originales, reduce la dimensión del espacio donde están inscritos los datos originales, elimina variables que aportan poco al estudio facilita la interpretación de la información contenida en los datos.

Anexo G. Estandarización de los datos para PCA

Se estandarizó la matriz de datos usando el método de transformación lineal: se le restó al valor de cada variable el valor promedio y se lo dividió entre la desviación estándar.

Anexo H. Coeficiente de correlación

Este coeficiente tiene un rango de valores entre +1 y -1. Un coeficiente de correlación de +1 es una correlación positiva perfecta; cada aumento de una variable está acompañado por un aumento exactamente equivalente de la otra. De la misma manera un coeficiente de -1 es una correlación negativa perfecta; cada aumento de una variable está acompañado por una disminución equivalente de la otra. Un coeficiente de 0 implica que no hay asociación entre las variables; cambios en una no tienen ninguna relación con cambios en la otra (Stiles 2000).

Anexo I. Prueba de Kruskal-Wallis

Se aplica cuando los datos no cumplen con los requisitos para el ANDEVA paramétrica de una vía. Es una prueba que utiliza los rangos de los datos en vez

de sus valores absolutos: la estadística de cada muestra que se compara es la mediana. Al asignar rangos a los datos numéricos, se convierten de una escala de intervalos a una escala ordinal. El procedimiento es:

a. Asignar un rango a cada dato (de menor a mayor o viceversa)

b. Calcular la suma de rangos para cada muestra (R_i). La prueba usa el número de observaciones n_i y el cuadrado de la suma de rangos R_i^2 de cada muestra y N ($=\sum n_i$)

c. Calcular

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \left(\frac{R_i^2}{n_i} \right) - 3(N+1)$$

d. Buscar el valor de H en una tabla de Chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad (k = número de muestras). Si el valor de H es igual o mayor que el valor de Chi-cuadrado se rechaza la hipótesis nula de que las diferencias entre las medianas de las distribuciones se deben al azar (Stiles 2000).