



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**GANADERÍA**

**COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO Y COMPOSICIÓN TRÓFICA DE AVES  
INSECTÍVORAS EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* (ZUCC.)**

**SAÚL UGALDE LEZAMA**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**MAYO DE 2010**

---

La presente tesis titulada COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO Y COMPOSICIÓN TRÓFICA DE AVES INSECTÍVORAS EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* (ZUCC.), realizada por el alumno Ugalde Lezama Saúl, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

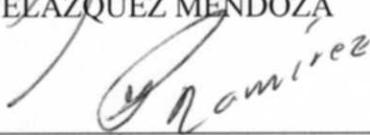
**DOCTOR EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

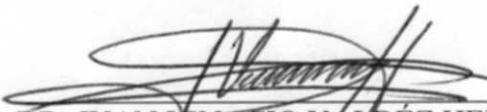
Consejero:

  
DR. JUAN VELÁZQUEZ MENDOZA

Asesor:

  
DR. GUSTAVO RAMÍREZ VALVERDE

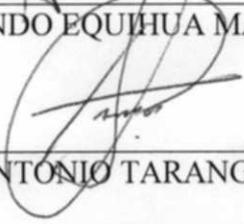
Asesor:

  
DR. JUAN IGNACIO VALDÉZ HERNÁNDEZ

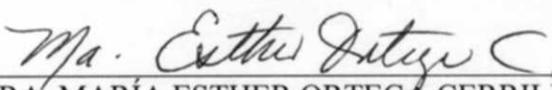
Asesor:

  
DR. ARMANDO EQUIHUA MARTÍNEZ

Asesor:

  
DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

Asesor:

  
DRA. MARÍA ESTHER ORTEGA CERRILLA

**Montecillo, Estado de México a 25 de Febrero de 2010**

“CADA VEZ QUE MUERE UN AVE, CADA VEZ QUE ARDE UN BOSQUE, Y CADA VEZ QUE UNA ESPECIE ANIMAL O VEGETAL DESAPARECE, LAS POSIBILIDADES DE SUPERVIVENCIA SE REDUCEN PARA LA HUMANIDAD”.

MIGUEL ALVÁREZ DEL TORO 1917 – 1996.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
Índice de Cuadros.....	VII
Índice de Figuras.....	IX
Dedicatoria.....	XIII
Agradecimientos.....	XIV
Resumen.....	XV
Abstract.....	XVI
Capítulo 1. Introducción.....	1
Capítulo 2. Antecedentes.....	4
Capítulo 3. Objetivos.....	5
3.1. Objetivo General.....	
3.2. Objetivos Particulares.....	6
Capítulo 4. Hipótesis.....	
Capítulo 5. Metodología.....	7
5.1. Área de Estudio.....	
5.1.1. Climatología y Temperatura.....	8
5.1.2. Precipitación.....	
5.1.3. Edafología.....	
5.1.4. Vegetación.....	
5.2. Diseño de muestreo.....	9
5.3. Muestreo del hábitat y de variables ambientales.....	11
5.4. Muestreo de la vegetación.....	13
5.5. Muestreo de insectos.....	14
5.6. Muestreo de aves.....	18
5.6.1. Método de Búsqueda Intensiva.....	
5.6.2. Método de captura por redes de niebla.....	23
5.7. Análisis de datos.....	25
5.7.1. Análisis preliminar (AP) o de Diagnóstico.....	
5.7.2. Análisis de Componentes Principales y Regresión <i>Poisson</i> (ACP y ARP).....	26
5.7.3. Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS).....	29
5.7.4. Análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM).....	32
5.7.5. Análisis de Correspondencias Simples (ACS).....	34
Capítulo 6. Resultados.....	37
6.1. Análisis de Diagnóstico o descriptivos.....	
6.1.1. Diagnóstico de la comunidad entomológica: presencia (órdenes) y disponibilidad (tallas) de insectos.....	
6.1.1.1. Presencia (Órdenes y Familias).....	
6.1.1.2. Disponibilidad (Tallas).....	40
6.1.2. Diagnóstico de las técnicas de cacería (comportamientos) y sustratos utilizados por las aves.....	42
6.1.2.1. Técnicas de Cacería (Comportamientos Alimenticios).....	
6.1.2.2. Sustratos Utilizados.....	43

6.1.3. Diagnóstico de los componentes de las dietas en aves insectívoras.	
6.2. Análisis Estadísticos.....	46
6.2.1. Análisis de Componentes Principales y Regresión <i>Poisson</i> (ACP y ARP) para asociaciones de las variables ambientales y del hábitat sobre los diversos órdenes (presencia) de insectos.....	
6.2.1.1. Etapa uno: Análisis de Componentes Principales (ACP).....	
6.2.1.2. Etapa dos y tres: Análisis de Regresión <i>Poisson</i> (ARP).....	48
6.2.2. Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS) para Comportamientos de Alimentación y la Condición (Grasa) Corporal de todas las aves.....	51
6.2.2.1. ARLS para Comportamientos Alimenticios.....	
6.2.2.1.1. ARLS del Comportamiento 1 Colectar.....	
6.2.2.1.2. ARLS del Comportamiento 2 Remover.....	52
6.2.2.1.3. Comportamiento 3 Perseguir.....	53
6.2.2.1.4. Comportamiento 4 Revolotear.....	54
6.2.2.1.5. Comportamiento 5 Semirevolotear.....	55
6.2.2.1.6. Comportamiento 6 Impulsar.....	56
6.2.2.1.7. Comportamiento 7 Arrebatarse.....	57
6.2.2.1.8. Comportamiento 8 Bajar.....	58
6.2.2.1.9. Comportamiento 9 Inspeccionar.....	59
6.2.2.1.10. Comportamiento 10 Perforar.....	60
6.2.2.1.11. Comportamiento 11 Barrer.....	61
6.2.2.2. ARLS para la Condición (Grasa) Corporal de todas las aves Insectívoras.....	62
6.2.3. Análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM) para Disponibilidad (Tallas) de Insectos (potencialmente presas).....	64
6.2.4. ACS para Asociación Aves-Técnicas de Cacería y Uso de Sustratos; Componentes y Preferencia-Diversos Órdenes y Familias de Insectos (P, NP, PA y PR) Consumidos.....	67
6.2.4.1. ACS Asociación Aves-Técnicas de Cacería.....	
6.2.4.1.1. ACS Asociación Todas las Familias de Aves-Técnicas de Cacería.....	
6.2.4.1.2. ACS Asociación Familias de Aves Insectívoras-Técnicas de Cacería.....	68
6.2.4.2. ACS Asociación Aves-Uso de Sustratos.....	69

6.2.4.2.1. ACS Asociación Todas las Familias de Aves-Uso de Sustratos.....	
6.2.4.2.2. ACS Asociación Familias de Aves Insectívoras-Uso de Sustratos.....	70
6.2.4.3. ACS Asociación Aves-Consumo y Preferencia de Órdenes de Insectos.....	71
6.2.4.3.1. ACS Asociación Familias de Aves-Órdenes de Insectos.....	
6.2.4.3.2. ACS Asociación Familias de Aves-Familias de Insectos.....	72
6.2.4.3.3. ACS Asociación Familias de Aves-Familias de Insectos (Orden Coleóptera).....	73
6.2.4.3.4. ACS Asociación Familias de Aves-Tipos de Insectos.....	74
6.2.4.4. ACS Asociación Órdenes de Insectos y su Comportamiento Ecológico.....	75
6.2.4.4.1. ACS Asociación Órdenes de Insectos-Tipos de Insectos....	
6.2.4.4.2. ACS Asociación Familias de Insectos-Tipos de Insectos.....	76
6.2.4.4.3. ACS Asociación Familias de Insectos (Coleóptera)-Tipos de Insectos.....	77
Capítulo 7. Discusión.....	78
7.1. Órdenes y Disponibilidad de insectos.....	
7.2. Técnicas de cacería y sustratos utilizados por las aves para alimentarse	87
7.3. Componentes y preferencia en las dietas de aves; variables morfológicas asociadas al consumo que determinan la condición energética (grasa) en aves.....	93
Capítulo 8. Conclusión.....	98
Capítulo 9. Bibliografía.....	99
Capítulo 10. Anexos.....	110

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Resultados del ACP (General), para reducir la dimensionalidad de las variables del componente arbóreo de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	47
Cuadro Resumen 1. Resultados de los primeros tres ejes del ACP (General) que reducen la dimensionalidad (explicando el 66.6% de la variabilidad) presente entre las variables más importantes que conforman y describen al componente arbóreo (Ver Cuadro 1) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	48
Cuadro 2. Resultados de Regresión <i>Poisson</i> mediante modelo GLM para abundancia de insectos de los órdenes más importantes; las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP; en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	49
Cuadro Resumen 2. Resultados del Análisis de Regresión <i>Poisson</i> mediante modelo GLM para abundancia de insectos de los órdenes más importantes; las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP con mayor significancia (Ver Cuadro 2); en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	50
Cuadro 3. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 1 (Colectar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	51
Cuadro 4. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 2 (Remover) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	52
Cuadro 5. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 3 (Perseguir) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	53
Cuadro 6. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 4 (Revolotear) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	54
Cuadro 7. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 5 (Semirevolotear) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	55
Cuadro 8. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 6 (Impulsar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	56
Cuadro 9. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 7 (Arrebatarse) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	57

---

Cuadro 10. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 8 (Bajar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	58
Cuadro 11. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 9 (Inspeccionar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	59
Cuadro 12. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 10 (Perforar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	60
Cuadro 13. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 11 (Barrer) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	61
Cuadro 14. Resultados del ARLS mediante modelo GLM para la Condición (Grasa) Corporal de aves insectívoras y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	62
Cuadro Resumen 3. Resultados de los ARLS mediante modelos GLM para las diversas Técnicas de Cacería; la Condición (Grasa) Corporal de las aves y las respectivas variables consideradas (Ver Cuadros 3 a 14) en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	63
Cuadro 15. Resultados del ARLM para la disponibilidad (diversas tallas) de insectos y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	64

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación del ANPPA y zonas bajo estudio; se observa el diseño de muestreo utilizado, bosque de <i>P. cembroides</i> bajo dos condiciones de densidad arbórea evidente: Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	7
Figura 2. Metodología de línea de Canfield y toma de datos ambientales en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	12
Figura 3. Método de cuadrantes con punto central para vegetación arbórea en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	13
Figura 4. Método de cuadros empotrados para vegetación herbácea y arbustiva en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	
Figura 5. Corte y sacudida de ramas para el muestreo de insectos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	15
Figura 6. Preservación e identificación de insectos colectados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	16
Figura 7. Captura, análisis y medición fotográfica de los insectos colectados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	17
Figura 8. Búsqueda Intensiva de aves empleando el método de Muestreo Focal en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	19
Figura 9. Captura de aves por redes de niebla mediante esfuerzo constante, en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).....	23
Figura 10. Contención de aves capturadas por redes de niebla mediante esfuerzo constante, en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), para la obtención y preservación de excretas.....	24
Figura 11. Examen y análisis de excretas obtenidas de aves capturadas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), empleando el Método de Whitaker (1988) para la identificación de fragmentos de insectos.....	25
Figura 12. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia de los órdenes de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.....	38
Figura 13. Número de familias y Porcentajes de presencia por orden de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.....	39
Figura 14. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por familia de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel	

Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.....	
Figura 15. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia de las diversas tallas o tamaños de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.....	40
Figura 16. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por tipos de insectos registrados y compartidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.....	41
Figura 17. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por técnica de cacería exhibidos por las aves durante su alimentación en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, observados mediante la metodología de búsqueda intensiva.....	42
Figura 18. Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por tipo de sustrato utilizado por las aves durante su alimentación en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, observados mediante la metodología de búsqueda intensiva.....	43
Figura 19. Número de fragmentos y Porcentajes de ocurrencia por órdenes de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).....	44
Figura 20. Número de familias y Porcentajes de presencia por orden de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).....	45
Figura 21. Número de fragmentos y Porcentajes de ocurrencia por familias de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).....	
Figura 22. Efecto comparativo de la variable Gradiente Temporal (muestreo en meses) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	65
Figura 23. Efecto comparativo de la variable Puntos (Gradientes Ambientales del Hábitat) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....	66
Figura 24. Efecto comparativo de la variable Orden de Insecto sobre la	

- probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.....
- Figura 25. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre Todas las Familias de Aves y las Técnicas de Cacería Consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de ocho Comportamientos Alimenticios específicos..... 67
- Figura 26. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves Insectívoras y las Técnicas de Cacería Consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves Insectívoras en la utilización de ocho Comportamientos Alimenticios específicos..... 68
- Figura 27. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre Todas las Familias de Aves y los Sustratos considerados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de siete Sustratos específicos..... 69
- Figura 28. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves Insectívoras y los Sustratos considerados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves Insectívoras en la utilización de seis Sustratos específicos..... 70
- Figura 29. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves y los diversos Órdenes de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de cuatro Órdenes de Insectos específicos..... 71
- Figura 30. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y las Familias de Insectos (FI) consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de 28 Familias de Insectos específicos..... 72
- Figura 31. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y las Familias de Insectos (FI; Orden Coleóptera) consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de 14 Familias de

Insectos específicos.....	73
Figura 32. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.....	74
Figura 33. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre los Órdenes de Insectos y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de los Órdenes de Insectos en cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.....	75
Figura 34. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Insectos y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Insectos en cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.....	76
Figura 35. Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Insectos (Coleóptera) y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Insectos en tres Tipos de Insectos (P, NP y PR) específicos.....	77

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios nuestro señor, por haberme permitido tener la fortaleza necesaria para concluir mis estudios doctorales, por poner a las personas y los medios necesarios en el lugar y tiempo indicados, por existir y formar parte de mi corazón; pero sobre todo, por brindarme la alegría de vivir y de compartir el mundo con las personas que más amo, respeto y admiro; por permitirme estudiar y trabajar con lo que más me gusta en la vida, por crear esos seres y formas tan maravillosas de flora y fauna silvestres para deleite de nosotros los seres humanos, por esto y mil cosas más, gracias por ser eje medular en mi vida.

A quienes son mi orgullo, razón de vivir y motivo de superación; con amor, respeto y profunda admiración: para mi madre María de Jesús Lezama Vázquez y mi padre Jorge Ugalde; para mi linda y bella esposa Perla Esmeralda Gallegos Torres y mi hermoso bebé, gracias por darme la dicha de formar una preciosa familia, los amo. Para mis hermanos: Carlos A., Emma, Jorge, Martha, Ma. De los Ángeles y Sergio. A quien ha sabido ser la mejor de las compañeras, amigas, confidentes y mucho más, a ti que me has sabido comprender y tolerar en todo momento, que has estado a mi lado en las buenas y en las malas (sobre todo en éstas últimas); para ti Alicia Karina Gómez Rojas... por ocupar un lugar tan especial e importante en mi corazón. A la memoria de mi tía Berta Lezama Vázquez (†); a mis abuelos Marcelo Lezama Hernández (†) y Sara Vázquez Juárez (†). A mis sobrinos: Eder O, Daniel, Jair U., Emma N., Ricardito, Eder A., Arturo, Osvaldo, Ángel, Shaday M., Leonardo, Luis A., Alejandro, Jessica L., Adriana R., Lourdes; a quienes amo profundamente y que gracias a su existencia me han motivado a seguir adelante y concluir este sueño. Gracias por su apoyo, confianza, cariño y demás bendiciones depositadas en mí. A mis cuñados: Prof. Arturo Lozano Montalvo y Biól. Ricardo Hernández Hueramo. Así como a quienes en el camino de mi formación me han apoyado en las labores arduas de trabajo y en quienes puedo confiar plenamente y llamarlos "amigos": Biól. Fernando De La Cruz Romero, C. Juan Nava Londet, Antonio Ontiveros Fiscal, Juan Hernández Rocha, Biól. Alejandra Alexandre Uribe y Biól. Ricardo Salas Mercado. Para todos aquellos que creyeron y confiaron en mí (sería difícil listarlos a todos), saben que ocupan un muy lugar especial en este logro,... a todos ustedes mil gracias...

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento otorgado durante mis estudios doctorales. Al Colegio de Postgraduados, por haberme permitido ingresar al programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Genéticos y Productividad con orientación en Manejo y Conservación de Fauna Silvestre del Programa de Ganadería. A la Asociación de Trabajadores, Administrativos y Académicos del Colegio de Bachilleres del Estado de México (ATAYA) por el apoyo económico para la impresión de la tesis. A la valiosa colaboración del C. Agustín Rodríguez Fuentes de la Universidad Autónoma Chapingo, por la identificación del material entomológico y sin quien hubiera sido muy complicada la determinación del mismo, al M.C. Jorge Valdez C. y Dr. Héctor González H. de la orientación en Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados por el préstamo de equipo de campo y de laboratorio. A mis amigos Biól. Fernando De La Cruz Romero, C. Juan Nava Londet, M.C. Isidro Ahmed Cruz Leyva, Antonio Ontiveros Fiscal y Juan Hernández Rocha; así como al personal de la comunidad de San Franco y A. C. Peña Alta, por las facilidades y apoyo brindados para la realización de los trabajos de campo. Al Dr. José Luis Alcántara Carbajal por la oportunidad que me brindó al fungir como mi profesor consejero durante el primer año de mis estudios. A la M. C. Beatriz C. Aguilar Valdez por el préstamo de equipo ornitológico.

Quiero hacer extensivo mi más profundo y especial agradecimiento al Dr. Juan Velázquez Mendoza por su tiempo, apoyo incondicional, guía, dedicación y empeño en la revisión exhaustiva del presente trabajo, por brindar lo mejor de sí en las sugerencias para mejorar el presente escrito, pero sobre todo agradezco su gran calidez y sencillez humana, lo cual lo hace una excelente persona a la cual admiró y respeto; gracias por darme la oportunidad que sólo una persona tan grande como usted podría haber dado, por creer en mí y por hacerme menos difícil el camino cuando más lo necesite, por fungir como mi profesor consejero, amigo y compañero durante la mayor parte de mis estudios de postgrado, por ello y mil cosas más, muchas gracias.

A mis amigos y miembros de mi consejo particular Dr. Gustavo Ramírez Valverde, Dr. Armando Equihua Martínez, Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández, Dr. Luis A. Tarango Arámbula y Dra. María Esther Ortega Cerrilla por su excelencia académica, préstamo de material, apoyo incondicional, sugerencias, aportaciones, profesionalismo, tiempo, esfuerzo y dedicación para mejorar el presente estudio; pero sobre todo, por su gran sencillez y humildad, características que los hacen unas excelentes personas a las cuales admiro y respeto profundamente; gracias por haber confiado y creído en mi, por brindarme su amistad (sobre todo en los momentos más difíciles); a todos ustedes, muchas gracias por compartir conmigo parte de sus valiosos conocimientos durante mis estudios doctorales.

## Comportamiento alimenticio y composición trófica de aves insectívoras en un bosque de *Pinus cembroides* (Zucc.)

Saúl Ugalde Lezama, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2010.

De enero a octubre de 2008, la coexistencia trófica de aves insectívoras fue estudiada en dos zonas de *P. cembroides* localizadas en el Área Natural Protegida Peña Alta (ANPPA): una de Bosque con Dosel Cerrado (BDC; semiconservado) y otra con Bosque de Dosel Abierto (BDA; perturbado). Se emplearon las metodologías de Línea de Canfield (*hábitat*); Cuadros Empotrados y Cuadrantes con Punto Central (*vegetación*); Corte y Sacudida de Ramas (*insectos*); Búsqueda Intensiva y Captura por Redes de Niebla Mediante Esfuerzo Constante (*aves*); Whitaker (*excretas*). Se determinaron (mediante Análisis de Componentes Principales [ACP], Regresión Poisson [ARP] y Regresión Logística Multinomial [ARLM]) las variables ambientales y del hábitat que tuvieron efecto sobre la presencia y disponibilidad estacional de insectos presa. Además, se analizaron (a través de Análisis de Regresión Logística Simple [ARLS] y Correspondencias Simple [ACS]) las técnicas de cacería y los sustratos de alimentación más utilizados por las aves. Por último, se identificaron (con ARLS y ACS) los componentes de las dietas de los pájaros y las variables morfológicas asociadas al consumo de presas, que determinan su condición energética (grasa). Se reconoció, mediante ARP, que la presencia de insectos está determinada por 14 coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); además, mediante ARLM, se identificaron tres variables más que ejercieron una alta significancia ( $p < 0.0001$ ) sobre la disponibilidad (diversas tallas) de los mismos. Se determinó, a través de ARLS, que los métodos de captura de presas están predeterminados por 16 coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); mientras que con los ACS, se reconocieron conjuntos de familias de aves que muestran una clara tendencia con ocho grupos particulares de comportamientos alimenticios, cuya asociación gráfica fue explicada por el 68% de la inercia total; específicamente por el 74% para avifauna insectívora. Por otra parte, en el uso de sustratos de alimentación se identificaron conjuntos de familias de aves que muestran una clara tendencia con siete (todas) y seis (insectívoras) grupos específicos de sustratos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 49 y 58% de la inercia total, respectivamente. Finalmente se estableció, mediante ARLS, que la condición corporal que exhiben las aves están determinados por siete coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); en tanto que con los ACS, se reconocieron conjuntos de familias de aves que muestran una clara tendencia con cuatro grupos particulares de órdenes de insectos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 50% de la inercia total. Así mismo, se identificaron conjuntos de familias de aves que muestran una clara tendencia con 28 (todas) y 14 (Coleóptera) grupos particulares de familias de insectos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 32 y 44% de la inercia total, respectivamente. De igual forma, se determinaron conjuntos de familias de aves que muestran una clara tendencia con cuatro grupos (Plaga, No Plaga, Parásito, Predador) particulares de insectos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 85% de la inercia total. También se reconocieron conjuntos de órdenes y familias de insectos que muestran una clara tendencia con cuatro grupos (tipos) particulares de insectos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 93 y 67% de la inercia total, respectivamente. Además se ubicaron conjuntos de familias de insectos del orden Coleóptera que muestran una clara tendencia con tres grupos (tipos) particulares de insectos, cuya asociación gráfica fue explicada por el 100% de la inercia total.

Así, la coexistencia alimenticia de las especies de aves registradas fue posible gracias a la separación de nichos ecológicos (mediante segregación de los sustratos de alimentación) etología; relaciones tróficas (condicionadas por su morfología) entre éstas y la distribución espacio-temporal de sus presas sobre la estructura vegetal del hábitat, producto de perturbación; mismas que determinan su condición corporal. Por lo tanto, las dietas registradas en ellas, evidencian que éste gremio trófico juega un papel fundamental en el control biológico de plagas forestales; particularmente de insectos Coleópteros.

**Palabras clave:** Bosque semiconservado y perturbado, coexistencia trófica, aves insectívoras, insectos presa, comportamiento alimenticio, uso de sustratos, variables morfológicas y del hábitat.

## Feeding behavior and trophic composition of insectivorous birds in a *Pinus cembroides* (ZUCC.) forest.

Saúl Ugalde Lezama, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2010.

From *January to October 2008*, the coexistence Trophic insectivorous birds was studied in two areas of *P. cembroides* located in the Natural Protected Area Peña Alta (ANPPA): a closed canopy forest (BDC; semiconservatively) and another with open canopy forest (BDA; disturbed). Methodologies were used line Canfield (*habitat*); Tables Wardrobes and Quadrant with central point (*vegetation*) and shaking branches Court (*insects*), Intensive Search and Capture Effort Networks Using Constant Fog (*birds*), Whitaker (*excreta*). Were determined (using Principal Component Analysis [PCA], Poisson Regression [ARP] and Multinomial Logistic Regression [ARLM]) environmental variables and habitat that took effect on the occurrence and seasonal availability of insect prey. Furthermore, we screened (through Simple Logistic Regression Analysis [ARLS] and Simple Correspondence [ACS]) the techniques of hunting and feeding substrates commonly used by birds. Finally, we identified (with ARLS and ACS) components of the diets of birds and morphological variables associated with the use of dams, which determines its energy condition (fat). It was recognized by ARP, the presence of insects is determined by 14 coefficients statistically significant ( $p < 0.05$ ), moreover, by ARLM identified three variables that exerted a high significance ( $p < 0.0001$ ) on the availability (*various sizes*) of them. It was determined through ARLS, that prey capture methods are predetermined by 16 coefficients statistically significant ( $p < 0.05$ ), while with ACS were recognized sets of families of birds that show a clear trend with eight individual groups of eating behaviors, whose association was explained by graphical 68% of the total inertia, specifically by 74% for insectivorous birds. Moreover, the use of feeding substrates were identified sets of families of birds that show a clear trend with seven (all) and six (insect) specific groups of substrates, whose association was explained by the graph 49 and 58% of total inertia, respectively. Finally settled by ARLS that body condition exhibited by the birds are determined by seven factors statistically significant ( $p < 0.05$ ), while the ACS is recognized sets of families of birds that show a clear trend with four groups particular orders of insects, whose association was explained by graphical 50% of the total inertia. Likewise, we identified sets of families of birds that show a clear trend with 28 (all) and 14 (Coleoptera) particular groups of families of insects, whose association was explained by the graph 32 and 44% of the total inertia, respectively. Similarly, identified sets of families of birds that show a clear trend with four groups (Scourge, Scourge No, Parasites, Predators) of insect individuals, whose association was explained by graphical 85% of the total inertia. There was also recognition command sets and families of insects that show a clear trend with four groups (types) individuals of insects, whose association was explained by the graph 93 and 67% of the total inertia, respectively. In addition, sets of families placed the insect order Coleoptera which show a clear trend with three groups (types) individuals of insects, whose association was explained graphically by 100% of the total inertia.

Thus, food coexistence of bird species recorded was due to the separation of ecological niches (through segregation of substrate supply) ethology, trophic relationships (conditioned by their morphology) between them and the spatiotemporal distribution of their prey on habitat vegetation structure, resulting from disturbance; them to determine their body condition. So sign up on these diets, trophic guild show that it plays a fundamental role in biological control of forest pests, particularly insect Coleoptera.

**Key words:** Semiconservatively and disturbed forest, coexistence trophic, insectivorous birds, insect prey, feeding behavior, use of substrates, morphological and habitat variability.

---

## CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.

Las comunidades de aves insectívoras varían en su estructura a corto, mediano y largo plazo durante la migración hacia los trópicos (Keast y Morton, 1980); esto se relaciona con cambios en la disponibilidad de alimento (MacArthur, 1958; Grubb, 1975; Raley y Anderson, 1990; Wiens, 1993; Jaksic y Lazo, 1999). La estructura, producción y composición florística de la cobertura vegetal dependen de los factores ambientales de luminosidad, temperatura, suelo, agua, entre otros, mismos que varían estacionalmente (Cox, 1985; Strong y Sherry, 2000). Por lo que, la diversidad vegetal y la biomasa disponible durante el año son heterogéneas, lo cual influye directamente en la distribución horizontal y vertical de ciertas comunidades entomológicas (Erwin, 1982; 1983; Sutton, 1983; Stork, 1988; Lewinsohn *et. al.*, 1991; Fuentes y Yates, 1994; Parker, 1995; Keese, 1997; Centella *et. al.*, 2003). Por lo tanto, la disponibilidad de alimento (insectos presa) para las aves varía (Cody, 1985; Wiens, 1989) y con ello la estructura, conformación, distribución y ecología trófica de las comunidades avifaunísticas (Morse, 1971; Wiens, 1989; Lovette y Holmes, 1995).

Los insectos son alimento de muchas clases de depredadores, entre ellos de las aves insectívoras, mismas que han desarrollado una amplia variedad de especializaciones alimenticias, desde la cacería en vuelo hasta la excavación profunda en la madera a través del pico (Morse, 1971; Howe, 1984a; Gill, 1990; Ricklefs, 1990). La estrategia de un organismo para asegurar su nutrición en un tiempo mínimo se conoce como Alimentación Óptima (Morse, 1971; Charnov, 1976b; Pyke *et. al.*, 1977). A través de ésta, las especies de aves han tenido que mostrar una amplia coexistencia mediante la partición de sus recursos alimenticios por segregación de sus hábitats de alimentación (MacArthur, 1958; Lack, 1971;

---

Schoener, 1974). Sin embargo, la explicación de su coexistencia en el neotrópico se complica por la paradoja de que las abundancias de insectos son bajas cuando las abundancias de las aves alcanzan su máximo pico poblacional anual (Johnson *et. al.*, 2005; 2006a).

Estudios con relación a medidas cuantitativas sobre la disponibilidad y explotación de alimento en aves insectívoras son escasos o nulos (Hutto, 1990; Greenberg *et. al.*, 1993; Poulin y Lefebvre, 1997); una de las posibles causas es que se carece de pruebas adecuadas para realizar dicha cuantificación en aves insectívoras (Smith y Rotenberry, 1990; Petit *et. al.*, 1995; Johnson, 2000a) por que éstas tienden a consumir una amplia variedad de insectos, mismos que presentan diferentes tipos de movilidad, tamaño, comportamiento y palatabilidad (Southwood, 1980; Wiens, 1984; Johnson, 2000b). Esto afecta la disponibilidad y abundancia de las presas; pero también el comportamiento alimenticio, composición de especies y relaciones intra e ínter específicas de las aves (Sherry, 1984; Cox, 1985; Wiens, 1989; Wolda, 1990; Hutto, 1992; Wunderle y Waide, 1993; Lovette y Holmes, 1995; Sherry y Holmes, 1996; Murakami, 2002). De ésta manera, las especies de aves pueden estar agrupadas dentro de pequeñas unidades ecológicas llamadas gremios (Guariguata y Catan, 2002).

Los bosques del país presentan problemas serios provocados por disturbios naturales y perturbaciones antrópicas, tales como la deforestación y abertura de rodales forestales para actividades agrícolas y pecuarias, mismas que han modificado la dinámica natural, estructura, composición, disminución y pérdida de la cobertura vegetal (Miranda y Hernández-X, 1963; Rzedowski, 1978).

El Área Natural Protegida Peña Alta (ANPPA) presenta bosques con diferentes gradientes de perturbación, particularmente por actividades ganaderas, agrícolas, forestales y ecoturísticas; esta situación causa alteraciones en los patrones de biodiversidad regional, favoreciendo con ello la proliferación de diversas especies de insectos, particularmente de aquéllos considerados plagas forestales (IEEG, 2002). Sin embargo, presenta una amplia e importante comunidad de aves, en donde el papel potencial de las especies insectívoras en el control de plagas forestales es aún desconocido, en términos de los componentes entomológicos que conforman sus dietas y las técnicas de captura que utilizan para consumirlos; además, algunas especies de aves se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción (SEMARNAT, 2001). Así, el ANPPA presenta algunos atributos para analizar la ecología alimenticia de las especies de aves insectívoras, considerando: 1) la identificación de insectos; 2) su búsqueda en los microhábitats disponibles; 3) las técnicas de cacería utilizadas y 4) la preferencia por alguna o algunas presas (Greenberg y Gradwohl, 1980; Morrison, 1980; Robinson y Holmes, 1982; Rosenberg *et. al.*, 1982; Airola y Barrett, 1985; Holmes y Recher, 1986; Holmes y Schultz, 1988; Hutto, 1990; Raley y Anderson, 1990; Wolda, 1990; Smith y Rotenberry, 1990; Chapman y Rosenberg, 1991; Johnson, 2000b).

No hay estudios en los que se comparen los comportamientos alimenticios, la preferencia y consumo por ciertos tipos de alimentos (insectos) para explicar patrones de coexistencia, en la conformación de gremios tróficos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) vs Bosque con Dosel Abierto (BDA); menos aún, que aborden la disponibilidad estacional de presas de diferentes tallas y su efecto sobre la respuesta fenológica en las dietas de las aves, para identificar especies potencialmente controladoras de plagas forestales. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar la coexistencia trófica de aves insectívoras en relación a la presencia y disponibilidad estacional de sus presas potenciales.

---

## CAPITULO 2. ANTECEDENTES.

Gradwohl (1980), Rotenberry (1980), Robinson y Holmes (1984), Sherry (1984), Greenberg y Greenberg (1987) estudiaron la estructura del hábitat en diversas vías, señalando que la selección, sustratos y estrategias de alimentación utilizados por las aves podrían ser temas fundamentales para conocer la ecología trófica de aves.

Charnov (1976 a; b) y Pyke *et. al.* (1977) reportan que la adecuación alimenticia de las aves está asociada con su comportamiento, el cual ha sido maximizado por selección natural; sujeto a ciertos eventos ambientales que influyen marcadamente sobre la disponibilidad de recursos críticos como el alimento (insectos presa).

Keast y Morton (1980) señalan que los patrones de actividad de los insectos son estacionales, por lo que en ciertos periodos pueden encontrarse sólo en estado activo, si utilizan dicho recurso, las aves presentan tres alternativas: modificar su alimentación para obtener otro tipo de insectos en estado inactivo, consumir otro tipo de recursos como frutos o semillas, o definitivamente marcharse; es decir, enfrentan cambios en la disponibilidad del alimento (presas potenciales) a lo largo del año, producto de la dinámica de los insectos.

Greenberg (1995) demostró que las aves están limitadas por dos factores: insectos de talla grande para el mantenimiento de polluelos durante el periodo reproductivo y la biomasa total de insectos disponibles (pequeños y grandes) para sostener aves adultas durante todo el año; los insectos grandes son taxonómicamente distintos de los pequeños.

Faaborg y Terborgh (1980), Levings (1983), Wolda (1990), Strong y Sherry (2000) y Johnson (2000b) puntualizan que el alimento influye en la estación no reproductiva, cuando las condiciones climáticas no son favorables para el desarrollo de nuevas presas y el número de competidores incrementa, a consecuencia del arribo de las especies de aves migratorias.

Gradwohl y Greenberg (1982) y Poulin y Lefebvre (1996) encontraron que las aves residentes pueden alimentarse de presas grandes durante todo el año; recurren a insectos grandes para la crianza de polluelos. Keast y Morton (1980), Smythe (1982), Hagan y Johnson (1992) y Johnson *et. al.* (2005) encontraron presas pequeñas durante la estación no reproductiva y presas grandes en la reproductiva.

Wiens (1989) y Maurer (1990) indican que la distribución espacio-temporal de recursos vegetales puede afectar considerablemente los comportamientos alimenticios y por lo tanto, a las comunidades de aves. Holmes *et. al.* (1979a), Burke y Nol (1998), Raupp *et. al.* (1988) y Hunter (1991) señalan que en realidad, dicha distribución puede cambiar drásticamente con la estación y; que las aves insectívoras requieren diferentes cantidades de recursos durante el año.

## **CAPITULO 3. OBJETIVOS.**

### **3.1. Objetivo general.**

- Evaluar la coexistencia trófica de aves insectívoras en relación a las comunidades entomológicas presentes en un bosque de *P. cembroides*.

### **3.2. Objetivos particulares.**

1. Determinar las variables ambientales y del hábitat que tienen efecto sobre la presencia y disponibilidad estacional de insectos potencialmente presa.
2. Analizar las técnicas de cacería y los sustratos más utilizados por las aves insectívoras en su alimentación.
3. Identificar los componentes de las dietas y variables morfológicas asociadas al consumo de presas, que determinan la condición energética de aves insectívoras.

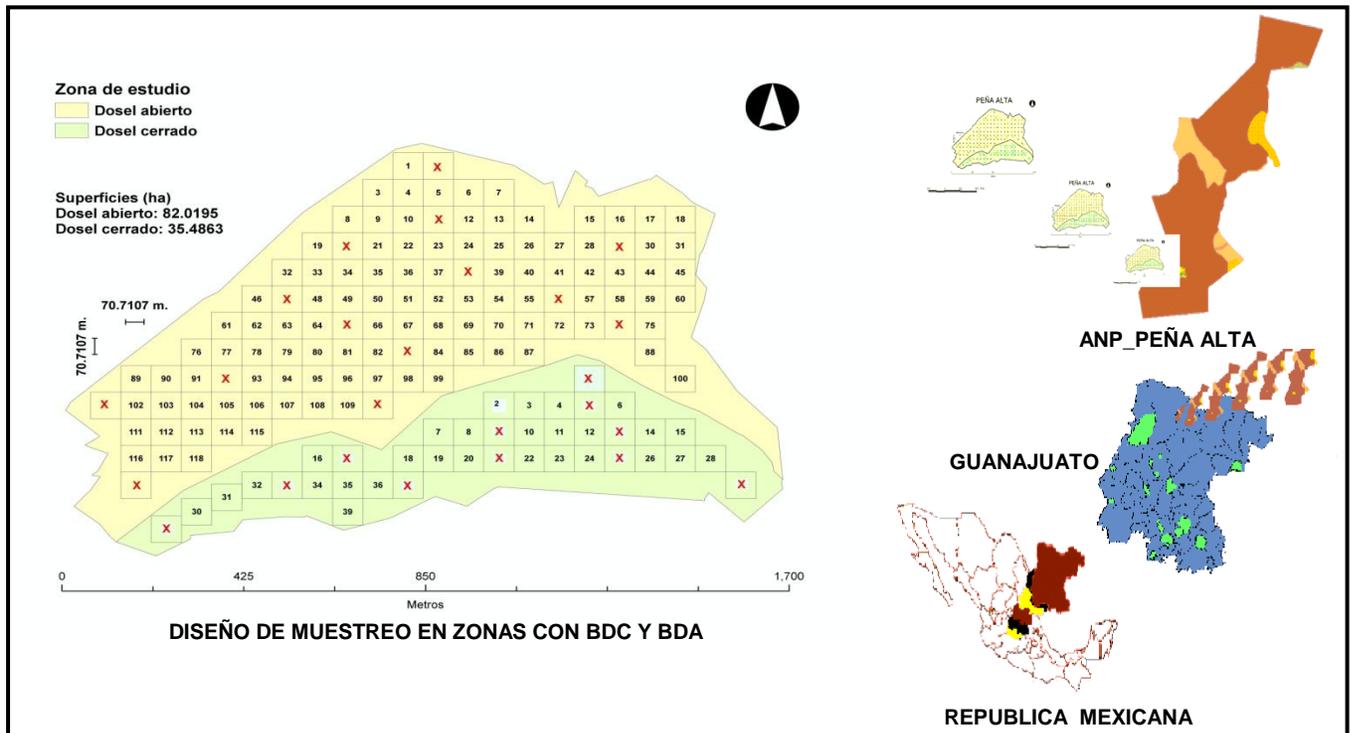
### **CAPITULO 4. HIPOTESIS.**

1. Las variables ambientales y del hábitat no tienen un efecto significativo sobre la presencia y disponibilidad de las comunidades entomológicas.
2. No hay asociación ni preferencia por alguna técnica particular de cacería o sustrato utilizado por las aves en su alimentación.
3. No existen componentes entomológicos específicos en las dietas, ni variables morfológicas asociadas al consumo de presas que influyan sobre la condición energética de las aves.

## CAPITULO 5. METODOLOGÍA.

### 5.1. Área de estudio.

El ANPPA se ubica en el municipio de San diego de la Unión, al norte del estado de Guanajuato. Posee una superficie de 13, 270 ha que forman parte del sistema montañoso Cubo-Las Nieves; limita al norte con los cerros Verde, Macho y la localidad el Carretón; al sur con los cerros el Madroño, San Juan, las localidades Buena Vista, Del Cubo y Las Cabras; al este con la localidad de San Juan Pan de Arriba y la cabecera municipal de San Diego de la Unión; al oeste con la sierra del Cubo. Las zonas de bosque bajo estudio: Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) se localizan en la parte sur del ANPPA, en una altitud de 2147 a 2332 msnm, entre las coordenadas geográficas 21°27'30.6" de latitud norte y 100°59'6.5" de longitud oeste (IEEG, 2002), comprenden una superficie de 35.48 ha y 82.01 ha (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del ANPPA y zonas bajo estudio; se observa el diseño de muestreo utilizado, bosque de *P. cembroides* bajo dos condiciones de densidad arbórea evidente: Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

### **5.1.1. Climatología y temperatura.**

El tipo de clima que se presenta en el sitio experimental es el *BS1k Semiseco*, que corresponde al menos seco de éste grupo, con una temperatura media anual de entre 12 y 22 °C; manteniéndose generalmente por encima de los 18 °C. Exhibe un invierno fresco, con temperaturas inferiores a los 18°C en el mes más frío (García, 1973; IEEG, 2002).

### **5.1.2. Precipitación.**

Se presentan cuatro tipos de la distribución pluvial: el primero es con: 400 mm, abarca la parte noreste que colinda con San Luis de la Paz; el segundo de: 500 mm, comprende la mayor parte del municipio; el tercero: 600 mm, se localiza al oeste formando una franja hacia el suroeste; el cuarto: 700 mm, se localiza al suroeste colindando con los municipios de San Felipe y Dolores Hidalgo (IEEG, 2002).

### **5.1.3. Edafología.**

Los suelos localizados en la región son los Fozem Háplico (Hh/2/L) y Lúvico (HI) (FAO/UNESCO, 1988; IEEG, 2002).

### **5.1.4. Vegetación.**

En el ANPPA se registran cuatro comunidades vegetales: matorral espinoso, bosque de pino piñonero, bosque de encino y pastizal inducido. Los bosques bajo estudio comprenden

---

asociaciones vegetales de pino piñonero (*Pinus cembroides*), con individuos de diversas alturas y hasta de 60 cm de diámetro, con una abundancia aproximada de 500 árboles por hectárea (Rzedowski, 1978; IEEG, 2002).

## 5.2. Diseño de muestreo.

En un bosque de *Pinus cembroides* (Zucc.) del ANPPA, se eligieron dos zonas o Unidades de Estudio (UEs) con diferente condición de densidad arbórea evidente: 1) Bosque con Dosel Cerrado (BDC) o semiconservado y 2) Bosque con Dosel Abierto (BDA) o perturbado; con una superficie de 35.48 y 82.01 ha, respectivamente (Figura 1).

Las poligonales y superficies de cada zona se delimitaron mediante la toma de sus datos geográficos a través de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, siglas en inglés) marca GARMIN VENTURE CX; posteriormente éstos se trasladaron a un Sistema de Información Geográfica (SIG) en el software ArcView 3.2 e IDRISI32 (Guisan y Zimmermann, 2000; Eastman, 2001) para establecer correctamente el diseño de muestreo.

El diseño de muestreo utilizado en cada zona fue el Muestreo Sistemático (MS), en el que se consideraron dos Unidades de Estudio (UEs): BDC=35.48 ha y BDA=82.01 ha. En las que se aplicó un Marco de Muestreo de Área por Segmento Cerrado (MMASC) con 39 y 119 Unidades de Elección (UEI) de 0.5 ha; el muestreo estuvo diseñado para obtener el número promedio de insectos en cada UEI. El tamaño de muestra (No. de UEI) se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(Z_{1-(\alpha/2)} \frac{SD}{D})^2}{1 + \frac{1}{N} (Z_{1-(\alpha/2)} \frac{SD}{D})^2}$$

Donde:

$n$  = Número de UEI.

$Z_{1-(\alpha/2)} = 1.96$  (Z con  $\alpha = 0.05$  lo que significa una confianza de 0.95%).

$SD = 20$  (desviación estándar asumiendo una distribución *Poisson* con media 400 = varianza).

$D = 10$  (precisión, aceptando como máximo error 10 individuos de insectos).

$N$  = Tamaño de la población o Numero total de UEI (BDC = 39 y BDA= 119).

Para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) se calculó un Tamaño de Muestra (TM) de  $n=11$  y  $n=14$  UEI, respectivamente; mismas que se eligieron y ubicaron en cada zona mediante un Muestreo Simple Aleatorio (MSA) acompañado de una Elección Sistemática (ES) empleando la siguiente ecuación:

$$K = N / n$$

Donde:

K = Cada cuantas UEI se elegirá una UEI.

N = Tamaño de la población o número total de UEI (BDC = 39 y BDA = 119).

n = Tamaño de muestra o número de UEI elegidas mediante MSA.

Se obtuvo una K=4 (BDC) y K=9 (BDA); con ello, se seleccionó aleatoriamente un número de entre 1 y 4 para BDC, así como entre 1 y 9 para BDA. Los números seleccionados fueron 1 para BDC y 2 en BDA; así, las UEI muestreadas se eligieron comenzando en la UEI No.1 de la zona de BDC y en la No.2 para BDA; posteriormente, las siguientes UEI contempladas fueron elegidas conforme al valor de K; es decir, cada 4 UEI en BDC y 9 para BDA (Cochran, 1976; 1977; Figura 1).

### **5.3. Muestreo del hábitat y de variables ambientales.**

Entre los meses de enero a octubre de 2008, se realizó la evaluación mensual de las variables ambientales y del hábitat en cada una de las zonas bajo estudio. Se emplearon el diseño de muestreo establecido y el método de intercepción en Línea de Canfield (Canfield, 1941; Aguado *et. al.*, 1996; Del Castillo, 2000; Álvarez *et. al.*, 2004) para implementar 11 y 14 líneas de 25 m cada una para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA; Figura 2); en todos los muestreos, una roca marcada fue lanzada de manera aleatoria al interior de cada UEI, con la finalidad de establecer en cada una de ellas un sólo cordel o línea sobre la que se realizaron las observaciones. Las variables del hábitat de cobertura,

pedregosidad, suelo desnudo, material leñoso, pendiente, coberturas vegetales (herbácea, arbustiva y arbórea), cuerpos de agua, distancia de escape, se midieron (cuantitativamente y en porcentaje) en función de su longitud de ocupación sobre cada cordel (Milesi *et. al.*, 2002).

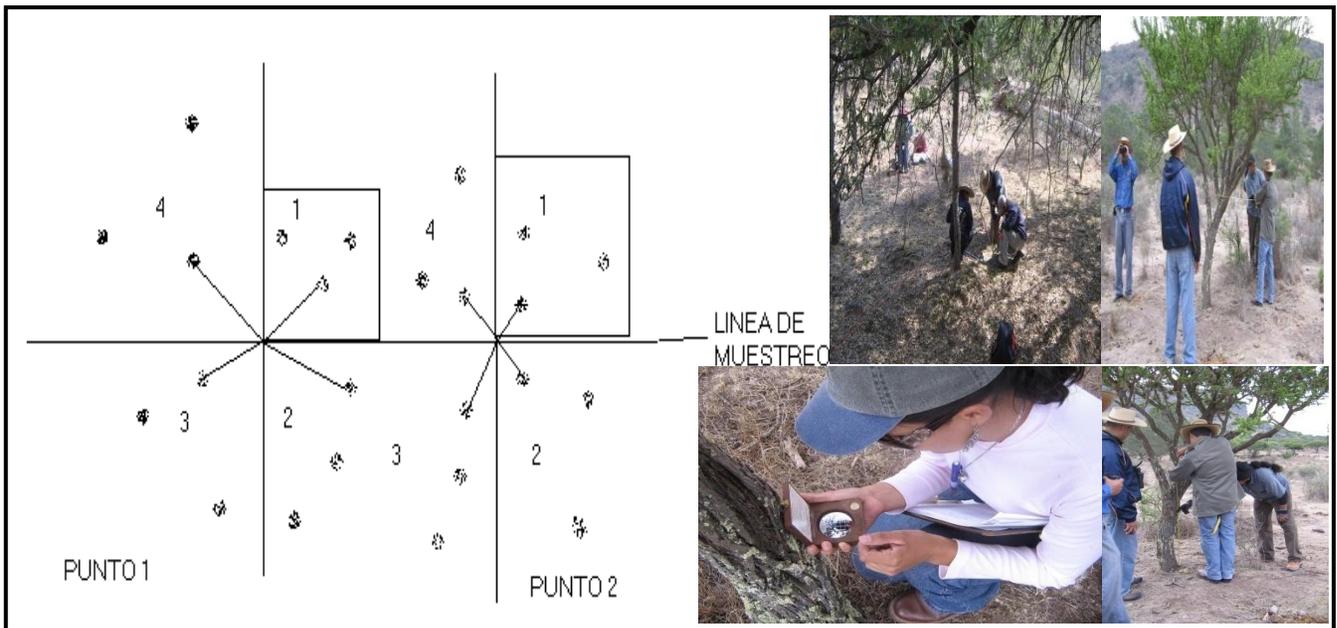
Los datos ambientales (cálido, frío, lluvioso, nubes, viento, luminoso) se tomaron *in situ* de manera cualitativa; en contraste, la temperatura y humedad relativa se tomaron con un sensor digital de medición marca HOBO Pro (manufacturado por Onset, Pocasset, MA) con una resolución de  $\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ , precisión de  $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$  y una capacidad de muestreo a 0.2 Hz, para una capacidad de registro de datos en campo cada quince minutos. Las lecturas tomadas fueron extraídas del mismo a través del software BoxCar Pro 4.0.6 para su posterior análisis (Grimmond *et. al.*, 2000); la altitud en msnm se tomó con un GPS marca GARMIN VENTURE CX (Guisan y Zimmermann, 2000; Eastman, 2001).



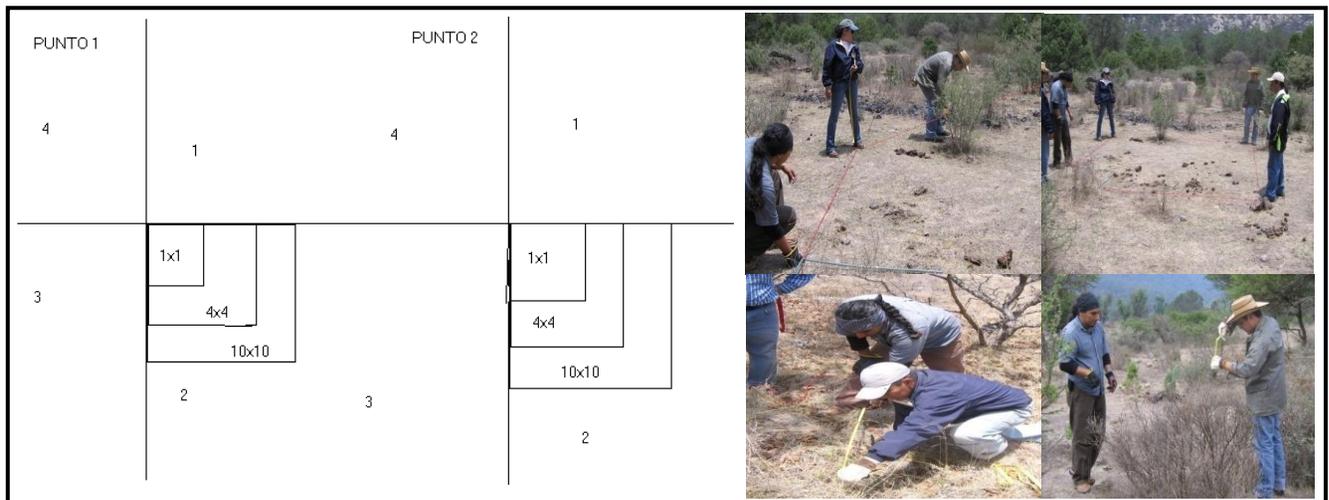
**Figura 2.** Metodología de línea de Canfield y toma de datos ambientales en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

#### 5.4. Muestreo de la vegetación.

La vegetación para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) se muestreo utilizando los métodos de cuadrantes con punto central para vegetación arbórea (Cottam y Curtis, 1956; Figura 3) y cuadros empotrados para vegetación herbácea y arbustiva (Oosting, 1956; Figura 4). Ambas metodologías se aplicaron cada 30 días en tres ocasiones a cada zona, durante los meses de enero, mayo y septiembre de 2008.



**Figura 3.** Método de cuadrantes con punto central para vegetación arbórea en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).



**Figura 4.** Método de cuadros empotrados para vegetación herbácea y arbustiva en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

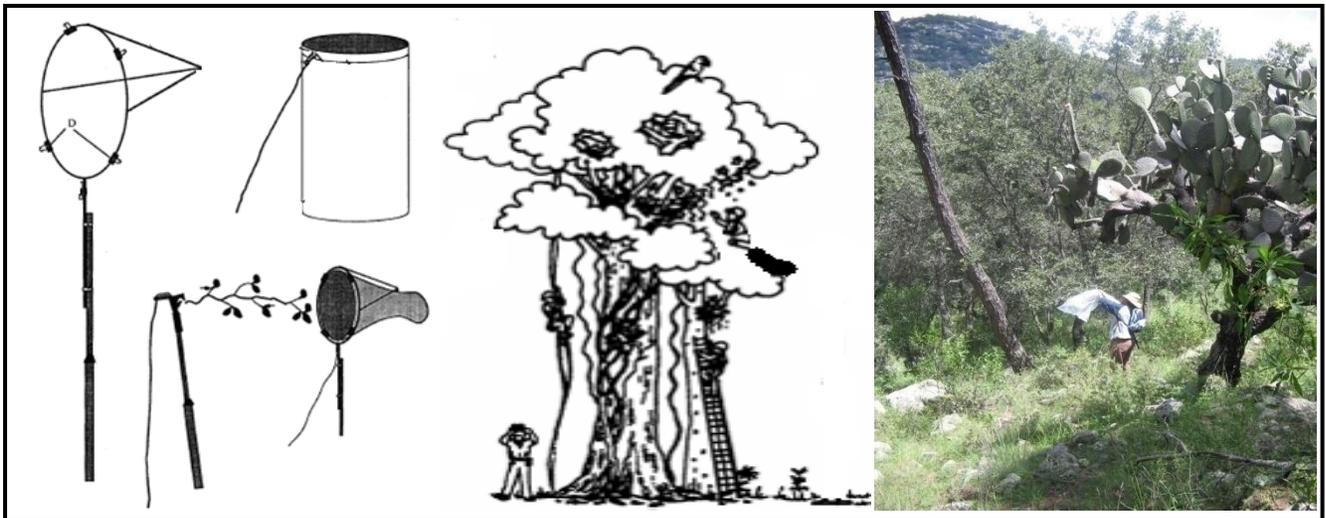
En cada mes que se muestreó, se eligieron un total de 11 y 14 sitios de vegetación para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA); fueron establecidos en función del diseño de muestreo y ubicados de manera aleatoria al interior de cada UEI con distancias mínimas de 0.5 ha entre cada punto; es decir, uno para cada una de ellas (Zavala, 1984; Figura 1).

La vegetación arbórea se midió considerando: especie, diámetro a la altura del pecho (D.A.P: 1.30 m; para todo tronco igual o mayor a 5 cm de diámetro), número de ramas, distancia del árbol al punto central; alturas: total y de fuste limpio; porcentajes: densidad de cobertura, hojas nuevas y cobertura de dosel (Figura 3). En vegetación herbácea y arbustiva, las variables contempladas fueron: número de individuos por especie, diámetro, cobertura y altura (Figura 4). Se utilizaron prensas botánicas para la preservación de los ejemplares vegetales colectados en campo; mismas que se trasladaron al herbario “CHAP” de la División de Ciencias Forestales (DICIFO), perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), para su secado e identificación a nivel de especie.

### **5.5. Muestreo de insectos.**

Los muestreos de insectos se realizaron de enero a octubre de 2008, en periodos temporales de 30 días. Se desarrollaron un total de 10 muestreos para cada una de las zonas bajo estudio (BDC y BDA), abarcando el período migratorio de las aves. Para la colecta de insectos se empleó la técnica de “Corte y Sacudida de Ramas” (Schowalter, 1994, *Branch Clipping*, Figura 5); la cual consistió en colocar una bolsa de plástico por debajo y alrededor del extremo de una rama o follaje (arbóreas, arbustivas y herbáceas), la boca del

bolso fue cerrada, rápida y firmemente, alrededor de la rama con ayuda de un lazo. Se sacudió y cortó la rama del árbol, observando el corte de la misma, con la finalidad de no perder ningún individuo de la muestra. Se bajó la bolsa, visualizando e inspeccionando los insectos capturados en la misma y los contenidos en la rama previamente cortada (Johnson, 2000a; Johnson y Sherry, 2001; Johnson *et. al.*, 2005; 2006b). Para alcanzar el dosel de los árboles, se utilizaron diversas cuerdas y una escalera plegable con una capacidad de altura máxima de 15 m.



**Figura 5.** Corte y sacudida de ramas para el muestreo de insectos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

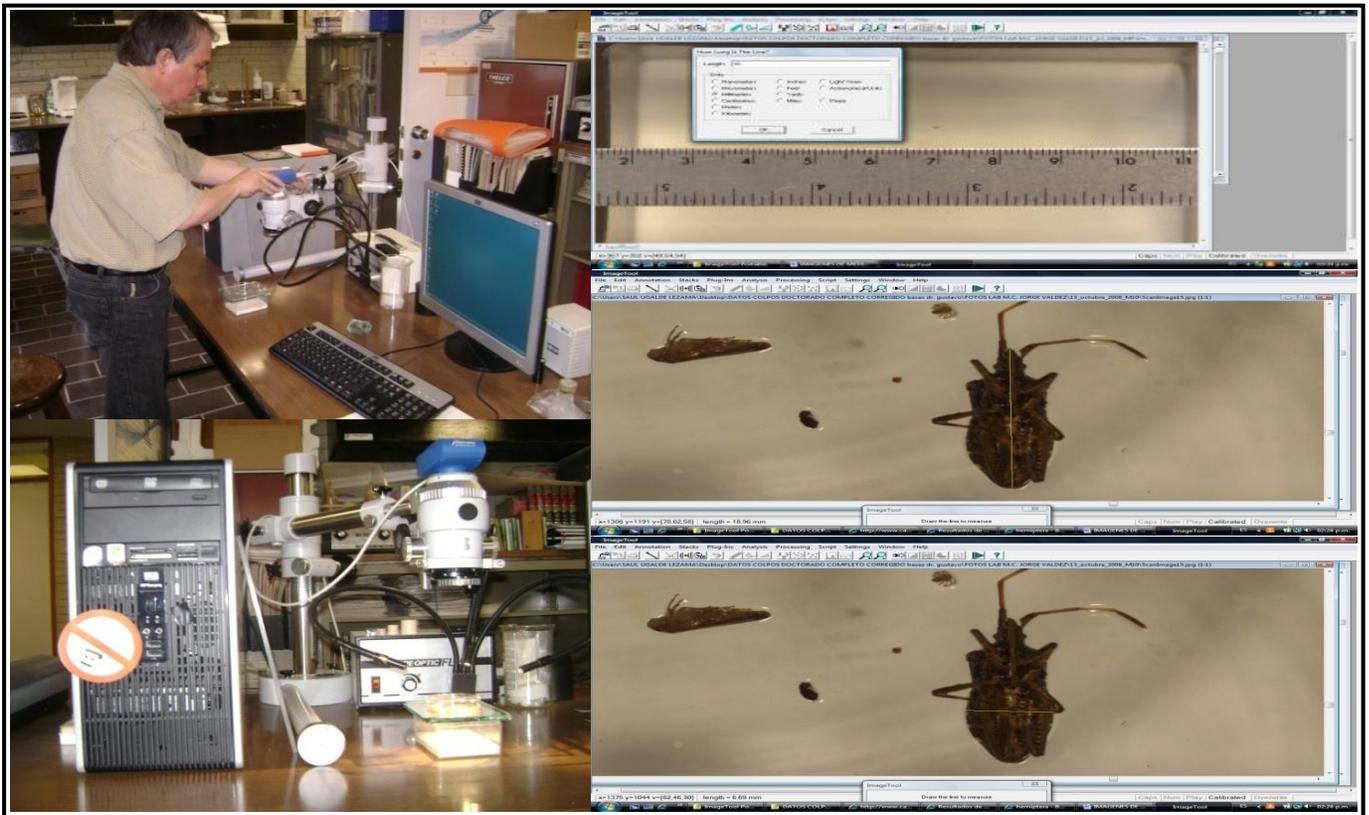
Dicha colecta se realizó en cada una de las UEI que se seleccionaron en el diseño de muestreo para cada zona: Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA; 11 y 14; Figura 1). Las posiciones exactas de las muestras se tomaron sólo donde se observaba a una ave llevando a cabo alguna técnica de cacería o alimentación; así, se obtuvieron una o varias muestras de insectos en cada UEI (Johnson, 2000a; Johnson *et. al.*, 2005).

Los insectos capturados se depositaron y preservaron en frascos con alcohol al 70% debidamente etiquetados; posteriormente, fueron trasladados al laboratorio de entomología del Colegio de Postgraduados y con personal de la UACH, donde se vertió el contenido de los frascos sobre una caja Petri para examinar, contabilizar e identificar con un microscopio estereoscópico (resolución: 10-80 x) a los individuos de la muestra a nivel de plaga forestal, orden y familia (Johnson *et. al.*, 2006b). La caracterización taxonómica, se realizó utilizando las claves entomológicas de Borror *et. al.* (1989), Equihua (1989) y Stehr (1987; 1991); éstas últimas, para estados inmaduros (Figura 6). Cabe señalar que se desarrolló, progresivamente, una colección de referencia creada a partir de la frecuencia de ocurrencia de los insectos capturados (Gámez-Virués *et. al.*, 2007).



**Figura 6.** Preservación e identificación de insectos colectados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

Dichas muestras se fotografiaron, analizaron (graduación de la imagen) y midieron para llevar un registro de las diversas formas encontradas. La captura de imágenes se hizo con una cámara digital marca Pax Cam 3, con óptica Kern Macro-Switar, modelo profesional; para equipos de Microscopía Electrónica de Barrido JEOL 35-C. El análisis de las imágenes se hizo colocando una escala de referencia de medida, calibrada en mm, que se obtuvo con una regla graduada en centímetros que se fotografiaron en las mismas condiciones que las muestras. Las medidas de cada individuo se hicieron con el analizador de imágenes Image Tool for Windows versión 3.0 (Wilcox *et. al.*, 2002; Domínguez, 2006; Figura 7). En base a los criterios establecidos por Morton (1980) y Johnson *et. al.* (2005), dichas mediciones fueron hechas en intervalos de 1-3; 4-6; 7-9 mm y > 1 cm, con la finalidad de agrupar a los individuos, de las muestras, en cuatro subcategorías: pequeños (P), medianos (M; biomasa total), grandes (G) y muy grandes (MG; biomasa del gasto de crianza).



**Figura 7.** Captura, análisis y medición fotográfica de los insectos colectados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

## 5.6. Muestreo de aves.

Las observaciones del comportamiento alimenticio y la captura para obtener excretas que permitieran determinar las dietas de aves insectívoras, en cada zona bajo estudio (BDC y BDA), se desarrollaron a través de dos metodologías: 1) búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et. al.*, 1996) y 2) captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et. al.*, 1986; Wunderle, 1994; Villaseñor y Santana, 2002). Se utilizaron en combinación por ser complementarias y aumentar la probabilidad de detección en aves que son de comportamiento quieto y silencioso, reduciendo el sesgo por identificación de especies a través del canto o llamado, ya que los individuos pudieron ser buscados, ubicados e identificados visualmente (Karr, 1981; Hutto *et. al.*, 1986; López-DeCasenave *et. al.*, 1998; Ugalde-Lezama *et. al.*, 2009).

### 5.6.1. Método de Búsqueda Intensiva.

La búsqueda intensiva de aves se llevó a cabo en periodos mensuales de observación; realizándose 10 monitoreos en cada zona, entre los meses de enero a octubre de 2008. Paralelamente, a los muestreos de insectos se efectuaron una serie de observaciones (en búsqueda de aves) de 10 min cada una a lo largo de los distintos sitios o UEI (11 y 14; BDC y BDA) que se eligieron mediante el diseño de muestreo propuesto (Figura 1), pudiendo parar o desviar para identificar especies cuando era necesario (Slobodchikoff y Schulz, 1980). La observación de las aves en dicha metodología se desarrolló empleando simultáneamente el método de muestreo focal (Altmann, 1974; Altmann y Altmann, 2003); en el cual, el observador se ubicó primeramente al centro de la UEI; posteriormente, recorrió lentamente

su interior hasta detectar a un ave alimentándose (Figura 8). Sólo se tomaron en cuenta aquéllas aves que se encontraban alimentándose activamente y no a las que estaban involucradas en algún otro tipo de comportamiento, que pudiera alterar las técnicas de cacería utilizadas (Robinson y Holmes, 1982). Este esquema es tan efectivo como el de 32 min, recomendado por otros autores, debido a que mantiene una efectividad del 80 al 90% (Mountainspring y Scott, 1985).

El trabajo de campo se llevó a cabo de 6:00 a 12:00 h en cada zona, horario en que las aves tienen mayor actividad (Silva y Sherry, 1992; Lovette y Holmes, 1995); sin embargo, las observaciones se realizaron media hora después de salir el sol y solamente en días con óptimas condiciones climáticas; comenzando un minuto después de que el observador llegara a la UEI, para permitir que el comportamiento del ave se ajustará a la presencia del mismo (Reynolds *et. al.*, 1980; Hutto *et. al.*, 1986; Ralph *et. al.*, 1996). Los avistamientos se realizaron con binoculares de 25X50 m (Bushnell) y la identificación de las aves con guías de campo estándar (Peterson y Chalif, 1989; National Geographic Society, 1987; 2002).



**Figura 8.** Búsqueda Intensiva de aves empleando el método de Muestreo Focal en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

Se registraron los datos de sexo, edad, número de individuos por especie y distancia. Con base en los criterios establecidos por Slobodchikoff y Schulz (1980), Fitzpatrick (1981), Szaro y Jakle (1982), Elgar *et. al.* (1983), Remsen y Robinson (1990), se consideró paralelamente la toma de las siguientes variables:

1. Altura de alimentación: altura en la cual, un ave realizaba una técnica de cacería o alimentación; fue determinada en un plano vertical a partir del suelo.
  
2. Sitio de percha o de alimentación: se definieron características de la percha en la que un ave se encontraba al momento de realizar un intento de captura sobre una presa; comprendió las siguientes categorías:
  - a) Suelo: incluye rocas y suelo desnudo (a partir de 0 cm de altura).
  
  - b) Follaje: comprende hojas y flores.
  
  - c) Tronco: con un diámetro  $\geq 5$  cm.
  
  - d) Zacate: incluye macollos y otro tipo de gramíneas.
  
  - e) Rama: con un diámetro  $< 5$  cm.
  
  - f) Aéreo: aves alimentándose completamente en vuelo.

3. Zona vegetal utilizada: parte del componente arbóreo o arbustivo en la que un ave realizaba un intento por capturar alguna presa. El dosel, tronco o tallo fueron divididos en planos horizontales y verticales: los primeros, del centro hasta el exterior: interno, intermedio y externo; los segundos, de la base a la punta: superior medio y bajo.
  
  4. Especie de percha: vegetación sobre la cual un ave perchaba, iniciaba o realizaba un intento por capturar alguna presa.
  
  5. Técnica de cacería o comportamiento alimenticio: forma en la que un ave buscaba, perseguía, capturaba y consumía una presa potencial; las técnicas de alimentación contempladas fueron:
    - a) Colectar: el ave tomaba alguna presa expuesta del sustrato en el que perchaba.
  
    - b) Remover: removía un sustrato suelto con las patas para recoger presas.
  
    - c) Perseguir: se mantenía perchando en espera de que alguna presa pasaría para capturarla al vuelo, pudiendo regresar o no a la misma percha.
  
    - d) Revolotear: recogía presas del sustrato mientras se mantenía volando activamente.
  
    - e) Semirevolotear: perchaba en un sustrato poco resistente para soportar su peso; aleteaba activamente al mismo tiempo que tomaba dicha presa de éste sustrato.
  
    - f) Impulsar: brincaba verticalmente de una percha a otra para recoger una presa.
-

g) Arrebatador: saltaba horizontalmente entre perchas para capturar presas en el trayecto.

h) Bajador: bajaba de su percha al suelo sólo el tiempo necesario para recoger presas.

i) Inspeccionador: se alimentaba de presas localizadas por debajo del sustrato.

j) Perforador: perforaba el tronco de los árboles para capturar alguna presa.

k) Barrer: volaba activamente capturando del aire presas que se encontraban a su paso.

Dichos comportamientos se categorizaron por frecuencia y duración promedio de observación. La primera se clasificó en: rara (<10%), normal (11-50%) y común (>51%); la segunda, como: cortos (<20 s), moderados (21-60 s) y largos (> 60 s). El primer ataque de cacería y secuencias cortas de observaciones, fueron excluidas del análisis para evitar seguir o tomar comportamientos conspicuos (Wunderle y Latta, 1998); sólo aquéllos comportamientos de por lo menos 20 s se contemplaron en el mismo (Robinson y Holmes, 1982). Para evitar pseudoreplicaciones de los datos, solamente se registró en cada zona una conducta de alimentación por individuo en cada monitoreo (Wagner, 1981). Las aves que no consumen insectos fueron excluidas del análisis. En contraste, todas las aves que parcialmente se comportaron insectívoras se incluyeron en el mismo.

6. Comportamiento gregario: alimentación en grupos mono específicos o poli específicos utilizando criterios de observación entre organismos y movimiento unidireccional (Elgar *et al.*, 1983). Las familias y parejas reproductoras se consideraron grupos de alimentación,

ya que de ésta forma, reciben ventajas dadas por la conformación de grupos alimenticios (Berner y Grubb, 1985).

### 5.6.2. Método de captura por redes de niebla.

En esta metodología se realizaron 10 muestreos de un día para cada zona, en periodos mensuales, de enero a octubre de 2008; se realizó la captura de aves, simultáneamente al monitoreo con búsqueda intensiva. Un total de 11 y 14 redes de 12 X 2.6 m con luz de malla de 36 mm fueron distribuidas sobre Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA); ubicadas en las UEl seleccionadas mediante el diseño de muestreo propuesto (Figura 1); manipuladas de 6:00 a 12:00 h, con revisiones cada 60 min; colocadas a nivel de sotobosque y dosel. Días con lluvia, baja temperatura o viento excesivo fueron evitados, ya que bajo tales condiciones se pone en peligro la detección e integridad de las aves. Se tomaron las variables de edad, sexo, morfológicas y condición indirecta (grasa corporal) del ave (Robbins *et. al.*, 1986; Figura 9).



**Figura 9.** Captura de aves por redes de niebla mediante esfuerzo constante, en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA).

Las aves capturadas se colocaron individualmente en cajas de cartón (15x15x10 cm) durante 60 min, con la finalidad de que éstas excretarán y obtener las muestras de heces a analizar. Dichas excretas se depositaron en viales con alcohol al 70% para su preservación, etiquetado y traslado (Figura 10) a los laboratorios de entomología del Colegio de Postgraduados y de la UACH.



**Figura 10.** Contención de aves capturadas por redes de niebla mediante esfuerzo constante, en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), para la obtención y preservación de excretas.

Se vertió el contenido de cada vial sobre una caja Petri, para examinar e identificar los restos y fragmentos de insectos contenidos en cada muestra, a través de un microscopio estereoscópico con resolución de 10-80 x (Gámez-Virúés *et. al.*, 2007). Siguiendo el protocolo de Whitaker (1988), dichos materiales fecales fueron separados con base en sus características morfológicas. Los componentes de la dieta se categorizaron en fragmentos de insectos y no insectos (Figura 11). Los primeros se identificaron a nivel de plaga, orden y familia, utilizando las referencias de Comstock (1918), Borror y DeLong (1971), Naumann (1991), Lepley (1994) y la colección de referencia creada durante el presente estudio (Oliver

y Beattie, 1995; Medianero *et. al.*, 2003). Implementando los criterios de Rosenberg y Cooper (1990), se examinaron las siguientes variables: número de fragmentos, individuos y proporción de los restos.



**Figura 11.** Examen y análisis de excretas obtenidas de aves capturadas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), empleando el Método de Whitaker (1988) para la identificación de fragmentos de insectos.

## 5.7. Análisis de datos.

### 5.7.1. Análisis preliminar (AP) o de Diagnóstico.

Se realizó un análisis preliminar de: 1) la comunidad entomológica, 2) las técnicas de cacería-uso de sustratos y 3) los componentes de las dietas en aves insectívoras. Los datos analizados para desarrollar dicho diagnóstico fueron: 1) órdenes y tallas de los insectos registrados, mediante corte y sacudida de ramas (Schowalter, 1994); 2) la frecuencia de ocurrencia por técnica de cacería y sustratos más utilizados por la avifauna durante su alimentación, observados a través de búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et. al.*, 1996); y 3) los componentes entomológicos de las dietas que se encontraron en las heces,

derivadas de la captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et. al.*, 1986; Wunderle, 1994; Villaseñor y Santana, 2002), colectados y registrados en ambas zonas. Dichos análisis exploratorios se realizaron utilizando el software Excel (2007).

### 5.7.2. Análisis de Componentes Principales y Regresión *Poisson* (ACP y ARP).

Se realizó un análisis en tres etapas para el objetivo uno, con la finalidad de establecer posibles asociaciones entre las variables ambientales y del hábitat sobre los órdenes (presencia) de insectos (potencialmente presa) registrados en ambas zonas, Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), las variables analizadas se derivan del sensor digital de medición HOBO (Grimmond *et. al.*, 2000), la línea de Canfield (Canfield, 1941; Aguado *et. al.*, 1996; Del Castillo, 2000; Álvarez *et. al.*, 2004), el corte y sacudida de ramas (Schowalter, 1994). En la primer etapa, la dimensionalidad de las variables ambientales y del hábitat se redujo considerablemente, sometiendo 10 variables del componente arbóreo (CA) a un Análisis de Componentes Principales (ACP; Pearson, 1901; Holleting, 1933; James, 1971; Nichols, 1977; Morse, 1985; Carrascal y Tellería, 1989; Jongman *et. al.*, 1995; Rey *et. al.*, 1997) que describiera la mayor variación posible en pocas dimensiones, minimizando la pérdida de información (Bibby *et. al.*, 1992; Gómez, 2004). El primer componente resulta de la combinación lineal de las variables, mostrada en el siguiente modelo:

$$C1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1k}X_k$$

En donde: 'C' es el componente, 'α' son los coeficientes que relacionan a cada variable con el componente y 'x' son las k variables. Los coeficientes (también llamados pesos, porque pueden interpretarse como la importancia relativa de la variable en el componente) son definidos para que el primer componente absorba la máxima varianza de las variables. Simultáneamente, es máxima la suma de los cuadrados de las correlaciones del componente y las variables. El primer componente explica la mayor proporción posible de la información que contienen las variables. Si se grafica, la recta tiene la menor suma de los cuadrados de las distancias perpendiculares a los puntos (las variables) y la dispersión (varianza) de los puntos en la recta es máxima.

En la segunda fase del análisis, se analizó el grado de asociación entre las variables restantes (ambientales, hábitat y C1) y el número promedio de individuos de los diferentes órdenes de insectos representativos, empleando un modelo de Regresión de *Poisson* (Cox y Snell, 1981; Sokal y Rohlf, 1981; Dobson, 1983; Lee y Nelder, 1996; González-Oreja, 2003). Esta regresión supone una distribución *Poisson*, que se presenta cuando hacemos conteos de sucesos o individuos, los cuales se distribuyen al azar en el espacio o en el tiempo (Smirnov y Dunin, 1978; Kreyszig, 1979; Sokal y Rohlf, 1980; Infante y Zárate, 1986). La distribución *Poisson* se puede generar considerando un número grande de repeticiones de eventos raros, que siguen una distribución Bernoulli, con probabilidades de éxito muy bajas (Moreno y Jauffred, 1976; Parker, 1976; Waive, 1983). Por lo tanto, se asumió una distribución de *Poisson* para los valores de abundancia de insectos. La característica de dicha distribución es que su parámetro  $\lambda$  es la varianza y la media (García, 1978; Ramírez, 1986). La ecuación que describe dicha distribución es:

$$f(x) = e^{-\lambda} \lambda^x / x! , \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Donde:

$\lambda$  = parámetro de distribución (# promedio de ocurrencias del evento aleatorio en el intervalo).

$e$  = es una constante con valor de 2.7183.

En el tercer paso no se predeterminó, en ningún caso, la estructura del modelo, el cual fue ajustado mediante un procedimiento de Regresión *Poisson* por pasos (Stepwise), con criterio de clasificación del mínimo Akaike (AIC; Akaike, 1969; Sakamoto *et. al.*, 1986; Guisan y Zimmerman, 2000; Müller y Stadtmüller, 2005; Dos Santos y Mora, 2007); para determinar cuáles de las variables explican la mayor variabilidad o probabilidad del fenómeno bajo estudio; es decir, para seleccionar el mejor modelo (Rotenberry y Wiens, 1980). Así, se modeló la abundancia de los insectos ( $y$ ) ante las variables ambientales, del hábitat y el C1 ( $x$ ), realizando un ajuste de la variable “ $y$ ” a las variables “ $x$ ”, mediante un modelo lineal generalizado (Generalized Linear Model, GLM; McCullagh y Nelder, 1989; Hastie y Pregibon, 1992; Tanner, 1993; McCulloch y Searle, 2001; Agresti, 2002) que explicará la relación entre una variable respuesta “ $y$ ” y un conjunto de variables explicatorias “ $x$ ” mediante una relación lineal. La ecuación que describe al modelo utilizado en la regresión *Poisson* es:

$$\ln = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_n X_n$$

Donde:

$\alpha_0$  y  $\alpha_1$  = son constantes.

$\ln$  = logaritmo natural.

$X$  = es una variable que puede ser aleatoria o no, continua o discreta.

En dicho análisis se consideraron como coeficientes estadísticamente significativos aquellos en los que  $p < 0,05$  (McCullagh y Nelder, 1989; González-Oreja, 2003). De esta manera, se extrajeron primeramente los principales gradientes de variación a partir de las variables descriptoras consideradas y, posteriormente, se estudió su efecto sobre la abundancia de insectos (Manel *et. al.*, 1999; Marsden y Fielding, 1999; Rosenberg *et. al.*, 1999; Allen y O'Connor, 2000; Fernández, 2000; Gates y Donald, 2000; Winter y Faaborg, 2000; Siriwardena *et. al.*, 2001). Dicho análisis se realizó empleando el procedimiento GLM del software estadístico *R*-versión 2.6.1. (Maindonald, 2004; Dalgaard, 2006; R, 2007).

### **5.7.3. Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS).**

Se realizó un Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS) para los objetivos dos y tres, con el fin de ajustar modelos que determinen la probabilidad de ocurrencia para: 1) cada una de las técnicas de cacería (comportamiento alimenticio) y 2) la condición (grasa) general que

exhiben todas las aves insectívoras registradas en ambas zonas, Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA); en función de algunas covariables independientes representando variables categóricas generales particulares de: 1) las aves, sustrato de localización, tiempo-distancia de observación, estacionalidad, hábitat-zona y 2) estacionalidad, periodo, zona, variables morfológicas de las aves (Jongman *et. al.*, 1995; Zocchi y Atkinson, 1999), provenientes de las metodologías de búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et. al.*, 1996) y captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et. al.*, 1986; Wunderle, 1994; Villaseñor y Santana, 2002).

El modelo de Regresión Logística es una de las herramientas estadísticas con mejor capacidad para el análisis de datos ecológicos (Truett *et. al.*, 1967). Particularmente, para describir la relación entre una variable respuesta binaria o dicotómica y una o más variables explicatorias (Agresti, 2007). El objetivo del ARLS es encontrar el mejor ajuste, con el menor número de parámetros y, al mismo tiempo, que el modelo sea biológicamente razonable para describir la relación entre una variable respuesta y un conjunto de variables independientes; es decir, se considerará como el más adecuado al modelo más sencillo (Hosmer y Lemeshow, 1989; Sotres *et. al.*, 1992; Agresti, 2002). Puede ser: 1) interpretativo; es decir, estimar la mejor relación de las variables independientes con la variable dependiente; esto consiste en investigar factores causales de una determinada característica de la población y el estudio de los factores que modifican la probabilidad en la aparición de un suceso determinado; 2) predictivo, que predice lo mejor posible la variable dependiente a través de las independientes, las cuales generalmente son dicotómicas; y 3) puede ser usado para estimar probabilidades de cada una de las posibilidades de un suceso en más de dos categorías (politómico; Flores, 2002).

Los datos se obtienen considerando la probabilidad de que ocurra un suceso determinado  $P(Y)$  en relación con la dependencia de que dicha probabilidad no ocurra  $1 - P(Y)$  (Albert y Andersson, 1984; Andersen, 1992; Sotres *et. al.*, 1992). Gráficamente toma una forma sigmoidea o en “s”, a la que se le denomina función logística. Para una única variable independiente  $x$ , el modelo que describe el ARLS (Cox, 1970) es:

$$\ln (p/q \mid X) = \alpha_0 + \alpha_1 X$$

Al simplificar la notación:

$$\ln (p/q) = \alpha_0 + \alpha_1 X$$

Donde:

$\alpha_0$  y  $\alpha_1$  = son constantes

$\ln$  = logaritmo neperiano

$X$  = una variable independiente, continua o discreta

El modelo de Regresión Logística es un caso especial del GLM como fue propuesto por McCullagh y Nelder (1989); por ello, la estructura del modelo fue ajustada mediante un procedimiento de Regresión Logística Simple por pasos (Stepwise), con criterio de clasificación del mínimo Akaike (AIC; Akaike, 1969; Sakamoto *et. al.*, 1986; Guisan y Zimmerman, 2000; Müller y Stadtmüller, 2005; Dos Santos y Mora, 2007); para determinar cuáles de las variables explican la mayor variabilidad o probabilidad del fenómeno bajo estudio; es decir, para seleccionar el mejor modelo (Rotenberry y Wiens, 1980). Se consideraron como coeficientes estadísticamente significativos aquellos en los que  $p < 0.05$  (McCullagh y Nelder, 1989; González-Oreja, 2003). Dichos análisis se realizaron empleando el procedimiento GLM del software estadístico *R*-versión 2.6.1. (Maindonald, 2004; Dalgaard, 2006; R, 2007).

#### **5.7.4. Análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM).**

Se realizó un Análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM) para el objetivo uno, con el fin de ajustar un modelo que determine la probabilidad de ocurrencia para la disponibilidad (tallas) de insectos (potencialmente presa) registrados en ambas zonas, Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA); en función de algunas covariables independientes representando variables categóricas generales particulares del orden de insectos, ambiente, hábitat y estacionalidad (Jongman *et. al.*, 1995; Zocchi y Atkinson, 1999). Las variables analizadas son las obtenidas con las metodologías de corte y sacudida de ramas (Schowalter, 1994), el sensor digital de medición HOBO (Grimmond *et. al.*, 2000) y la línea de Canfield (Canfield, 1941; Aguado *et. al.*, 1996; Del Castillo, 2000; Álvarez *et. al.*, 2004).

El ARLM es útil para situaciones en las que se desea clasificar sujetos con base en valores de un conjunto de variables predictivas (Albert y Anderson, 1984). La gran ventaja de este tipo de técnica estadística es que permite conocer el impacto de cada una de las variables controlando las restantes, y los efectos de las interacciones entre ellas. Asimismo, muestra de manera sintética las asociaciones entre variables y la calidad del modelo en su conjunto (Dessens *et. al.*, 2003). Es similar al ARLS, pero es más general, porque la variable dependiente no está restringida a sólo dos categorías. La variable dependiente deberá ser categórica o indicadora (Dummy), en tanto que las explicatorias pueden ser factores o covariables. Sin embargo, supone que la variable dependiente Y tiene más de dos categorías y utiliza como distribución subyacente la distribución multinomial. Sea g el número de categorías de Y (Bonney, 1987). Así, el logit de la Regresión Logística Multinomial está dado por el modelo (Kleinbaum *et. al.*, 2004):

$$P[Y=i/x] = p_i = \frac{e^{x'\beta_i}}{1 + \sum_{j=1}^{g-1} e^{x'\beta_j}} \quad i=1, \dots, g-1$$

$$P[Y=g/x] = p_g = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{g-1} e^{x'\beta_j}}$$

Observar que:

$$\frac{p_r}{p_s} = e^{x'(\beta_r - \beta_s)} \quad \text{si } r, s \neq g \text{ y } \frac{p_r}{p_g} = e^{x'\beta_r}$$

Por lo que el valor de dos probabilidades de cada categoría es independiente de los parámetros del resto de las categorías. Esta propiedad se conoce con el nombre de independencia de alternativas irrelevantes. Es importante tener claro que el modelo de este tipo de regresión, donde la variable independiente es categórica binaria, equivale a una tabla

de contingencia ( $\chi^2$ ). Por lo tanto, el ARLM es un análisis que relaciona la probabilidad de que ocurra un determinado suceso en función de diversas variables (Kleinbaum *et. al.*, 2004).

La estructura del modelo fue ajustada mediante un procedimiento de Regresión Logística Multinomial por pasos (Stepwise), con criterio de clasificación del mínimo Akaike (AIC; Akaike, 1969; Sakamoto *et. al.*, 1986; Guisan y Zimmerman, 2000; Müller y Stadtmüller, 2005; Dos Santos y Mora, 2007); para determinar cuáles de las variables explican la mayor variabilidad o probabilidad del fenómeno bajo estudio; es decir, para seleccionar el mejor modelo (Rotenberry y Wiens, 1980). Dicho análisis se realizó empleando el procedimiento MLM del software estadístico *R*-versión 2.6.1. (Maindonald, 2004; Dalgaard, 2006; R, 2007). Posteriormente se realizó un ARLM con las variables del modelo ajustado, para corroborar la significancia de cada una de ellas y su efecto sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas de insectos. Se consideraron como coeficientes estadísticamente significativos aquellos en los que  $p < 0.05$  (McCullagh y Nelder, 1989; González-Oreja, 2003). Éste análisis se realizó con el software estadístico JMP IN versión 8.0.1. (Academic SAS Institute Inc., 2009) y los gráficos descriptivos de probabilidades con Excel (2007).

#### **5.7.5. Análisis de Correspondencias Simples (ACS).**

Se realizó un Análisis de Correspondencias Simples (ACS) para los objetivos dos y tres, con la finalidad de analizar gráficamente la asociación entre: 1) las familias totales de aves y las técnicas de cacería; así como con los sustratos de alimentación, para saber ¿qué aves utilizan qué comportamientos alimenticios y sustratos? y 2) las familias totales de aves y los diferentes tipos de insectos. Los órdenes totales de insectos y los diferentes tipos de plaga,

para conocer ¿cuáles aves consumen los diversos tipos de insectos y qué órdenes de insectos son plaga, no plaga, depredadores y parásitos?. Las aves insectívoras y los órdenes de insectos más representativos; particularmente Coleópteros, se analizaron por separado. Los datos analizados provienen del método de: 1) búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et. al.*, 1996) y 2) captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et. al.*, 1986; Wunderle, 1994; Villaseñor y Santana, 2002), corte y sacudida de ramas (Schowalter, 1994).

El ACS es una técnica de análisis descriptivo o exploratorio de datos diseñado para tablas de doble entrada (correspondencia simple) que presentan algún tipo de relación entre las filas y las columnas (Cornejo, 1988). Al mismo tiempo es una técnica descriptiva de análisis multivariable usada para la simplificación de datos que presentan dificultad para su descripción o comprensión (Benzécri, 1984; Greenacre, 1993; Jongman *et. al.*, 1995). De esta forma, se produce un grafico con dos ejes en los cuales cada categoría fila y columna están representados por distintos puntos. En dicho gráfico se representan conjuntamente las distintas modalidades de la tabla de contingencia, de forma que la proximidad entre los puntos representados está relacionada con el nivel de asociación entre dichas modalidades (Greenacre y Vrba, 1984; Lebart *et. al.*, 1984).

Esta técnica puede considerarse como una variante del Análisis de Componentes Principales (ACP; Fine, 1996) en la que se utilizan datos categóricos en lugar de datos continuos; contiene conceptos básicos como la distribución de un punto en un espacio multidimensional, un peso (o masa) asignado a cada punto y finalmente una función de distancia entre los puntos, llamada distancia  $X^2$  (distancia ji-cuadrada; Greenacre y Blasius, 1994; Greenacre, 2002). Una vez que estos tres conceptos son definidos, el método reduce

la dimensionalidad de los puntos para proyectarlos en otro subespacio, usualmente un plano bidimensional. Este subespacio agrega un peso a los puntos ponderado por mínimos cuadrados, donde cada punto es ponderado por su propio peso y las distancias entre los puntos y el subespacio son medidos en términos de una distancia  $X^2$  (Fernández, 2002).

Los datos de partida para el análisis de correspondencias es una matriz  $X$  de dimensiones  $n \times k$  que representa las frecuencias absolutas observadas en una tabla de contingencia de dos variables, donde la primera se representa por filas y tiene  $n$  categorías y la segunda por columnas y tiene  $k$  categorías (Infante y Zárate, 1986; Härdle y Simar, 2007). En general, el elemento  $x_{ij}$  de la matriz  $X$  representa la frecuencia absoluta observada en la casilla  $(i, j)$  de la tabla de contingencia. Sean  $X$  e  $Y$  dos variables categóricas con valores  $\{x_1, \dots, x_r\}$  y  $\{y_1, \dots, y_c\}$ . Se observan dichas variables en  $n$  elementos de una población obteniéndose los siguientes resultados:

$X/Y$	$y_1$	...	$y_j$	...	$y_c$	Marginal Y
$X_1$	$n_{11}$	...		...	$n_{1c}$	$n_1$
...	...	...	...	...	...	...
$X_i$	$n_{i1}$	...	$n_{ij}$	...	$n_{ic}$	$n_i$
...	...	...	...	...	...	...
$X_r$	$n_{r1}$	...	$n_{rj}$	...	$n_{rc}$	$n_r$
Marginal X	$n_1$	...	$n_j$	...	$n_c$	$N$

Donde  $n_{ij}$  = número de elementos de la muestra con  $X=x_i, Y=y_j$ .

La tabla de frecuencias cruzadas anterior recibe el nombre de Tabla de Correspondencias (Pillaca, 2003).

En resumen, el ACS provee una representación gráfica de las nubes de puntos renglón y columna de una tabla de contingencia o matriz de frecuencias  $X$  de orden  $n \times m$ . Cada representación de una nube de puntos es la proyección de sus posiciones verdaderas

en un subespacio multidimensional de  $R^m$  o  $R^n$  sobre otro subespacio particular de representación (con frecuencia una línea o un plano determinado por uno o dos ejes principales; Ruiz, 1989). Los ejes principales tienden a reflejar la dirección de la mayor dispersión de las nubes de puntos, pero sus orientaciones son influenciadas por las masas asignadas a dichos puntos. Una representación de los puntos renglón con respecto a sus ejes principales corresponde de una manera específica al desplegado de los puntos columna con respecto a sus propios ejes principales, esto justifica la representación simultánea de todos los puntos con respecto a sus ejes correspondientes. Dicho análisis se realizó con el software estadístico Statistica versión 8.0. (Stat.Soft., 2008).

## **CAPITULO 6. RESULTADOS.**

### **6.1. Análisis de Diagnóstico o descriptivos.**

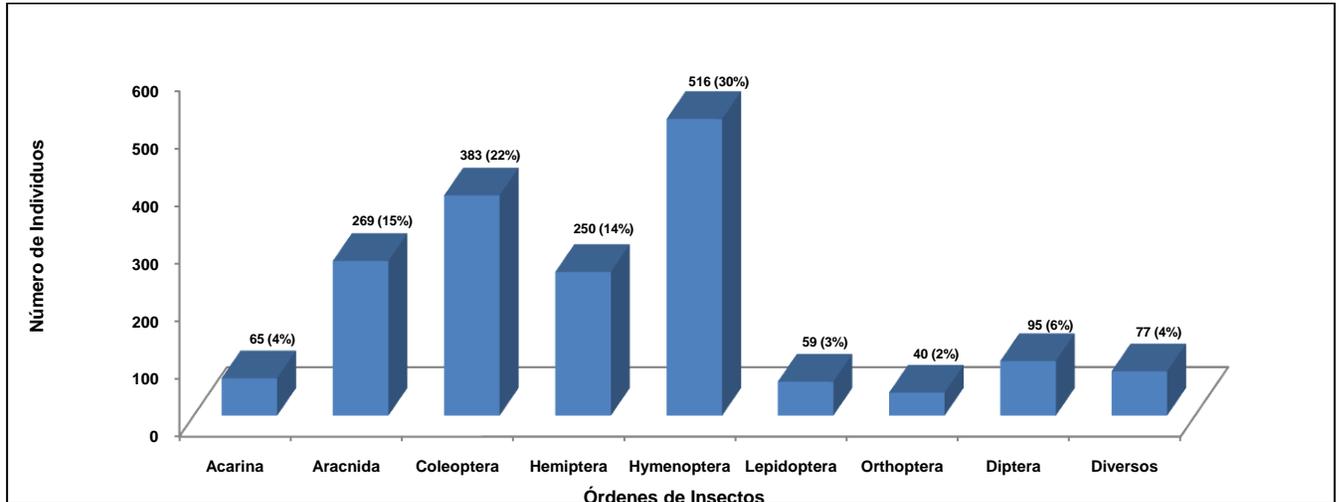
Para evidenciar preliminarmente algunos comportamientos y tendencias de los datos colectados, se presentan en primera instancia, los siguientes análisis de diagnóstico.

#### **6.1.1. Diagnóstico de la comunidad entomológica: presencia (órdenes) y disponibilidad (tallas) de insectos.**

##### **6.1.1.1. Presencia (Órdenes y Familias).**

Se capturaron un total de 1754 individuos de insectos mediante la metodología de corte y sacudida de ramas, registrándose 18 órdenes y 113 familias, incluyendo ambas

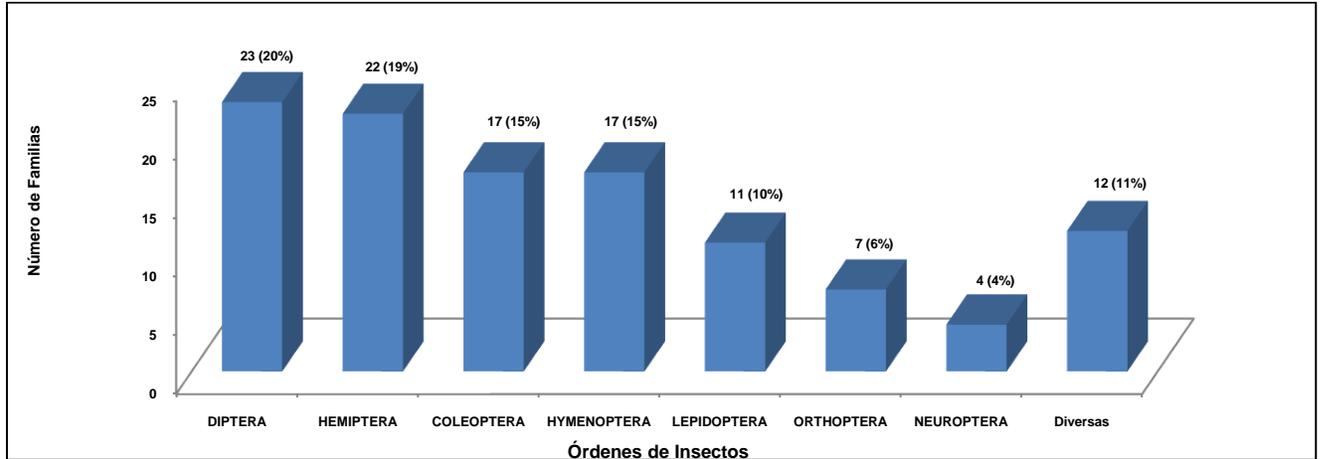
zonas (BDC y BDA; Anexos 1 y 2). Los órdenes más abundantes y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 12) fueron:



**Figura 12.** Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia de los órdenes de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

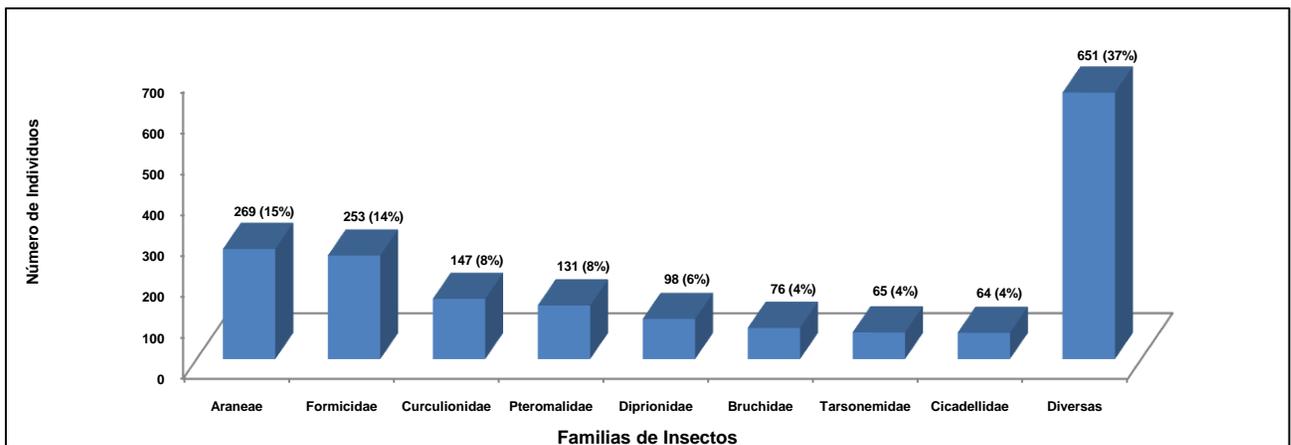
Del total de órdenes, 13 se presentaron en ambas zonas (BDC y BDA). Sólo tres órdenes se registraron exclusivamente en BDC y dos órdenes más se observaron únicamente en BDA (Anexo 1). Encontrándose por lo tanto, un total de 16 y 15 órdenes, conteniendo BDC, el mayor porcentaje en el número de órdenes de insectos.

El número de familias que conforman a cada orden y sus porcentajes de presencia en ambas zonas (Figura 13) fueron:



**Figura 13.** Número de familias y Porcentajes de presencia por orden de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

Las familias con mayor número de individuos representados y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 14) fueron:

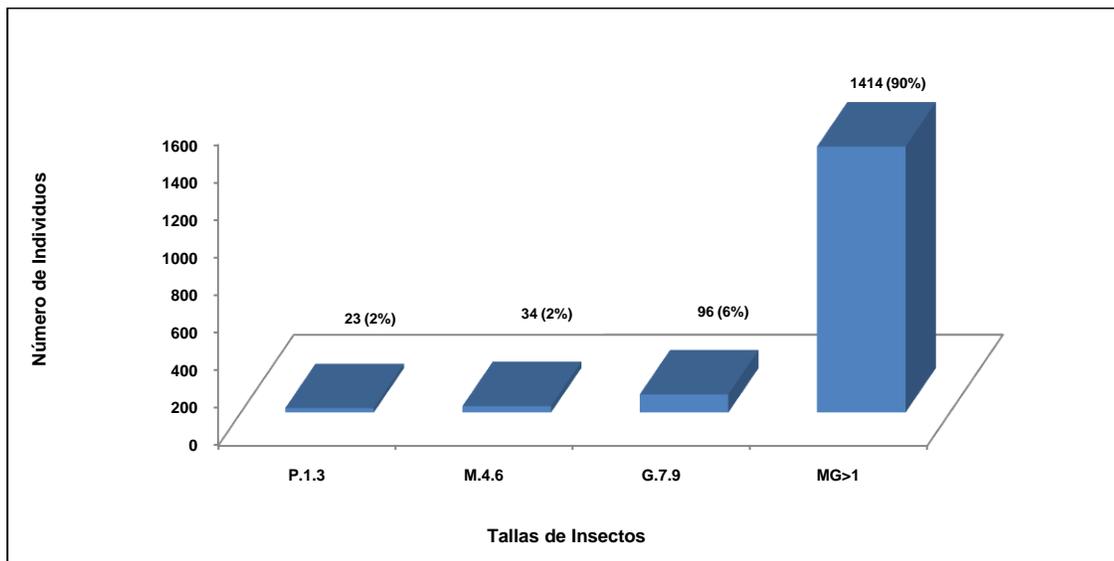


**Figura 14.** Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por familia de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

Del total de familias, 57 se presentaron en ambas zonas (BDC y BDA). Sólo 30 familias se registraron exclusivamente en BDC y 26 familias más se observaron únicamente en BDA (Anexo 2). Encontrándose por lo tanto, 87 y 83 familias, conteniendo BDC, el mayor porcentaje en el número de familias de insectos.

#### 6.1.1.2. Disponibilidad (Tallas).

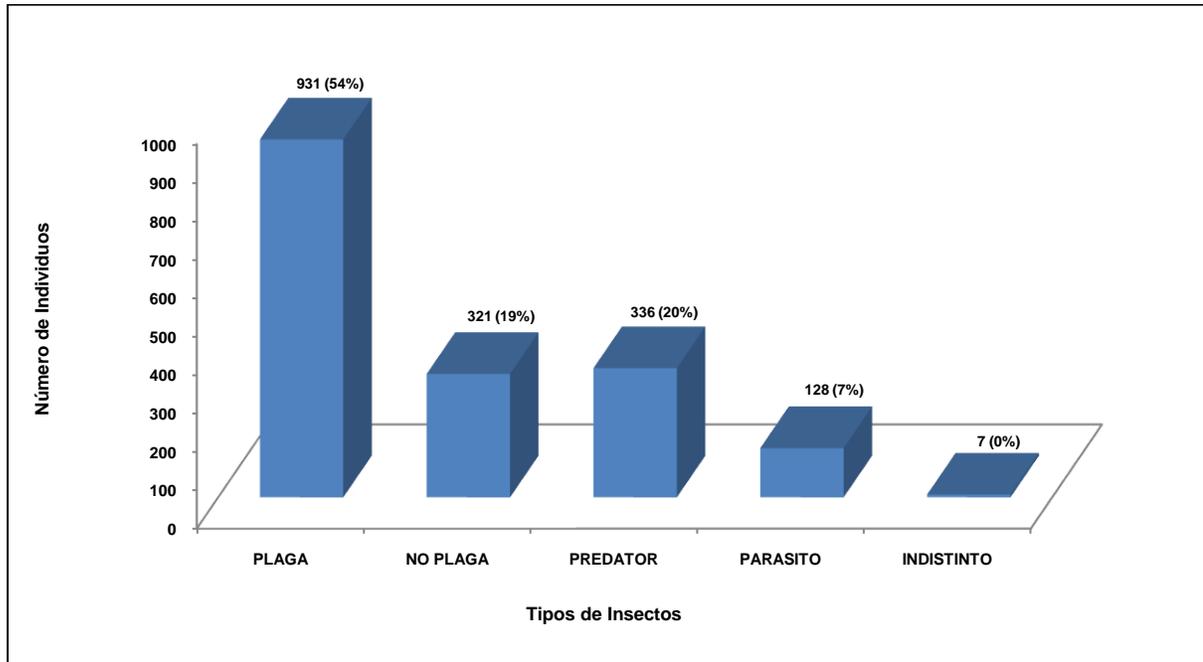
Se midieron un total de 1567 individuos de insectos. Los tamaños más abundantes y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 15) fueron:



**Figura 15.** Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia de las diversas tallas o tamaños de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

Del total de individuos medidos, 707 se registraron en BDC y 860 en BDA, conteniendo ésta última, el mayor número de insectos analizados.

Un total de 1723 individuos de insectos capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas, fueron identificados y clasificados (Anexo 2). Los tipos más abundantes y sus porcentajes de presencia (Figura 16) fueron:



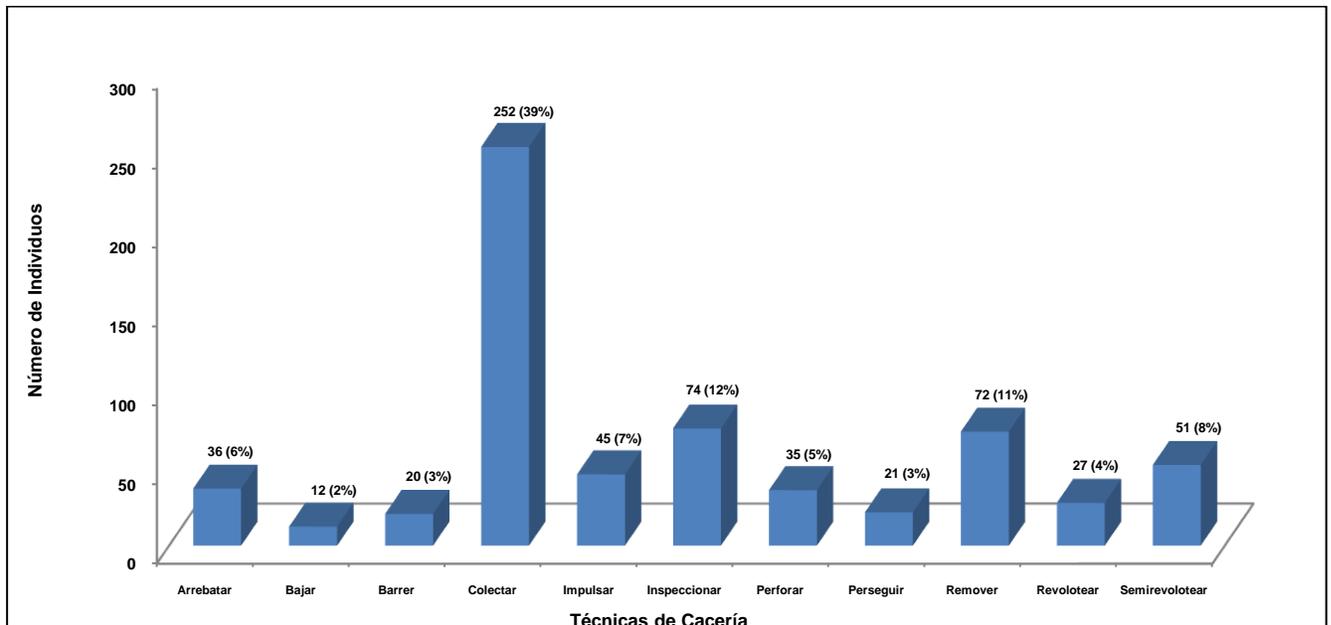
**Figura 16.** Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por tipos de insectos registrados y compartidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

## 6.1.2. Diagnóstico de las técnicas de cacería (comportamientos) y sustratos utilizados por las aves.

### 6.1.2.1. Técnicas de Cacería (Comportamientos Alimenticios).

Se avistaron 645 individuos de aves mediante el método de búsqueda intensiva; registrándose, de acuerdo con los criterios establecidos por la A.O.U. (2009), 60 especies, repartidas en cuatro órdenes y 20 familias, incluyendo ambas zonas (BDC y BDA). Del total de especies, 26 se presentaron en ambas zonas (BDC y BDA). Sólo 25 se registraron exclusivamente en BDC y nueve más se observaron únicamente en BDA (Anexo 3). Encontrándose un total de 51 y 35 especies, conteniendo BDC, el mayor número.

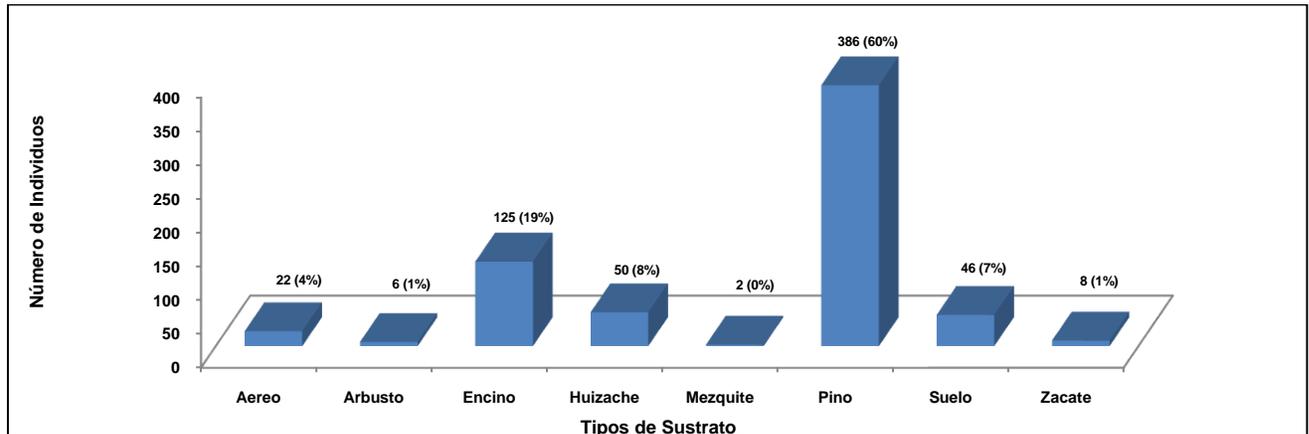
Las técnicas de cacería exhibidas por las aves durante su alimentación y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 17) fueron:



**Figura 17.** Número de individuos y Porcentajes de ocurrencia por técnica de cacería exhibidos por las aves durante su alimentación en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, observados mediante la metodología de búsqueda intensiva.

### 6.1.2.2. Sustratos Utilizados.

Los sustratos utilizados por las aves para su alimentación y sus porcentajes de ocurrencia (Figura18) fueron:

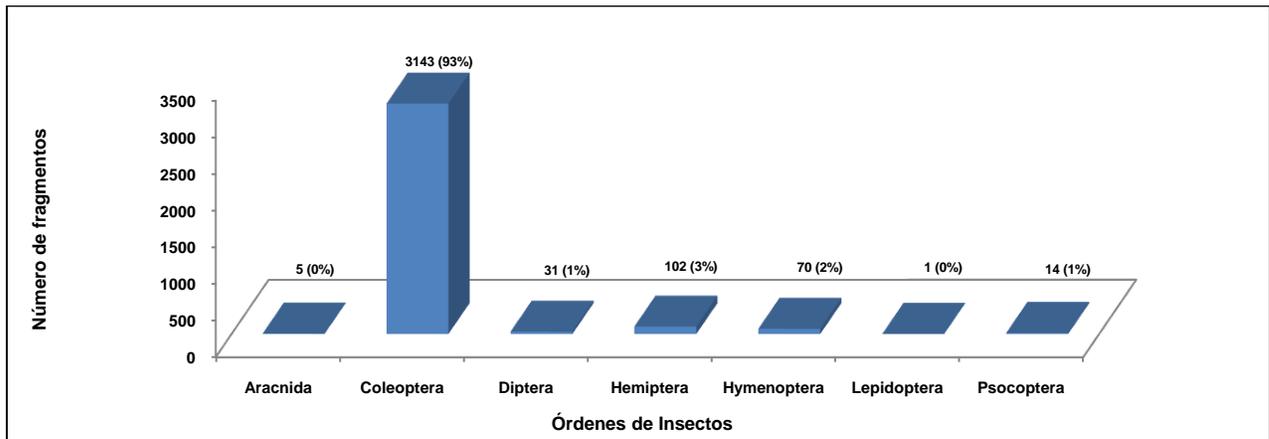


**Figura 18.** Número de individuos y Porcentaje de ocurrencia por tipo de sustrato utilizado por las aves durante su alimentación en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, observados mediante la metodología de búsqueda intensiva.

### 6.1.3. Diagnóstico de los componentes de las dietas en aves insectívoras.

Se capturaron 237 individuos de aves con el método de captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante; de los cuales, 116 fueron capturados en la zona de BDC y 121 en la de BDA. De acuerdo con los criterios establecidos por la A.O.U. (2009), se registraron un total de 34 especies de dos órdenes y 15 familias. Del total de especies, 18 se presentaron en ambas zonas (BDC y BDA). Sólo nueve se registraron exclusivamente en BDC y siete más se observaron únicamente en BDA (Anexo 4). Encontrándose un total de 27 y 25 especies, conteniendo BDC, el mayor número.

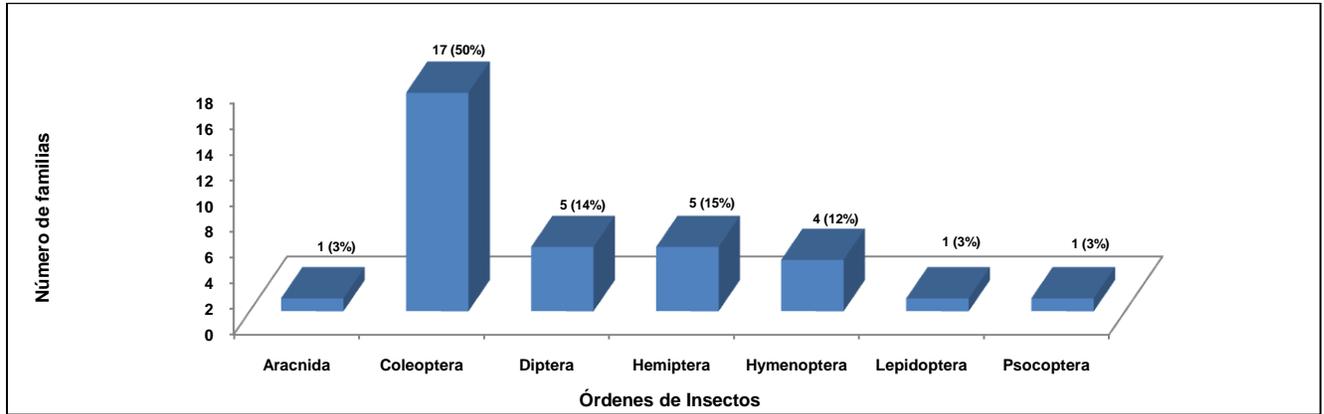
Se analizaron 236 excretas mediante el método de Whitaker (1988), identificando 3336 fragmentos de insectos, de los cuales, 1675 se obtuvieron de las excretas procedentes de la zona de BDC y 1691 de la zona de BDA. Se registraron un total de siete órdenes y 34 familias. Los órdenes más abundantes y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 19) fueron:



**Figura 19.** Número de fragmentos identificados y Porcentajes de ocurrencia por órdenes de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).

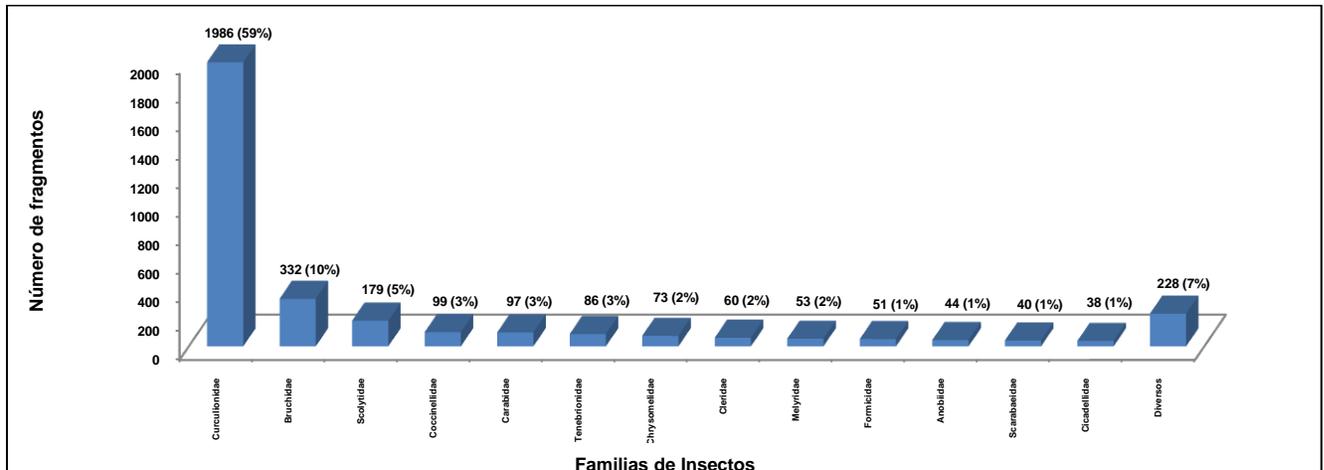
Se presentaron cuatro órdenes en ambas zonas (BDC y BDA). Sólo uno se registró en BDC y dos más exclusivamente en BDA (Anexo 5). Encontrándose cinco y seis órdenes, conteniendo BDA, el mayor número.

Las familias más representativas por orden y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 20) fueron:



**Figura 20.** Número de familias y Porcentajes de presencia por orden de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).

Las familias mejor representadas y sus porcentajes de ocurrencia (Figura 21) en términos del número de fragmentos encontrados fueron:



**Figura 21.** Número de fragmentos y Porcentajes de ocurrencia por familias de insectos registrados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988).

Quince familias se lograron identificar usando los fragmentos de insectos; de las cuales, Diversos incluye dos de ellas. Estas 15 fueron registradas en ambas zonas (BDC y BDA); sin embargo, siete más se observaron exclusivamente en BDC y 12 para BDA (Anexo 6); es decir, un total de 22 y 27 familias, conteniendo BDA el mayor número.

## **6.2. Análisis Estadísticos.**

Se muestran primeramente los resultados obtenidos en los Análisis de Componentes Principales (ACP), Regresión *Poisson* (ARP) y Regresión Logística Simple (ARLS); sin embargo, para facilitar una mejor comprensión de los mismos, se presenta un Cuadro Resumen al final de cada uno de ellos. Por último, se presentan los análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM) y Correspondencias Simples (ACS).

### **6.2.1. Análisis de Componentes Principales y Regresión *Poisson* (ACP y ARP) de las variables ambientales y del hábitat sobre los diversos órdenes (presencia) de insectos.**

#### **6.2.1.1. Etapa uno: Análisis de Componentes Principales (ACP).**

En el análisis general (Cuadro 1), los primeros tres ejes (componentes) del ACP explican el 66.6% de la variabilidad presente entre las variables que conforman y describen al componente arbóreo.

**Cuadro 1.** Resultados del ACP (General), para reducir la dimensionalidad de las variables del componente arbóreo de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ACP (TODOS LOS ÓRDENES DE INSECTOS MÁS ABUNDANTES)										
VARIABLES	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5	Comp.6	Comp.7	Comp.8	Comp.9	Comp.10
ALTPROMARBO	-0.17077	<b>-0.51017</b>	-0.15536	0.20702	0.41521	-0.20630	0.26284	0.53813	0.26447	-0.00064
ALTPROMFUSTEL	-0.19430	<b>-0.40832</b>	-0.40115	0.30069	-0.23764	0.18515	-0.66654	-0.06658	-0.06872	-0.00107
COBARBO	0.04179	-0.08318	<b>-0.50751</b>	-0.77634	0.01697	0.32049	0.05880	0.15458	0.02646	0.00027
COBPROMARBO	0.15433	<b>-0.58396</b>	0.04631	-0.08875	0.25457	-0.04470	0.23914	-0.61625	-0.34843	-0.00053
DAPPROMARBO	0.04960	-0.38577	0.49697	-0.00689	-0.46610	0.53405	0.20507	0.23213	0.05744	0.00068
DENSIPROMCOBARBO	<b>0.49503</b>	-0.06583	-0.12149	0.09192	-0.04358	0.03770	-0.01409	-0.31016	0.79226	0.00232
DISTPROMARBO	0.30904	0.11322	0.20742	0.09426	0.65711	0.51611	-0.33539	0.13498	-0.10436	0.00080
HOJASNVASROM	<b>0.49668</b>	0.00935	-0.22329	0.17812	-0.16273	-0.07543	0.11011	0.21411	-0.28198	-0.70851
HOJASVIEJASROM	<b>-0.49596</b>	-0.00866	0.22549	-0.17982	0.16328	0.07639	-0.11077	-0.21521	0.28580	-0.70569
NoPROMRAMAS	0.26801	-0.24280	0.38699	-0.41797	-0.04419	-0.50390	-0.49685	0.20460	0.01301	0.00087
<b>Autovalor (Eigenvalue)</b>	<b>3.46271</b>	<b>2.03237</b>	<b>1.16619</b>	<b>1.00026</b>	<b>0.82531</b>	<b>0.65595</b>	<b>0.40785</b>	<b>0.31525</b>	<b>0.13393</b>	<b>0.00019</b>
<b>% de la Varianza (<math>\Sigma\sigma^2</math>)</b>	<b>34.62715</b>	<b>20.32368</b>	<b>11.66191</b>	<b>10.00256</b>	<b>8.25306</b>	<b>6.55953</b>	<b>4.07847</b>	<b>3.15248</b>	<b>1.33929</b>	<b>0.00186</b>
<b>Valor acumulado (<math>\Sigma\sigma^2</math>)</b>	<b>34.62715</b>	<b>54.95083</b>	<b>66.61274</b>	<b>76.61530</b>	<b>84.86836</b>	<b>91.42790</b>	<b>95.50637</b>	<b>98.65885</b>	<b>99.99814</b>	<b>100.00000</b>

Nota: Factores de carga del ACP (General) realizado sobre la matriz de correlación de las 10 variables descriptoras del componente arbóreo (Anexo 7) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, valoradas en 11 y 14 unidades de censo o UEI.

Las variables más importantes (Cuadro Resumen 1) que describen al componente arbóreo en los resultados del ACP fueron:

**Cuadro Resumen 1.** Resultados de los primeros tres ejes del ACP (General) que reducen la dimensionalidad (explicando el 66.6% de la variabilidad) presente entre las variables más importantes que conforman y describen al componente arbóreo (Ver Cuadro 1) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

Variables	Comp.1	Comp.2	Comp.3
ALTPROMARBO		X	
ALTPROMFUSTEL		X	
COBARBO			X
COBPROMARBO		X	
DENSIPROMCOBARBO	X		
HOJASNVASPROM	X		
HOJASVIEJASPROM	X		

Nota: Factores de carga más importantes del ACP (General) realizado sobre la matriz de correlación de las 10 variables descriptoras del componente arbóreo (Anexo 7) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, valoradas en 11 y 14 unidades de censo o UEI. Se muestran las variables más importantes del análisis que definen a dicho componente.

### 6.2.1.2. Etapa dos y tres: Análisis de Regresión *Poisson* (ARP).

El modelo de Regresión *Poisson* seleccionado presentó un AIC de 3969, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 2), señalan las 14 variables (ambientales, del hábitat y ACP) que tienen un grado de asociación significativo con el número promedio de individuos de los diferentes órdenes de insectos más abundantes. Para observar las variables del componente arbóreo que se asocian al fenómeno bajo estudio, referirse al ACP del cuadro 1.

**Cuadro 2.** Resultados de Regresión *Poisson* mediante modelo GLM para abundancia de insectos de los órdenes más importantes; las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP; en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARP (TODOS LOS ÓRDENES DE INSECTOS MÁS ABUNDANTES)					
Coeficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-10.71804	3.20472	-3.34400	8.24E-04	***
PC3	0.17918	0.02964	6.04500	1.50E-09	***
PERIodomigra[T.N]	0.48647	0.06592	7.38000	1.59E-13	***
COBpromarbu	-0.19267	0.05544	-3.47500	5.10E-04	***
HORA	0.06174	0.01720	3.59000	3.30E-04	***
TEMP	-0.01186	0.00448	-2.65100	8.03E-03	**
PENDIENTE[T.N]	-0.07445	0.15570	-0.47800	6.33E-01	-
PENDIENTE[T.NE]	0.11874	0.11674	1.01700	3.09E-01	-
PENDIENTE[T.NO]	0.07693	0.12781	0.60200	5.47E-01	-
PENDIENTE[T.S]	-0.09163	0.15769	-0.58100	5.61E-01	-
PENDIENTE[T.SE]	0.01000	0.12187	0.08200	9.35E-01	-
PENDIENTE[T.SO]	0.60651	0.15518	3.90800	9.29E-05	***
PEDRE	-0.00531	0.00264	-2.01100	4.43E-02	*
ALTPromarbu	0.02208	0.00919	2.40200	1.63E-02	*
COBARBU	-0.00706	0.00262	-2.68900	7.17E-03	**
DSTESC	-0.04550	0.01189	-3.82700	1.30E-04	***
PENDIENTE1	-0.00895	0.00244	-3.66600	2.46E-04	***
ALTMSNM	0.00513	0.00149	3.44700	5.66E-04	***
ZONA[T.BDC]	-0.25257	0.09603	-2.63000	8.53E-03	**
PC2	-0.04449	0.01847	-2.40800	1.60E-02	*
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1 *</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos de los órdenes de insectos más abundantes de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre la abundancia (Y); las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP (X; Anexo 8). Se asumió una distribución de *Poisson* en la abundancia, por lo que se aplicó un logaritmo como función liga.

De acuerdo con este modelo, las fluctuaciones en la abundancia responden a variaciones en dichos componentes o variables; particularmente, de aquéllas que presentan una mayor significancia en el ARP (Cuadro Resumen 2).

**Cuadro Resumen 2.** Resultados del Análisis de Regresión *Poisson* mediante modelo GLM para abundancia de insectos de los órdenes más importantes; las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP con mayor significancia (Ver Cuadro 2); en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

Variables	Significancia
(Intercept)	***
PC3	***
PERIODOMIGRA[T.N]	***
COBPROMARBU	***
HORA	***
TEMP	**
PENDIENTE[T.SO]	***
PEDRE	*
ALTPROMARBU	*
COBARBU	**
DSTESC	***
PENDIENTE1	***
ALTMSNM	***
ZONA[T.BDC]	**
PC2	*

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos de los órdenes de insectos más abundantes de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre la abundancia (Y); las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP (X; Anexo 8). Se asumió una distribución de *Poisson* en la abundancia, por lo que se aplicó un logaritmo como función liga. Se presentan las variables más significativas del análisis que definen dicha abundancia.

## 6.2.2. Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS) para Comportamientos de Alimentación y la Condición (Grasa) Corporal de todas las aves.

### 6.2.2.1. ARLS para Comportamientos Alimenticios.

#### 6.2.2.1.1. ARLS del Comportamiento 1 Colectar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 835.2, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 3), señalan las cuatro variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 1 (Colectar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes o variables.

**Cuadro 3.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 1 (Colectar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 1 (COLECTAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-1.32338	0.20978	-6.30800	2.82E-10	***
SUSTRATO	-0.20132	0.07346	-2.74000	6.14E-03	**
SUELODISTANCIA	0.04983	0.02002	2.48900	1.28E-02	*
COMPREGARIO	0.83827	0.15148	5.53400	3.13E-08	***
UBIHERBACEASDISTANCIA	0.05058	0.02839	1.78200	7.48E-02	.
Códigos de Significancia:	0.001 ****	0.01 ***	0.05 **	0.1 *	NS

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 1 (Colectar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.2. ARLS del Comportamiento 2 Remover.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 411.6, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 4), señalan la variable que determina la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 2 (Remover). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en ese componente.

**Cuadro 4.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 2 (Remover) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 2 (REMOVER)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-2.38471	0.13823	-17.25200	<2.00E-16	***
SUELODISTANCIA	0.10784	0.01802	5.98400	2.17E-09	***
Códigos de Significancia:	0.001 ****	0.01 ***	0.05 **	0.1	NS

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 2 (Remover) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.3. Comportamiento 3 Perseguir.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 186.9, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 5), señalan la variable que determina la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 3 (Perseguir). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en ese componente o variable.

**Cuadro 5.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 3 (Perseguir) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 3 (PERSEGUIR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-3.62620	0.38300	-9.46900	<2e-16	***
ZONA[T.BDA]	1.10050	0.82860	1.32800	0.18420	-
ZONA[T.BDC]	1.15180	0.53120	2.16800	0.03010	*
ZONA[T.BDC]	1.06130	0.71110	1.49300	0.13560	-
ZONA[T.BDA]	-14.93980	1018.66510	-0.01500	0.98830	-
ZONA[T.BDC]	-1.05120	0.80700	-1.30300	0.19270	-
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1 *</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 3 (Perseguir) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

#### 6.2.2.1.4. Comportamiento 4 Revolotear.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 216.6, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 6), señalan las dos variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 4 (Revolotear). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esas variables.

**Cuadro 6.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 4 (Revolotear) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 4 (REVOLOTEAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-4.43794	0.61761	-7.18600	6.69E-13	***
UHFARBOL	0.79964	0.23135	3.45600	0.00055	***
ALTDEUBICACION	-0.08439	0.04544	-1.85700	0.06331	.
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 4 (Revolotear) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.5. Comportamiento 5 Semirevolotear.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 314.2, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 7), señalan las siete variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 5 (Semirevolotear). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes.

**Cuadro 7.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 5 (Semirevolotear) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 5 (SEMIREVOLOTEAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-5.47375	0.95276	-5.74500	9.18E-09	***
UHFARBOL	0.75909	0.19288	3.93600	8.30E-05	***
SUSTRATO	-1.11964	0.40301	-2.77800	0.00547	**
COMPREGARIO	1.01170	0.31410	3.22100	0.00128	**
PULSO	0.15840	0.06086	2.60300	0.00925	**
PUNTO	0.01093	0.00488	2.24100	0.02503	*
TIEMPO	-0.37898	0.17695	-2.14200	0.03221	*
LOCALIZACION	0.33715	0.15077	2.23600	0.02534	*
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 5 (Semirevolotear) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.6. Comportamiento 6 Impulsar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 299.1, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 8), señalan las cuatro variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 6 (Impulsar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esas variables.

**Cuadro 8.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 6 (Impulsar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 6 (IMPULSAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-3.25230	0.54040	-6.01800	1.77E-09	***
EDAD	0.97770	0.28020	3.48900	4.85E-04	***
LOCALIZACION	-0.71700	0.17660	-4.06000	4.91E-05	***
SUSTRATO	0.64130	0.16840	3.80900	1.40E-04	***
COMPREGARIO	-0.58610	0.35560	-1.64800	9.93E-02	.
Códigos de Significancia:	0.001 ****	0.01 ***	0.05 **	0.1	NS

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 6 (Impulsar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.7. Comportamiento 7 Arrebatar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 255.3, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 9), señalan las dos variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 7 (Arrebatar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes o variables.

**Cuadro 9.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 7 (Arrebatar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 7 (ARREBATAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-3.06020	0.30850	-9.91900	<2.00E-16	***
LOCALIZACION	-0.63070	0.17160	-3.67500	0.00024	***
SUSTRATO	0.65860	0.17650	3.73100	0.00019	***
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1 *</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 7 (Arrebatar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.8. Comportamiento 8 Bajar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 106.4, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 10), señalan las cuatro variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 8 (Bajar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes.

**Cuadro 10.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 8 (Bajar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 8 (BAJAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-6.30620	1.60130	-3.93800	8.20E-05	***
UHFARBOL	1.20920	0.44760	2.70200	0.00690	**
ALTDEUBICACION	-0.18910	0.10030	-1.88600	0.05940	.
TIEMPO	-0.82170	0.37180	-2.21000	0.02710	*
SEXO	1.15830	0.65990	1.75500	0.07920	.
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 8 (Bajar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.9. Comportamiento 9 Inspeccionar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 443.7, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 11), señalan las dos variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 9 (Inspeccionar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes o variables.

**Cuadro 11.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 9 (Inspeccionar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 9 (INSPECCIONAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-1.78145	0.19403	-9.18100	<2E-16	***
SUSTRATO	-0.24788	0.11092	-2.23500	0.02540	*
UBIHERBACEASDISTANCIA	0.06163	0.03248	1.89700	0.05780	.
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 9 (Inspeccionar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.10. Comportamiento 10 Perforar.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 76.9, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 12), señalan las cinco variables que determinan la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 10 (Perforar). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en esos componentes o variables.

**Cuadro 12.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 10 (Perforar) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 10 (PERFORAR)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-5.86810	1.53100	-3.83300	0.00013	***
UVTARBOL	6.50050	1.53590	4.23200	2.31E-05	***
COMPREGARIO	1.34090	0.73130	1.83400	0.06671	.
SUSTRATO	1.44840	0.43660	3.31700	0.00091	***
LOCALIZACION	-1.32370	0.37090	-3.56900	0.00036	***
UVFARBOL	-1.05920	0.62250	-1.70200	0.08883	.
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 10 (Perforar) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

### 6.2.2.1.11. Comportamiento 11 Barrer.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 9.819, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 13), señalan la variable que determina la probabilidad de ocurrencia del Comportamiento 11 (Barrer). De acuerdo con este modelo, las aves que hacen uso de dicha técnica de cacería, responden a variaciones en ese componente.

**Cuadro 13.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para el Comportamiento 11 (Barrer) y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DEL COMPORTAMIENTO 11 (BARRER)					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-4.15E+05	1.13E+05	-3.66300	0.00025	***
HORA	-1.88E-04	5.13E-05	-3.66300	0.00025	***
Códigos de Significancia:	0.001 ****	0.01 (**)	0.05 (*)	0.1	NS

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos del Comportamiento 11 (Barrer) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicho comportamiento alimenticio (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 9). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica de cacería y se aplicó la transformación logit como función de liga.

## 6.2.2.2. ARLS para la Condición (Grasa) Corporal de todas las aves insectívoras.

El modelo de Regresión Logística Simple seleccionado presentó un AIC de 192.8, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el Modelo Lineal Generalizado (GLM; Cuadro 14), señalan las siete variables que determinan la probabilidad de ocurrencia de una óptima Condición (Grasa) Corporal en todas las aves insectívoras registradas en las zonas Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

**Cuadro 14.** Resultados del ARLS mediante modelo GLM para la Condición (Grasa) Corporal de aves insectívoras y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLS DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE AVES INSECTÍVORAS					
Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z )	Significancia
(Intercept)	-1.07326	0.99778	-1.07600	0.28209	-
PERIODO[T.NOMIG]	-1.44659	0.49441	-2.92600	0.00344	**
ZONA[T.BDC]	1.57573	0.46806	3.36600	0.00076	***
SEXO[T.MACHO]	1.50926	0.51418	2.93500	0.00333	**
ANPIC	-3.57978	1.38923	-2.57700	0.00997	**
LONTOT	0.14109	0.08337	1.69200	0.09059	.
LONCRA	-1.05926	0.41761	-2.53700	0.01120	*
LONPIC	1.42163	0.85544	1.66200	0.09654	.
<b>Códigos de Significancia:</b>	<b>0.001 ****</b>	<b>0.01 ***</b>	<b>0.05 **</b>	<b>0.1</b>	<b>NS</b>

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del modelo GLM realizado con datos de la Condición (Grasa) Corporal de aves insectívoras de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicha Condición Corporal (Y) y las variables consideradas (X; Anexo 10). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de Grasa y se aplicó la transformación logit como función de liga.

De acuerdo con estos modelos, las fluctuaciones en la probabilidad de ocurrencia de las diversas Técnicas de Cacería y de una óptima Condición (Grasa) Corporal que exhibe un ave insectívora responde a variaciones en dichos componentes o variables; particularmente, de aquéllas que presentan una mayor significancia en los ARLS (Cuadro Resumen 3).

**Cuadro Resumen 3.** Resultados de los ARLS mediante modelos GLM para las diversas Técnicas de Cacería; la Condición (Grasa) Corporal de las aves y las respectivas variables consideradas (Ver Cuadros 3 a 14) en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

Variables	Colectar	Remover	Perseguir	Revolotear	Semirevolotear	Impulsar	Arrebatarse	Bajar	Inspeccionar	Perforar	Barrer	Condición
(Intercept)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
ALTDEUBICACION				X				X				
COMPREGARIO	X				X	X				X		
EDAD						X						
HORA											X	
LOCALIZACION					X	X	X			X		
PULSO					X							
PUNTO					X							
SEXO								X				
SUELODISTANCIA	X	X										
SUSTRATO	X				X	X	X		X	X		
TIEMPO					X			X				
UBIHERBACEASDISTANCIA	X								X			
UHFARBOL				X	X			X				
UVFARBOL										X		
UVTARBOL										X		
ZONA[T.BDC]			X									X
PERIODO[T.NOMIG]												X
SEXO[T.MACHO]												X
ANPIC												X
LONTOT												X
LONCRA												X
LONPIC												X

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) de los modelos GLM realizados con datos de los diversos Comportamientos Alimenticios y la Condición (Grasa) Corporal del aves en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dichos comportamientos; Condición (Y) y las variables consideradas (X; Anexos 9 y 10). Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de las diferentes técnicas de alimentación y se aplicó la transformación logit como función de liga. Se presentan las variables más significativas de los análisis correspondientes que definen cada patrón de Cacería y Condición (Grasa).

### 6.2.3. Análisis de Regresión Logística Multinomial (ARLM) para Disponibilidad (Tallas) de Insectos (potencialmente presas).

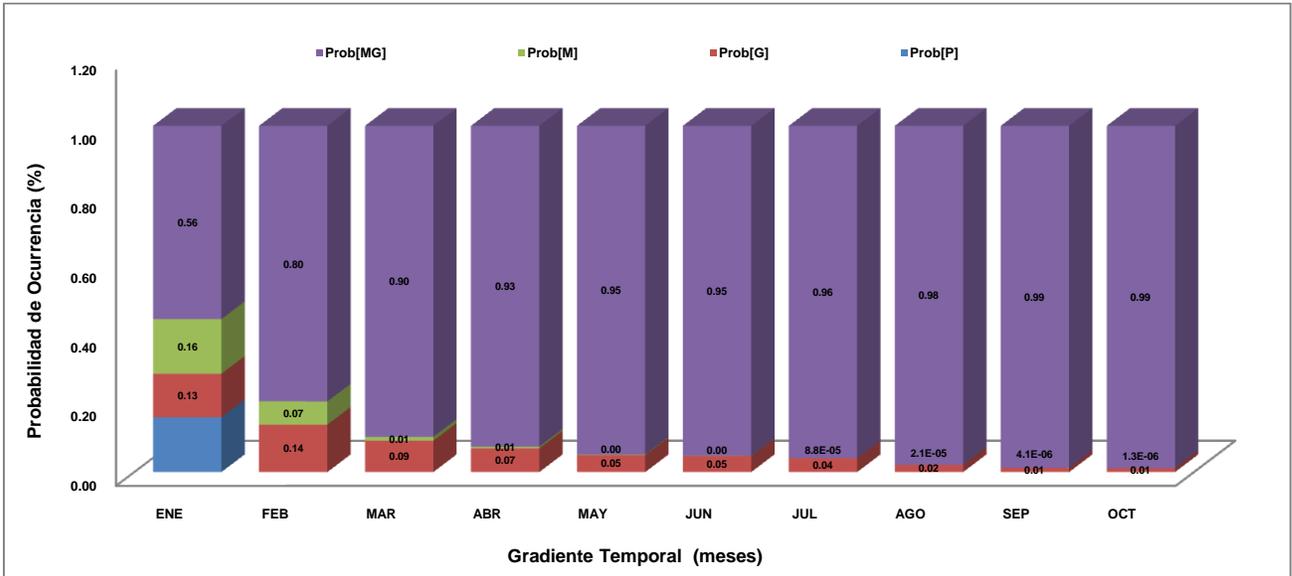
El modelo de Regresión Logística Multinomial seleccionado presentó un AIC de 945.6363, el cual determinó al mejor ajustado. Los resultados obtenidos mediante el ARLM (Cuadro 15), señalan y corroboran las tres variables (del modelo ajustado) que determinan la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas. De acuerdo con este modelo, la disponibilidad de tamaños responde a variaciones en dichos componentes o variables.

**Cuadro 15.** Resultados del ARLM para la disponibilidad (diversas tallas) de insectos y las variables consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

ARLM DE LA DISPONIBILIDAD (DIVERSAS TALLAS) DE INSECTOS (Effect Likelihood Ratio Tests)				
SOURCE	Nparm	DF	L-R Chisquare	Prob>Chisq
GRADIENTE TEMPORAL (EN MESES)	3	3	281.46137	<.0001
PUNTOS (GRADIENTES AMBIENTALES DEL HÁBITAT)	3	3	22.88586	<.0001
ORDEN DE INSECTO	18	18	90.54908	<.0001

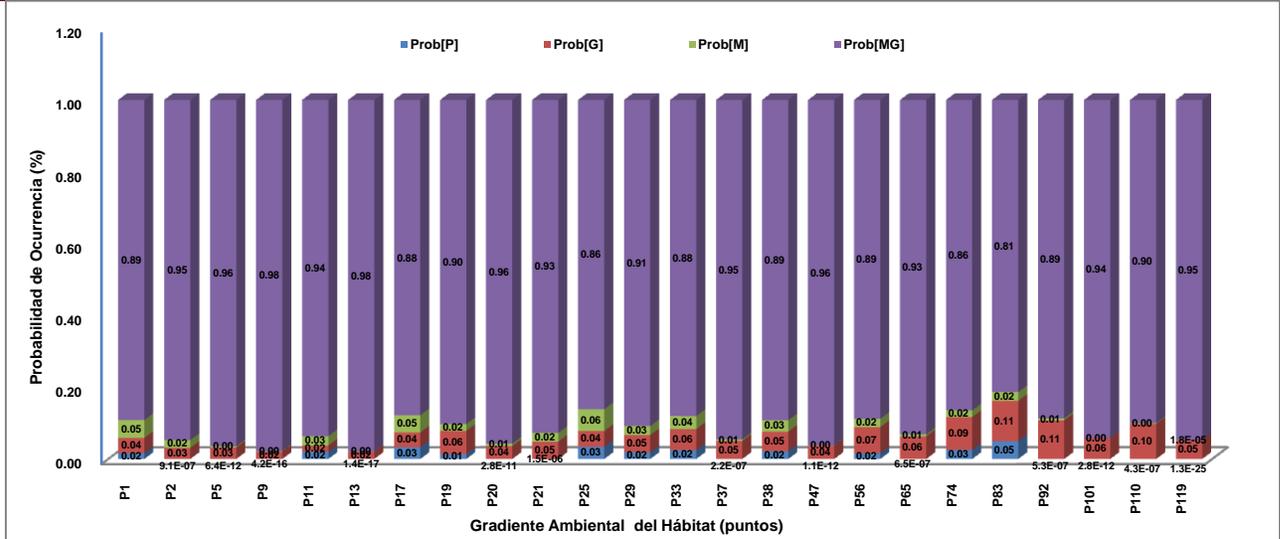
Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) del ARLM con datos de la disponibilidad (diversas tallas) de insectos de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA), ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre los tamaños de insectos (Y) y las variables consideradas (X).

El efecto comparativo de la variable Gradiente Temporal (muestreo en meses) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas de insectos consideradas (Figura 22), derivado del ARLM.



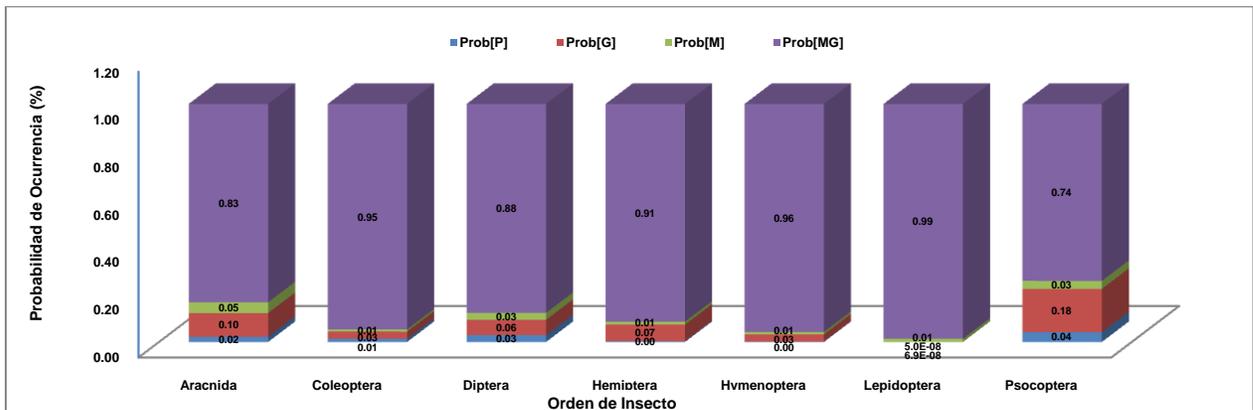
**Figura 22.** Efecto comparativo de la variable Gradiente Temporal (muestreo en meses) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

El efecto comparativo de la variable Puntos (Gradientes Ambientales del Hábitat) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas de insectos consideradas (Figura 23), derivado del ARLM.



**Figura 23.** Efecto comparativo de la variable Puntos (Gradientes Ambientales del Hábitat) sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

El efecto comparativo de la variable Orden de Insecto sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas de insectos consideradas (Figura 24), derivado del ARLM.



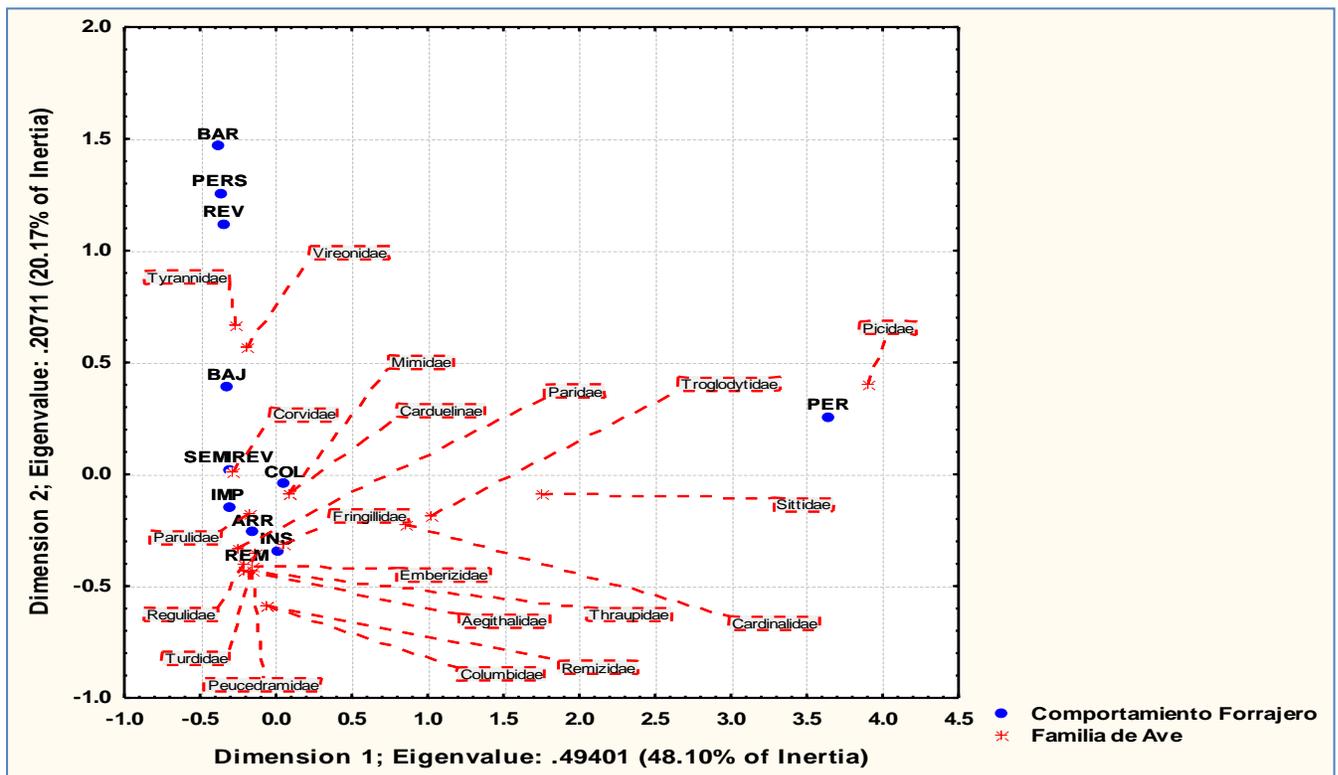
**Figura 24.** Efecto comparativo de la variable Orden de Insecto sobre la probabilidad de ocurrencia de las diversas tallas consideradas para los insectos capturados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

## 6.2.4. ACS para Asociación Aves-Técnicas de Cacería y Uso de Sustratos; Componentes y Preferencia-Diversos Órdenes y Familias de Insectos (P, NP, PA y PR) Consumidos.

### 6.2.4.1. ACS Asociación Aves-Técnicas de Cacería.

#### 6.2.4.1.1. ACS Asociación Todas las Familias de Aves-Técnicas de Cacería.

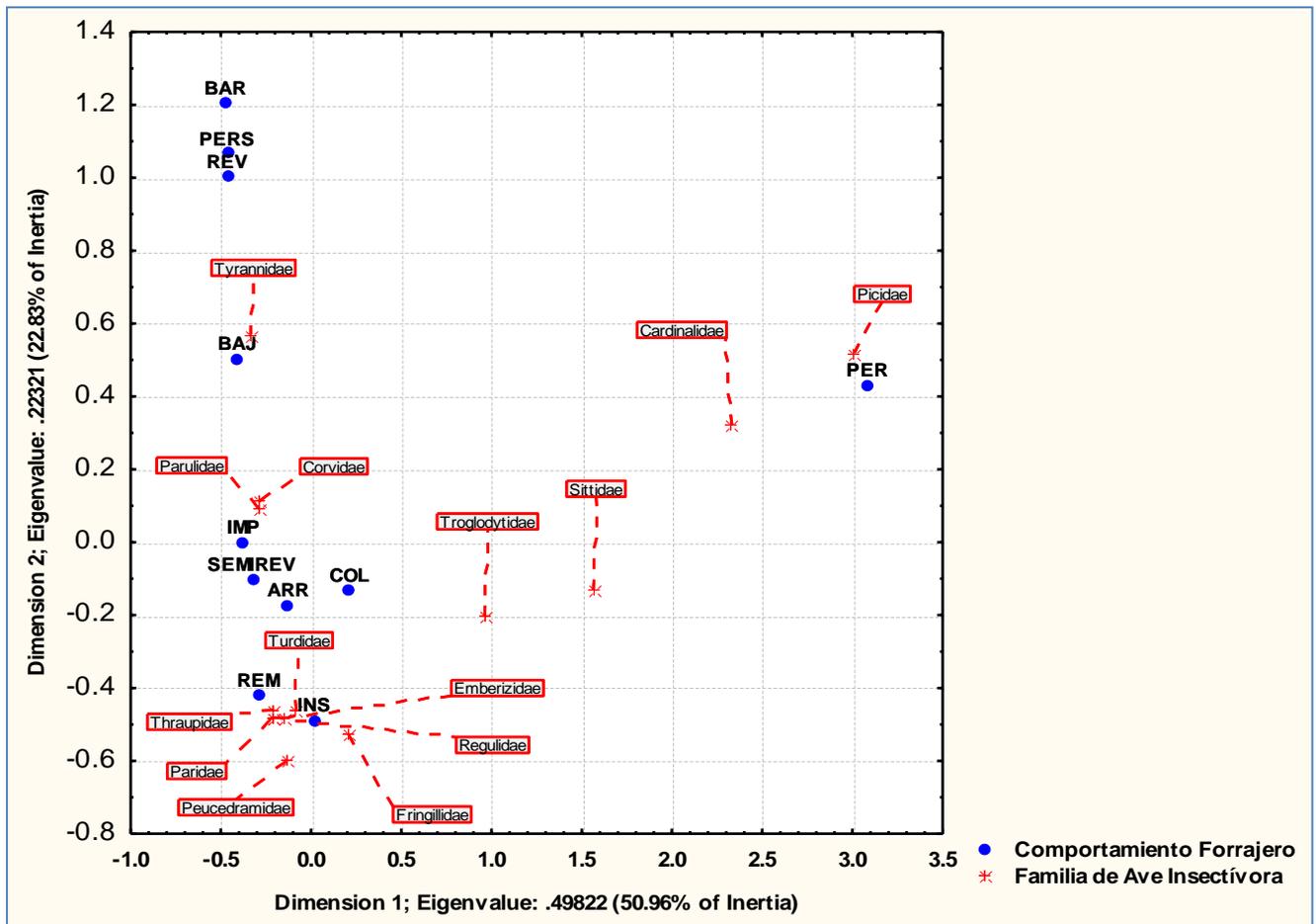
El ACS muestra una fuerte asociación entre Todas las Familias de Aves y las Técnicas de Cacería consideradas. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 68.27% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con ocho grupos particulares de Comportamientos Alimenticios (Figura 25).



**Figura 25.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre Todas las Familias de Aves y las Técnicas de Cacería Consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de ocho Comportamientos Alimenticios específicos.

### 6.2.4.1.2. ACS Asociación Familias de Aves Insectívoras-Técnicas de Cacería.

El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Aves Insectívoras y las Técnicas de Cacería consideradas. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 73.79% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de Familias de Aves Insectívoras que muestran una clara tendencia con ocho grupos particulares de Comportamientos Alimenticios (Figura 26).

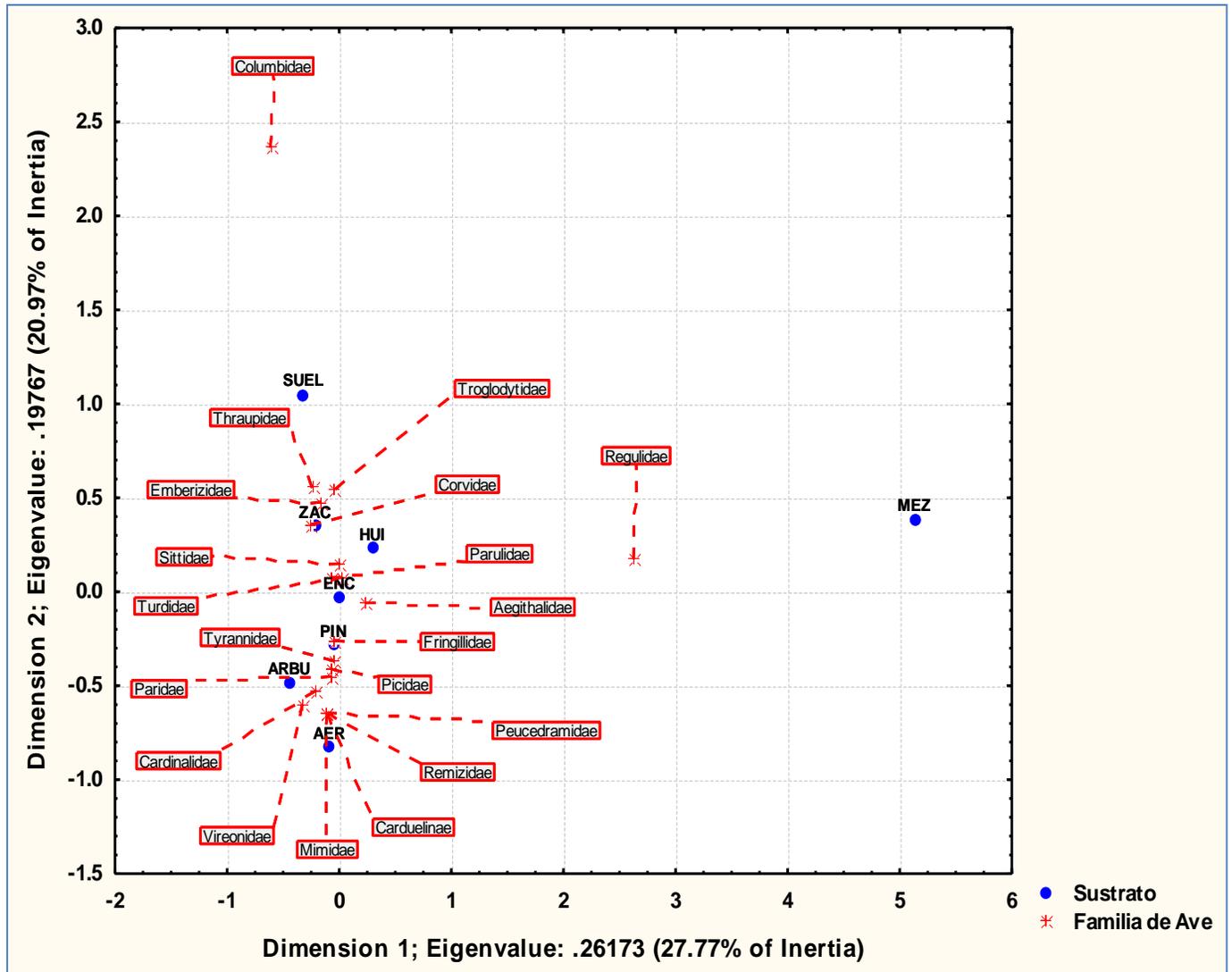


**Figura 26.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves Insectívoras y las Técnicas de Cacería Consideradas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves Insectívoras en la utilización de ocho Comportamientos Alimenticios específicos.

## 6.2.4.2. ACS Asociación Aves-Uso de Sustratos.

### 6.2.4.2.1. ACS Asociación Todas las Familias de Aves-Uso de Sustratos.

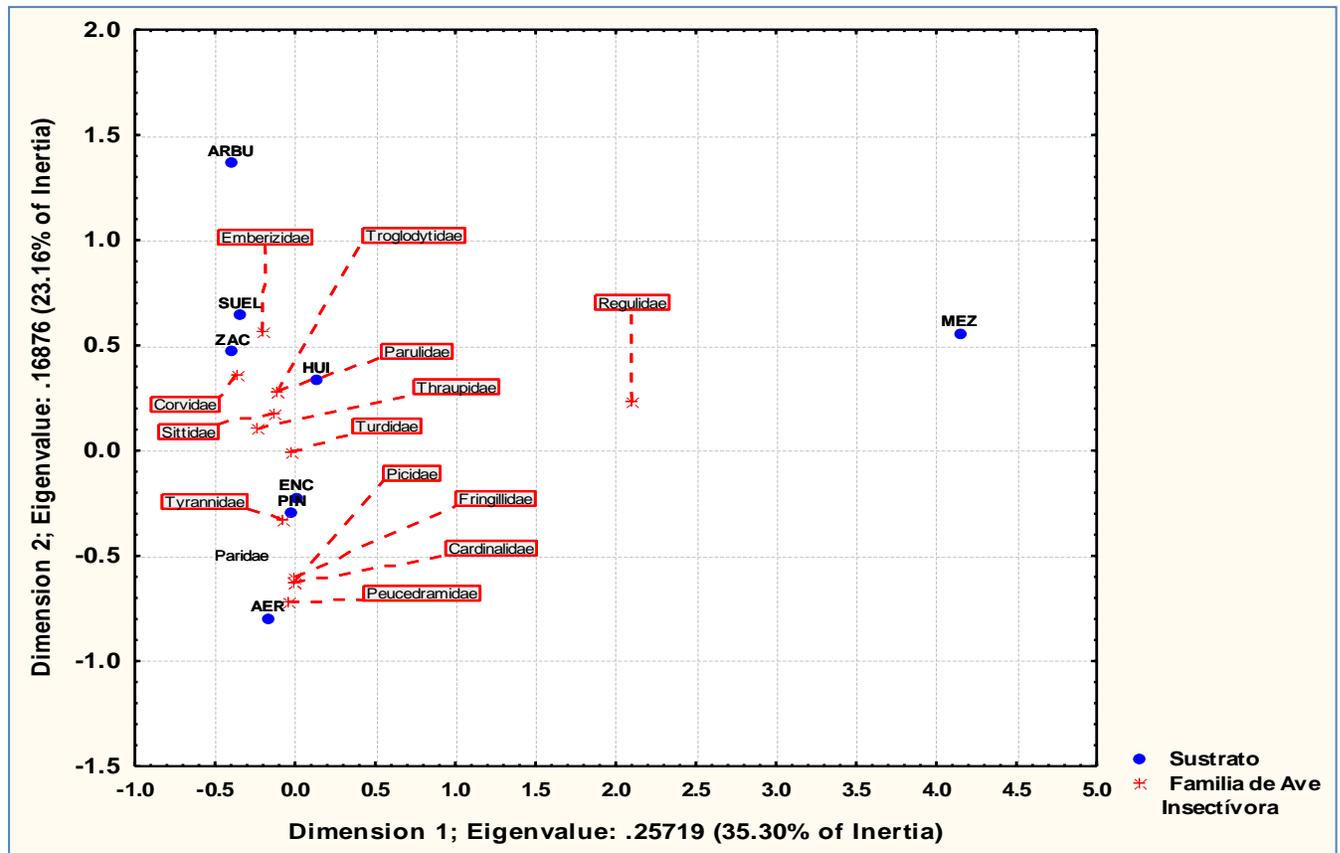
El ACS muestra una fuerte asociación entre Todas las Familias de Aves y los Sustratos considerados. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 48.74% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con siete grupos particulares de Sustratos utilizados (Figura 27).



**Figura 27.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre Todas las Familias de Aves y los Sustratos considerados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de siete Sustratos específicos.

### 6.2.4.2.2. ACS Asociación Familias de Aves Insectívoras-Uso de Sustratos.

El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Aves Insectívoras y los Sustratos considerados. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 58.46% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves Insectívoras que muestran una clara tendencia con seis grupos particulares de Sustratos utilizados (Figura 28).

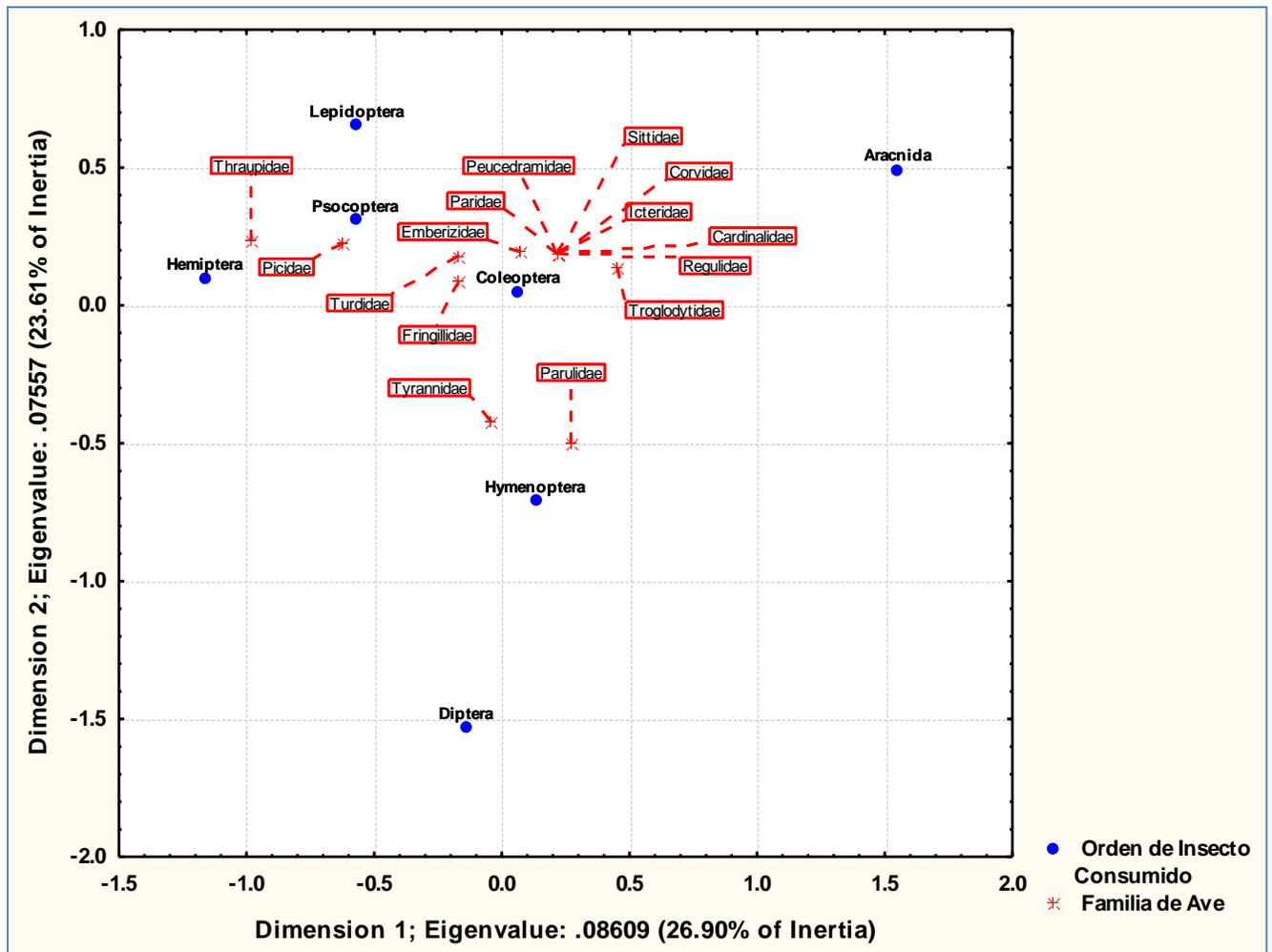


**Figura 28.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves Insectívoras y los Sustratos considerados en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Aves Insectívoras en la utilización de seis Sustratos específicos.

### 6.2.4.3. ACS Asociación Aves-Consumo y Preferencia de Órdenes de Insectos.

#### 6.2.4.3.1. ACS Asociación Familias de Aves-Órdenes de Insectos.

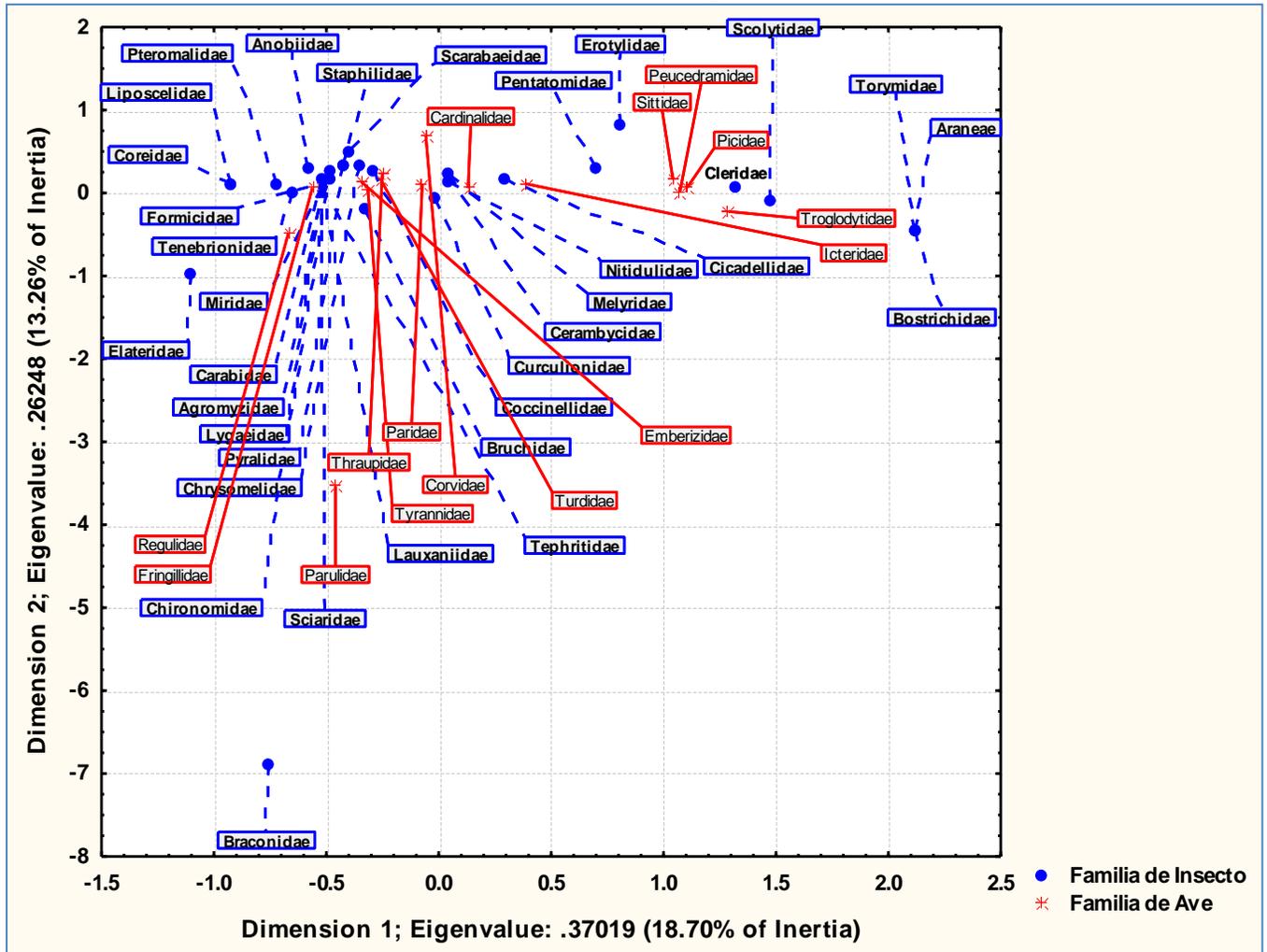
El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Aves y los Órdenes de Insectos. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 50.51% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con cuatro grupos particulares de Órdenes de Insectos consumidos (Figura 29).



**Figura 29.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves y los diversos Órdenes de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de cuatro Órdenes de Insectos específicos.

### 6.2.4.3.2. ACS Asociación Familias de Aves-Familias de Insectos.

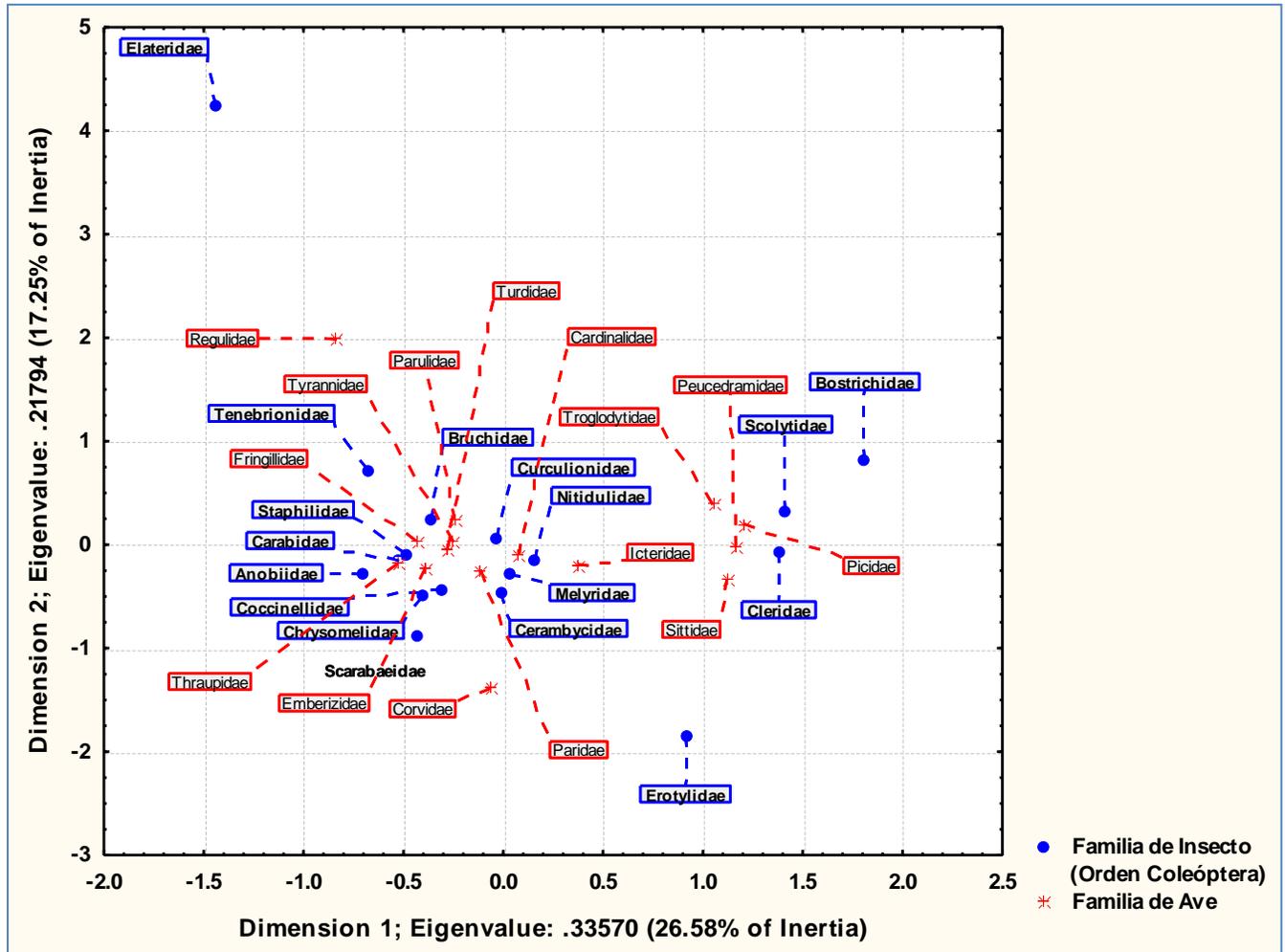
El ACS muestra una buena asociación entre las Familias de Aves (FA) y las Familias de Insectos (FI). Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 31.96% de la inercia total (se consideró un valor aceptable, debido a que se analizó FA=15 y FI=34), reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con 28 grupos particulares de Familias de Insectos consumidos (Figura 30).



**Figura 30.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y las Familias de Insectos (FI) consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de 28 Familias de Insectos específicos.

### 6.2.4.3.3. ACS Asociación Familias de Aves-Familias de Insectos (Orden Coleóptera).

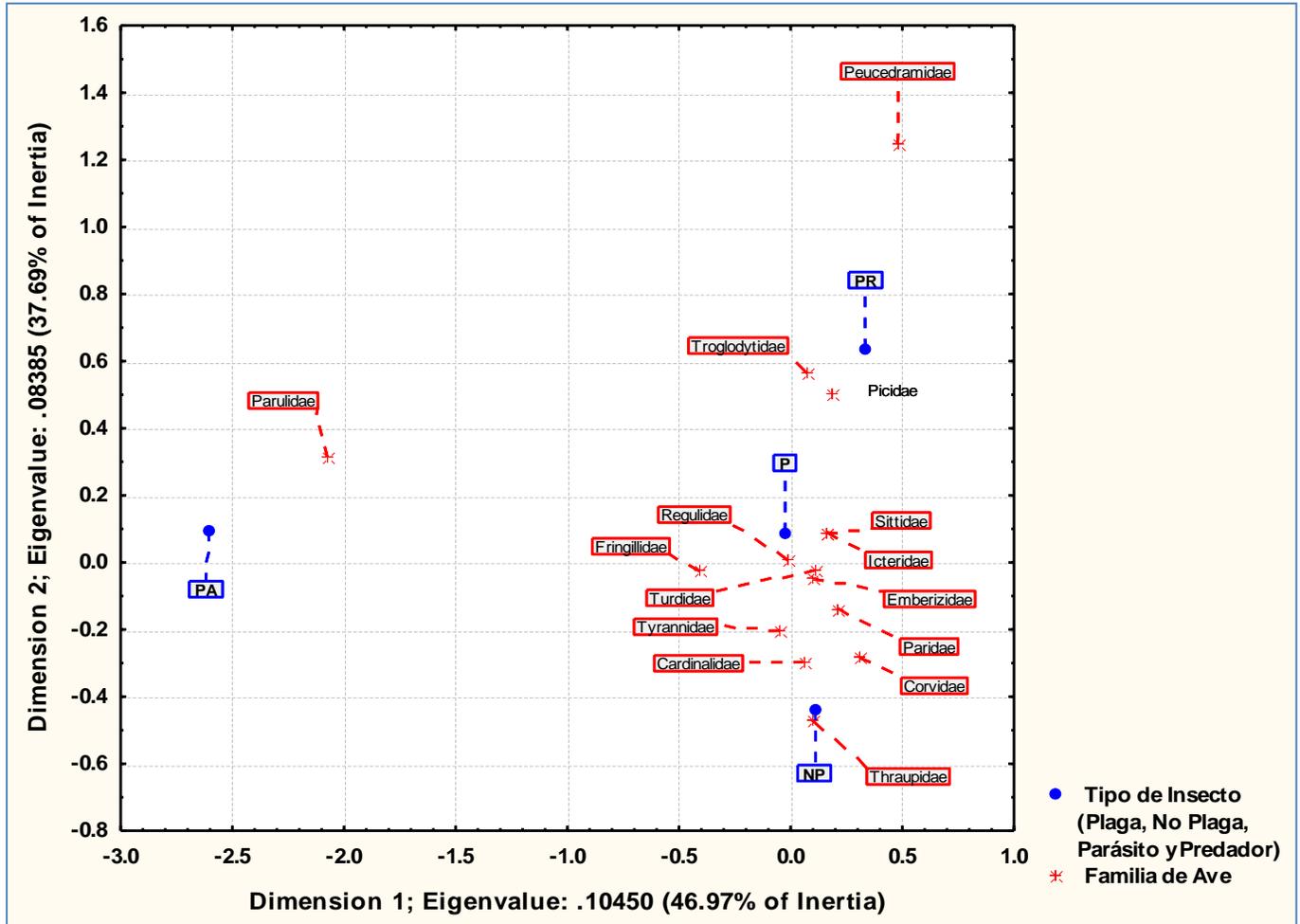
El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Aves y las Familias de Insectos (Orden Coleóptera). Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 43.83% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con 14 grupos particulares de Familias de Insectos consumidos (Figura 31).



**Figura 31.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y las Familias de Insectos (FI; Orden Coleóptera) consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de 14 Familias de Insectos específicos.

#### 6.2.4.3.4. ACS Asociación Familias de Aves-Tipos de Insectos.

El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Aves y los Tipos de Insectos (Plaga, No Plaga, Parásito y Predador). Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 84.66% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Aves que muestran una clara tendencia con cuatro grupos (Tipos) particulares de Insectos consumidos (Figura 32).

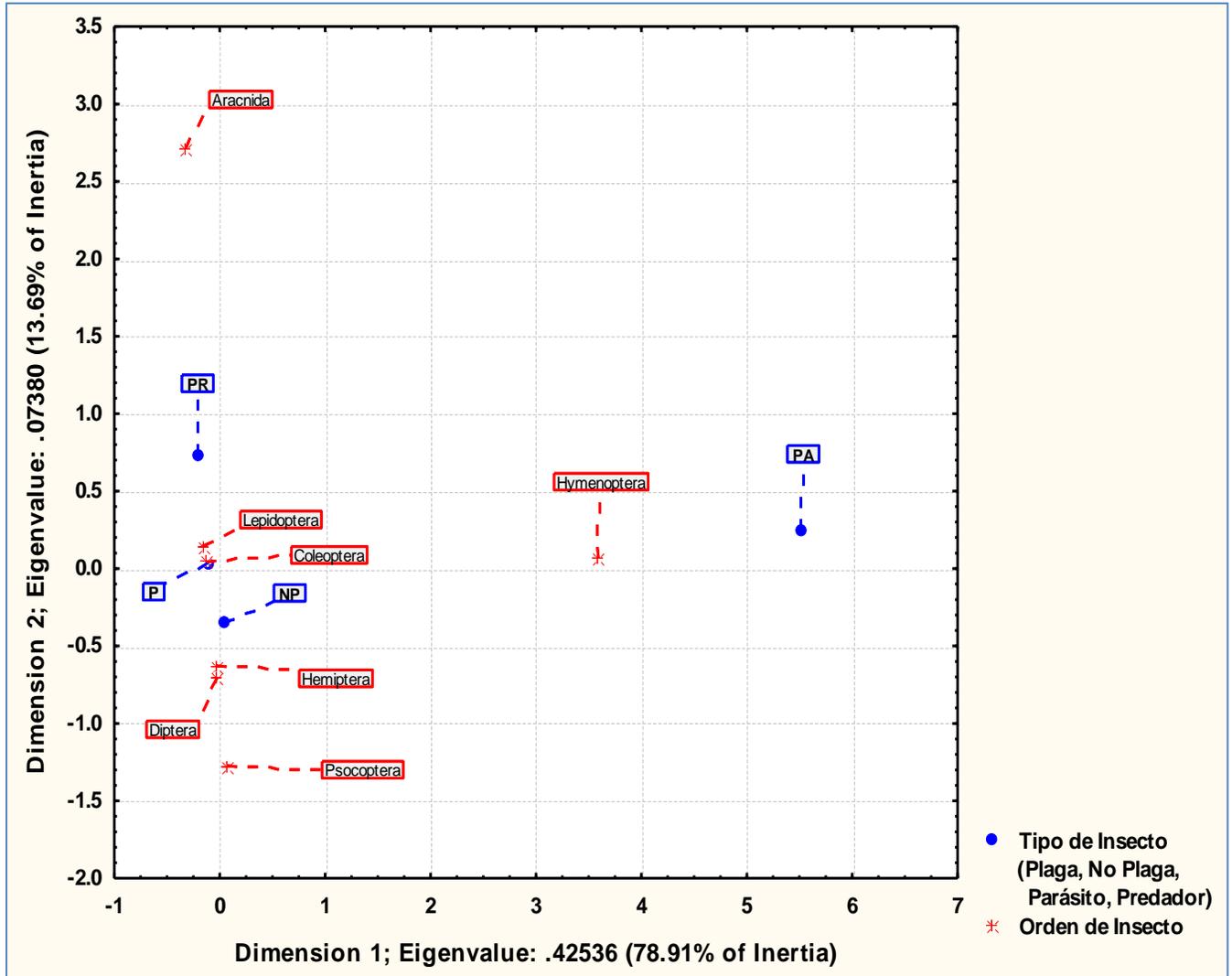


**Figura 32.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Aves (FA) y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente la preferencia o agrupamiento de las Familias de Aves en la utilización de cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.

#### 6.2.4.4. ACS Asociación Órdenes de Insectos y su Comportamiento Ecológico.

##### 6.2.4.4.1. ACS Asociación Órdenes de Insectos-Tipos de Insectos.

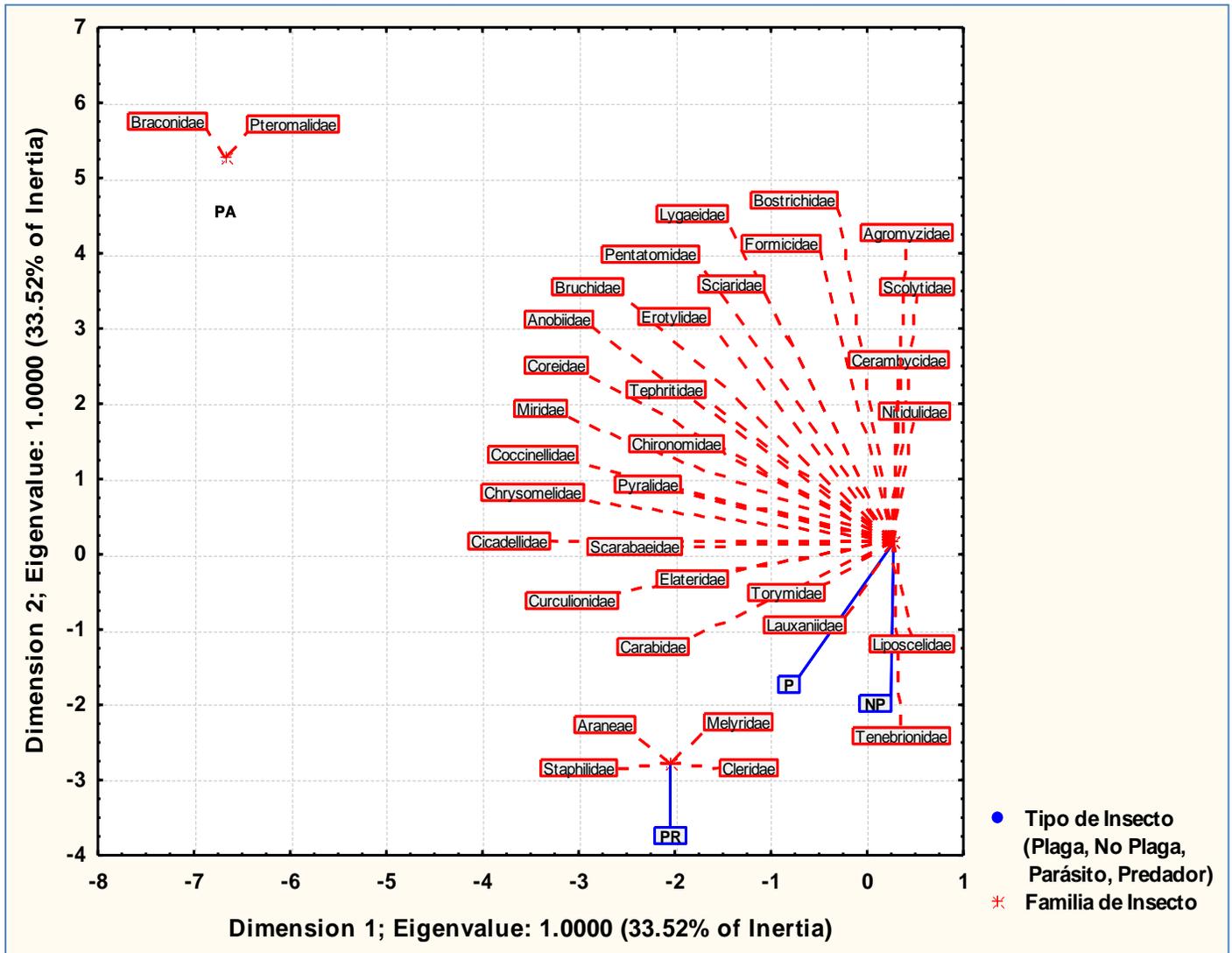
El ACS muestra una fuerte asociación entre los Órdenes de Insectos y sus diferentes Tipos. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 92.6% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de los Órdenes de Insectos que muestran una clara tendencia con cuatro grupos (Tipos) particulares de Insectos (P, NP, PA y PR; Figura 33).



**Figura 33.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre los Órdenes de Insectos y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de los Órdenes de Insectos en cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.

### 6.2.4.4.2. ACS Asociación Familias de Insectos-Tipos de Insectos.

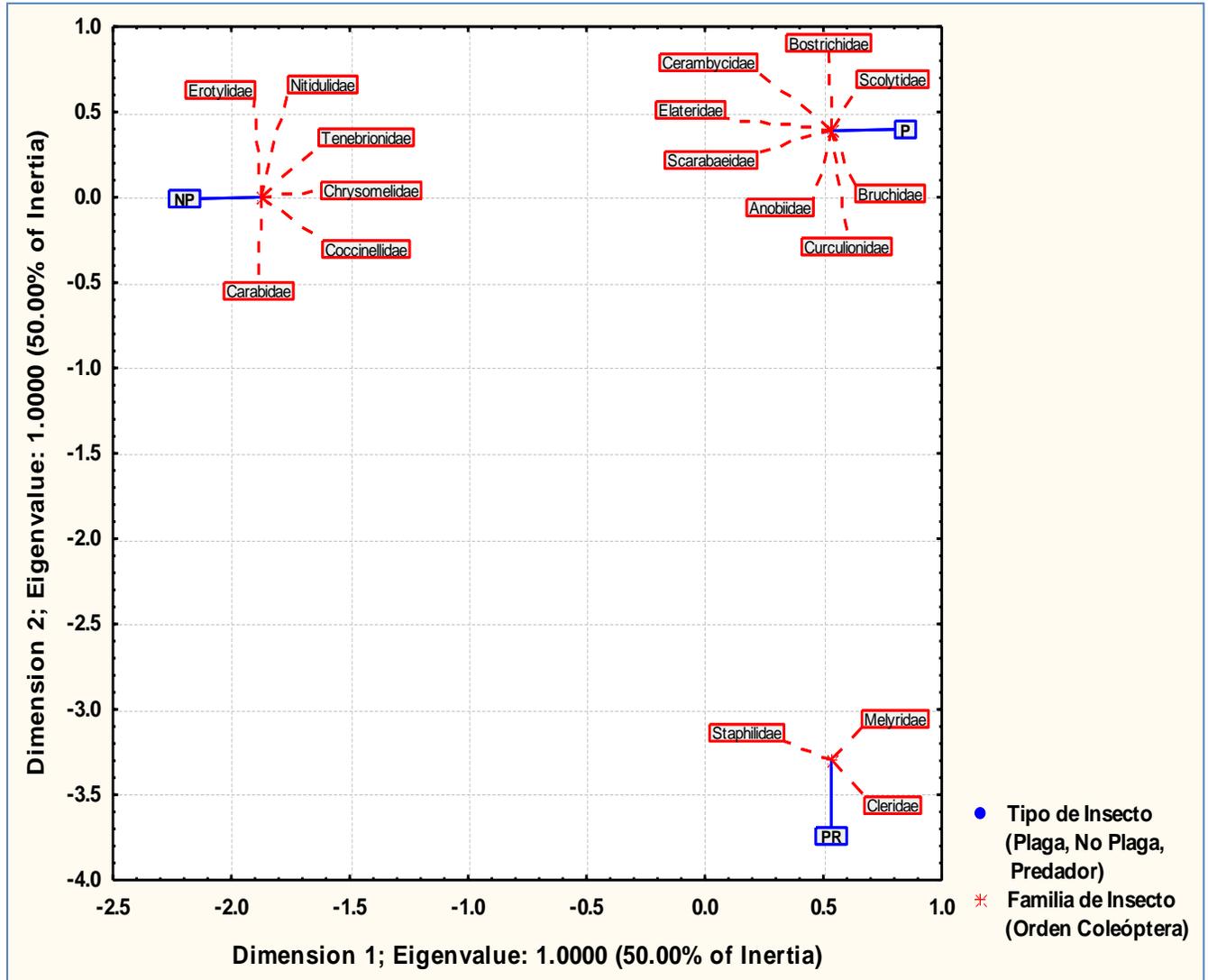
El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Insectos y sus diferentes Tipos. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 67.04% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Insectos que muestran una clara tendencia con cuatro grupos (Tipos) particulares de Insectos (P, NP, PA y PR; Figura 34).



**Figura 34.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Insectos y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Insectos en cuatro Tipos de Insectos (P, NP, PA y PR) específicos.

### 6.2.4.4.3. ACS Asociación Familias de Insectos (Coleóptera)-Tipos de Insectos.

El ACS muestra una fuerte asociación entre las Familias de Insectos (Coleóptera) y sus diferentes Tipos. Las dos primeras dimensiones dan cuenta del 100% de la inercia total, reconociéndose conjuntos definidos de las Familias de Insectos que muestran una clara tendencia con tres grupos (Tipos) particulares de Insectos (P, NP y PR; Figura 35).



**Figura 35.** Representación gráfica de dos dimensiones del ACS entre las Familias de Insectos (Coleóptera) y los Tipos de Insectos consumidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA. Se puede observar gráficamente el agrupamiento de las Familias de Insectos en tres Tipos de Insectos (P, NP y PR) específicos.

## CAPITULO 7. DISCUSIÓN.

### 7.1. Órdenes y Disponibilidad de insectos.

Durante los meses de Enero-Abril y Septiembre-October (periodo migratorio), las aves migratorias y residentes, registradas (Anexos 3 y 4) en la presente investigación a través de búsqueda intensiva y captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante, ejercieron una presión trófica sobre las comunidades entomológicas presentes en BDA y BDC, periodo en el cual compartieron y consumieron una amplia variedad de recursos alimenticios entomológicos, provocando fluctuaciones en la presencia de los diversos órdenes de insectos presa (Anexo 1). El BDC presentó una mayor riqueza específica de insectos fitófagos (16 órdenes y 87 familias), pero con un menor número de individuos en comparación con BDA, el cual presentó 15 órdenes y 83 familias (Anexos 1 y 2); esto infiere una asociación con la diversidad avifaunística que se observó, ya que las proveía de una mayor cantidad de recursos entomológicos disponibles de diversos taxas. Los dos métodos que se emplearon sugieren una mayor cantidad de aves en el BDC con 51 y 27 especies en comparación con BDA en el que se registraron 31 y 25, respectivamente.

La dinámica estacional de la avifauna migratoria durante su migración y residencia invernal causó un efecto mayor sobre la estructura poblacional de sus presas potenciales en BDC; sin embargo, se pudo observar que durante los meses de Mayo-Agosto (periodo no migratorio) las aves residentes afectaron a las comunidades de insectos presa de BDC durante la primavera; esto se asoció con las demandas energéticas de las aves durante los periodos reproductivo y no reproductivo. En estas etapas se consumen diferentes insectos

para cubrir procesos importantes de su ciclo de vida que tienen una demanda energética diferencial. Así, se registró que durante la crianza de polluelos en la primavera (sólo aves residentes) se alimentaron de insectos de talla muy grande y durante el mantenimiento de adultos en el invierno (aves residentes y migratorias) consumieron insectos de talla grande. La presente investigación sugiere que la fenología migratoria de las aves influye tróficamente sobre las comunidades entomológicas; consecuentemente éstas son más estables durante la primavera (sólo sustentan tróficamente a las aves residentes) que en el invierno (alimentan a aves residentes y migratorias), particularmente en BDC.

La comunidad entomológica registrada en el presente estudio, en términos de órdenes, familias y abundancia de insectos fue, en general, propiamente fitófaga de dosel (Figuras 12 a 14), cuya actividad y comportamiento estuvieron asociados además del periodo migratorio, con otras 13 variables con coeficientes estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); parámetros asociados con el número promedio de individuos de los diferentes órdenes de insectos más abundantes que se registraron en el área de estudio (Figura 12). De éstas variantes, las de mayor impacto sobre la presencia de insectos en el área de estudio fueron la temperatura, hora del día y estructura vegetal (Cuadros resumen 1 y 2; Anexos 7 y 8), ya que éstas fueron las que más se relacionaron con la humedad relativa y éstas a su vez estuvieron estrechamente relacionadas con las condiciones de micro clima a nivel de nichos ecológicos, que influyeron el desarrollo de insectos fitófagos.

En la presente investigación fue relevante la oscilación de temperaturas durante el día (7:00 – 13:00 – 19:00 h). La temperatura fluctuó entre 17.4 - 25.6 - 23.5 °C en invierno y en primavera alrededor de 19.3 - 31.9 - 26.0 °C, respectivamente. Se observó que dichas temperaturas influyeron sobre la presencia de las familias de insectos que se registraron

(Anexo 2). Esta oscilación repercutió sobre los procesos bioquímicos de los insectos y sus relaciones tróficas con las plantas hospederas, al adoptar la temperatura del ambiente (son poiquiloterms). Este patrón de comportamiento mostró que en términos fisiológicos, un insecto acumulaba cierta cantidad de calor durante el día (7:00 a 13:00 h) para poder desarrollarse trófica y activamente, decreciendo su actividad y comportamiento al atardecer (entre 13:00 a 19:00 h); este calor acumulado se mide en unidades que se denominan "grados-días" (Marco, 2001). Dichos incrementos en la temperatura promovieron que la entomofauna acelerara su tasa de desarrollo, y por consiguiente, aumentara el número de generaciones que tuvieron durante el año. Esto explica, parcialmente, la presencia y abundancia de los órdenes de insectos que se registraron en ambas zonas (Figura 12) durante el invierno (Enero-Abril y Septiembre-October) y primavera (Mayo-Agosto); por lo tanto, la actividad de los insectos respondió a variaciones en la temperatura y hora del día, registrándose algunos de ellos durante la mañana con temperaturas muy cálidas (antes del medio día) y otros únicamente por la tarde noche (con temperaturas semicalidas); por ello, la detección de aves insectívoras con mayor actividad trófica en la zona, se relacionó con la hora de muestreo de insectos. Con base a estos resultados, se asume que la dinámica y comportamiento de los insectos están sujetos a las variaciones en la temperatura y humedad relativa que se presentan durante el día, facilitando la detección de comunidades más complejas de 7:00 a 13:00 h.

El efecto de zona ( $p=0.01$ ; Cuadro resumen 2) en función de la apertura del dosel (producto de perturbación) determinó la comunidad entomológica de BDC y BDA (Anexos 1 y 2). La presencia de los insectos registrados se atribuyó a condiciones de estrés fisiológico en las formas de vida vegetal de las zonas bajo estudio; particularmente, en el componente arbóreo, como lo sugieren algunos estudios para comunidades de Artrópodos (White, 1969;

Price, 1991b; Concha-Bloomfield y Parra, 2006). La pérdida de individuos vegetales provocó que la radiación solar incidiera directamente sobre los estratos verticales de la vegetación hasta llegar al suelo, esto ocasionó una mayor evaporación del componente hídrico, lo que implicó que disminuyera la duración de condiciones hídricas adecuadas para las plantas. Al disminuir el potencial hídrico del suelo se afecta significativamente el flujo de masa en el mismo. Esto perjudica fuertemente el acceso nutrimental del nitrógeno, lo que ocasiona en la planta un déficit nutrimental e hídrico (sequía) provocando que las plantas estuvieran fisiológicamente debilitadas.

En el área de estudio, como consecuencia de diversos eventos de perturbación (tala inmoderada e incendios forestales), la vegetación estuvo sometida a una reducción (a diferentes niveles) en sus procesos fotosintéticos, síntesis de proteínas y en sus defensas químicas, las condiciones de deficiencia hídrica pudieron ocasionar un incremento gradual de aminoácidos. Esto en su conjunto las hace más susceptibles a plagas y enfermedades (Price, 1991b; White, 1969). Particularmente, de insectos fitófagos, mismos que diezmaron la densidad foliar y con ello se favoreció la apertura del dosel. Esto influyó positivamente sobre la comunidad de insectos que fueron registrados; al abrirse el estrato superior, se crearon condiciones que promovieron el surgimiento de una mayor cantidad de sustratos (hojas nuevas y tiernas) en los estratos arbustivo y herbáceo; diversificándose microhábitats específicos (e. g. plántulas) con recursos alimenticios disponibles para los fitófagos, provocando un incremento poblacional en algunas familias de los órdenes Hymenóptera y Coleóptera consideradas plagas forestales (e. g. Curculionidae) como lo indican algunos estudios para comunidades de Artrópodos (Rhodes, 1979; Price, 1991a; Lichtenberg y Lichtenberg, 2002).

En la zona de estudio (BDC y BDA) se observó un mayor consumo de tejidos meristemáticos, hojas y ramas nuevas por parte de los insectos fitófagos, siendo el dosel donde hubo una mayor concentración de éste tipo de insectos a la hora de su captura. Esto se debió a que la vegetación de ambas zonas no era rica en proteínas (consecuencia del debilitamiento fisiológico), pero sí en el contenido de nitrógeno; por lo tanto, el contenido de éste en las diversas formas de vida vegetal fue un factor determinante de la naturaleza, calidad e intensidad fitófaga de la entomofauna. Así, los árboles tuvieron más especies de insectos herbívoros que los arbustos, los cuales a su vez presentaron más que las herbáceas. Otras características de las plantas que potencialmente pudieron tener un efecto sobre la diversidad de insectos fueron: su afinidad taxonómica y su abundancia local (Southwood, 1961; Pérez-Contreras, 1999).

El mayor número de órdenes de insectos (Anexo 1) ocurrió en el dosel (Cuadros resumen 1 y 2), presumiblemente, resultado de la interacción de factores propios del hábito fitófago de éstos y de condiciones bióticas (hojas nuevas, depredadores, sustratos de alimentación) y abióticas (microclima, humedad relativa, condensación del agua durante la noche) del mismo que acondicionaron el medio para una mayor expresión de diversas familias y tipos de insectos (Anexo 2). En el presente estudio, se pudo observar que el BDA presentó una mayor disponibilidad de plántulas, que se asoció a la apertura del dosel y al incremento en la penetración de la luz hacia los estratos bajos de la vegetación, entonces, los insectos herbívoros tuvieron acceso a una cantidad mayúscula de plantas jóvenes y vigorosas; motivo por el cual, las atacaban con más frecuencia que aquéllas viejas y maduras, lo que dio lugar a un aumento en el número de insectos registrados (Anexo 1); sin embargo, los órdenes y familias fueron menores en BDA que en BDC; es decir, los insectos

fitófagos causaron más daños en hojas nuevas y en expansión en zonas perturbadas que en las semiconservadas.

El consumo de follaje por los insectos ocurrió cuando la fisiología y actividad de la planta disminuía, es bien conocido que el follaje es la zona más expuesta, debido a la alta producción de biomasa que se genera como consecuencia de los altos niveles de luz que recibe, promoviendo tasas mayores de fotosíntesis y una producción constante de hojas nuevas, flores y frutos que sostienen a comunidades entomológicas más complejas, independientemente de su nivel de perturbación. Por lo tanto, es en el dosel del componente arbóreo donde se registran las temperaturas más elevadas (de cinco a ocho grados) que en otros estratos del bosque (arbustivo y herbáceo) y una humedad relativa menor (a 30%), debido a los procesos de evapotranspiración que ocurren con mayor rapidez, lo que es análogo a un ambiente perturbado como BDA, provocando un incremento en la diversidad de insectos en comparación con BDC como lo sugieren los resultados encontrados en el presente estudio y los reportados en bosques de *Castilla elástica* (Frenzel y Brand, 1988; Hartley, 1988; Waring y Price, 1990; Fernandes y Price, 1992; Coley y Barone, 1996; Wright, 1997; Larrea, 1999; Sánchez *et. al.*, 1999; Basset, 2001; Barrios, 2003). Así, los insectos reportados en el presente trabajo dependieron de diversos acontecimientos históricos y ecológicos del área (*e. g.* tala, incendios, sobrepastoreo, entre otros), mismos que determinaron su estructura y composición florística, como lo indican algunos estudios sobre diversidad, estructura y microclimas para insectos en bosques lluviosos (Sutton, 1983; Stork, 1988; Parker, 1995).

Los insectos fitófagos registrados se distribuyeron de acuerdo con su historia de vida, logrando ocupar diversos estratos verticales y horizontales dentro del bosque; sin embargo,

se pudo observar que algunos insectos formadores de agallas y minadores restringieron su ciclo de vida al de las hojas del dosel, por lo que su distribución se determinó por la disponibilidad de hojas nuevas, que promovió el establecimiento de este tipo de insectos en dicho estrato. Algunos estudios en Sudamérica sobre filogenética, diversidad, distribución y alimentación de insectos mencionan resultados similares (Futuyma, 1991; Hespenheide, 1991; Basset *et. al.*, 1992; Thomas *et. al.*, 1992; Brown *et. al.*, 1997; Naranjo y Chacón de Ulloa, 1997; Whelan, 2001; Augusto *et. al.*, 2006). Dicha distribución, sugiere que los insectos fitófagos registrados infestaron comunidades vegetales en función de procesos evolutivos, que han llevado a muchos de ellos a alimentarse de una especie de planta en particular o un grupo de éstas con estrecha relación taxonómica, lo que provocó una dependencia del componente entomológico con respecto a la distribución estacional de los sustratos vegetales disponibles. La comunidad entomológica que se registró fue capturada (mediante corte y sacudida de ramas) mientras se encontraba explotando las estructuras y sustratos del componente vegetal en diversas vías alimenticias, dando lugar a comunidades de insectos con hábitos tróficos de tipo fitófago. Así, se puede deducir que el determinante principal de la abundancia y distribución de presas fitófagas en BDC y BDA fue el tamaño del área de distribución de la planta hospedadora; particularmente, a la asociación forestal de *P. cembroides* y otras especies vegetales. Dicha asociación vegetal presentó una fisonomía, producto de perturbación, que determinó cambios en la abundancia y localización de insectos en ambas zonas. A nivel de sotobosque, el número de individuos por orden de insecto (Figura 12) registrado se asoció estacionalmente a variables de cobertura y altura de plantas arbustivas, hojarasca y pedregosidad, ( $p < 0.05$ ; Cuadro resumen 2) mismas que presentaron un efecto sobre la presencia de familias de insectos fitófagos de los diferentes órdenes de insectos (Anexo 2) que se registraron; siendo el dosel arbustivo y arbóreo los más importantes.

De esta manera, se registraron insectos estratificados en el dosel arbóreo y arbustivo de ambas zonas, cuya altura y densidad difirió. Dichos atributos de la estructura vegetal fueron mayores en BDC (sucesión semiclímax) que en BDA (sucesión secundaria). Esta característica de ambos rodales forestales provocó que la iluminación hacia los estratos bajos (arbustivo y herbáceo) de la vegetación fuera distinta en ambas zonas, resultando superior en BDA (producto de la mayor apertura de dosel que presenta). Esto repercutió sobre la disponibilidad de diversos sustratos vegetales (hojas tiernas, flores, frutos, entre otros) para la alimentación de los insectos; promoviendo con ello, las interconexiones entre el sotobosque y el dosel. En el área de estudio, la deforestación ha causado la desaparición de una parte importante del microhábitat de dosel, principalmente en BDA, reduciendo el número de individuos para algunos órdenes de insectos (Figura 12) y consecuentemente a las aves insectívoras que dependen tróficamente de ellos, como lo sugieren algunos estudios sobre estructura y diversidad de insectos minadores (Medianero *et. al.*, 2003; Laurance *et. al.*, 2001). La presente investigación deja de manifiesto la relevancia que tiene el dosel de *P. cembroides* para las comunidades entomológicas del área de estudio, tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo.

En el presente estudio también fue relevante la presencia de insectos clasificados como de talla Muy Grandes (MG; biomasa del gasto de crianza; >10 mm), Grandes (G; 7-9 mm), Medianos (M; biomasa total; 4-6 mm) y Pequeños (P; 1-3 mm; Figura 15), sobre todo en BDA. Ambas zonas presentaron insectos de talla MG durante la mayor parte del estudio; en contraste, insectos de tallas G, M y P sólo se encontraron en el muestreo de enero. Se identificaron variables altamente significativas (<.0001; Cuadro 15; Figuras 22 a 24) que estuvieron asociadas al ciclo de vida de los insectos tales como la escala temporal

(en meses), fluctuaciones en el ambiente y hábitat, mismas que determinaron la ocurrencia de sus tallas.

La variante de Puntos (gradientes ambientales del hábitat) sugiere encontrar insectos de talla MG en todos los sitios muestreados; así, insectos de tallas G, M y P fueron raros. Por su parte, el tamaño de los insectos respondió a variaciones propias del Orden entre los diversos taxos entomológicos; además, la variación en tamaños (MG, G, M, P) se relacionó con la estacionalidad. Es decir, variaciones en las tallas de insectos fueron relacionadas con cambios temporales en su abundancia y diversidad; asociados estacionalmente a variaciones en la estructura de la vegetación de ambas zonas (BDC y BDA), durante la primavera e invierno. Esto, determinó las fluctuaciones poblacionales de las aves sobre la estructura del hábitat, como lo señalan diversos estudios en relación a Gasto de Crianza y su relación con el consumo de insectos (Vickerman y Sunderland, 1975; DÍal y Roughgarden, 1995; Greenberg, 1995; Albrecht y Gotelli, 2001).

En el presente estudio, la técnica de monitoreo de insectos fue un factor importante debido a que las muestras de insectos fueron tomadas directamente de sitios donde se observaron a las aves alimentándose, lo cual ocurrió en mayor proporción sobre el dosel, registrándose morfoespecies de diferentes Órdenes (Anexo 1). Dicha técnica resultó eficiente para evaluar insectos habitantes de este estrato particular, como lo indican algunos estudios realizados en Puerto Rico y Jamaica (Schowalter, 1994; Johnson, 2000). No obstante, se registraron algunas familias (Anexo 2) moradoras del suelo, tronco y tocón.

## 7.2. Técnicas de cacería y sustratos utilizados por las aves para alimentarse.

En la presente investigación, se registraron 60 especies de aves mediante búsqueda intensiva, repartidas en cuatro órdenes y 20 familias; la mayor riqueza específica de especies fue registrada en BDC con 51 en comparación con BDA con 35 (Anexo 3). Los mayores registros de éstas alimentándose en el área de estudio ocurrieron durante el periodo invernal (Enero-Abril y Septiembre-October), coincidiendo con los patrones de actividad exhibidos por sus presas potenciales (insectos) y con el arribo de las aves migratorias en ambas zonas (BDC y BDA), como consecuencia de sus procesos fenológicos y ecológicos. Este patrón indica que la actividad alimenticia de las aves insectívoras (residentes y migratorias) está en función de la dinámica y estacionalidad de las comunidades entomológicas.

En este estudio, se pudo observar que no todas las aves que se registraron inicialmente eran tróficamente insectívoras; no obstante, se evidenció que las técnicas de cacería más utilizadas (Figura 17) por las aves (incluyendo a las insectívoras) durante su alimentación respondieron a las maniobras alimenticias consideradas. Esto contribuyó a optimizar su gasto energético depredador en función de la obtención de presas energéticamente más redituables; especialmente en BDA, el cual les proporcionó una mayor cantidad de sustratos y recursos alimenticios (producto de la apertura de su dosel) en comparación con el BDC.

En el presente trabajo, el dosel de árboles y arbustos de *P. cembroides* tuvo un papel preponderante sobre las técnicas de forrajeo utilizadas por las aves; debido a que proporcionó una mayor cantidad de flores, hojas, semillas e insectos para la alimentación de

la avifauna en comparación con otros tipos de sustratos disponibles; resultando mayor su abundancia sobre el dosel de pináceas (Figura 18) y en términos de familias en otros sustratos; es decir, las aves utilizaron gregariamente el dosel. El uso comunal de dicho estrato permitió a los depredadores ubicar rápidamente sus presas, ya que desde este punto iniciaban la persecución de las mismas. Esto indicó, que se pueden encontrar, más aves de las familias Fringillidae (no insectívora; Figura 27) y Tyrannidae (insectívora; Figura 28) sobre el dosel (arbóreo y arbustivo) de pino que en cualquier otro sustrato en el área de estudio; lo cual está asociado a su preferencia trófica en el consumo de semillas e insectos, respectivamente.

El uso de *P. cembroides* como sustrato de alimentación, se explica por ser la asociación más dominante en ambos rodales forestales; esto contrasta con los estudios realizados por Coe y Coe (1987), Cooper *et. al.* (1988), Greenberg *et. al.* (1997) quienes reportan al Huizache y Mezquite como los sustratos que albergan una mayor cantidad de especies de aves debido a que contienen una mejor disponibilidad y calidad de Artrópodos y Bruchidae como fuente de alimento para ellas. En esta investigación, el sustrato de pino constituyó un componente muy importante, que ofreció recursos alimenticios de buena calidad (insectos Muy Grandes en primavera y de Grandes a Pequeños en invierno) para la mayor parte de la comunidad avifaunística que se registró; sin embargo, el número de aves que utilizaron los otros sustratos disponibles (e. g. Huizache; Figura 18) para alimentarse fue menor, debido a que éstos no proporcionaron suficientes recursos para su sobrevivencia; por lo tanto, la disponibilidad de alimento y no la de sustratos determinó la presencia-ausencia de la avifauna, así como la utilización de técnicas de cacería específicas en el área de estudio, como lo sugiere el estudio de Errington (1930) sobre alimentación de rapaces.

Esta investigación permitió observar la plasticidad y restricción ecológica presentada por las especies de aves que fueron registradas y cómo dichos organismos optimizaron su adecuación en función de la explotación estacional de los recursos alimenticios y sustratos disponibles en el área de estudio, como lo sugieren algunos estudios sobre caracterización ecológica, disponibilidad de sustratos alimenticios, dinámica estacional, plasticidad ecológica y utilización de recursos por aves (Carrascal y Tellería, 1985; Johnson y Beck, 1988; Greenberg, 1990; Grigera *et. al.*, 1994; Ryan, 2000; López de Casenave, 2001; Kinross, 2004; Becerra y Grigera, 2005). Esto explica porque el BDC proveyó condiciones para aves especialistas de bosques maduros, cuyas comunidades se conformaron por una amplia variedad de especies pero con poca abundancia de individuos, a diferencia del BDA que desempeñó un papel importante para aves flexibles en el uso de hábitats perturbados, cuya característica fue poseer pocas especies, pero con un número elevado de individuos.

De esta manera, las asociaciones tróficas entre aves e insectos, se realizaron por medio de reclutamiento visual a través del cual, las depredadoras ubicaron por determinado tiempo a sus presas, utilizando la técnica de cacería más apropiada para su captura; por lo tanto en la presente investigación, la actividad alimenticia de las aves dependió del tiempo de conglomeración de los insectos, por lo que éstas pueden funcionar como especies catalíticas (indicadoras de áreas con alta densidad de presas). Por lo tanto, la duración del proceso de procuración de alimento llevada a cabo por las aves en función de la concentración de insectos en el área de estudio, tuvo un efecto sobre su tamaño y composición, observándose que a una mayor duración, el tamaño del grupo se incrementaba y su composición difería.

En este trabajo, se sugiere que la conformación de gremios tróficos entomológicos se debió, en parte, al uso diferencial de los diferentes sustratos vegetales y algunas

características del hábitat; consecuentemente, las especies de aves registradas se agruparon en gremios tróficos específicos, los cuales demandaron niveles similares de algún recurso entomológico (Figuras 29 a 32); patrones similares se han reportado en trabajos sobre patrones de explotación de nicho y conformación de asociaciones de alimentación multiespecífica (Root, 1967; Harrison *et. al.*, 1991; Mahon, 1992; Mills, 1998; Camphuysen y Webb, 1999; Ostrand, 1999; Guariguata y Kattan, 2002; Nasca *et. al.*, 2004).

Se observó que las familias de aves registradas en el área de estudio se asociaron con ocho grupos de comportamientos alimenticios (Figura 25), principalmente con los de remover y coleccionar; esto se debió a que estas observaciones particulares se realizaron sobre la comunidad completa de aves; resultando que algunas familias de aves como Columbidae no son de hábitos tróficos insectívoros. Sin embargo, al realizar las observaciones específicamente para la comunidad de aves netamente insectívoras se pudo evidenciar una respuesta diferencial hacia ocho grupos de comportamientos alimenticios (Figura 26); no obstante, las maniobras más utilizadas por las aves insectívoras resultaron ser inspeccionar e impulsar. Con esto, se puede inferir que la mayor parte de la comunidad avifaunística con hábitos tróficos insectívoros inspecciona en mayor proporción sobre el dosel de árboles y arbustos, principalmente de *P. cembroides* y otros tipos de sustratos; sin embargo, todas las técnicas de cacería consideradas y registradas en la presente investigación, resultaron importantes en la distribución espacial y temporal de grupos específicos de familias de aves (Figuras 25 y 26) que utilizaban una variedad de sustratos para alimentarse (Figuras 27 y 28) como lo sugiere el estudio sobre disponibilidad de insectos como alimento de una familia específica de aves (Johnson, 2000).

Los patrones aquí determinados en la elección de las técnicas de cacería utilizadas por las aves durante su alimentación sugieren que las variables de la fisonomía vegetal de ambas zonas (BDC y BDA) asociada a las características propias de las aves ( $p < 0.05$ ; Cuadro resumen 3), les reditúo en un menor gasto energético durante la captura de sus presas, obteniendo un aporte energético mayor al consumir insectos de talla muy grande durante la primavera (Mayo-Agosto); es decir, las aves residentes aseguraron su nutrición asignando un menor tiempo en la captura de sus presas en el área de estudio; a diferencia del invierno (Enero-Abril y Septiembre-October), en el cual, tanto las residentes como las migratorias invirtieron un mayor tiempo y gasto energético para dicho fin, debido a que el arribo de las segundas provocó una disminución en la disponibilidad de alimento, especialmente de insectos de talla muy grande.

Dicha reducción fue producto de la presión e incremento en la utilización de los sustratos de alimentación por parte de las aves; motivo por el cual, éstas consumieron presas de grandes a pequeñas, resultado del incremento en la competencia (intraespecífica) por recursos alimenticios. Consecuentemente, las poblaciones de insectos presa fueron bajas cuando las de los depredadores eran altas como lo sugieren algunos estudios sobre partición de recursos en aves (MacArthur, 1958; Lack, 1971; Schoener, 1974; Johnson y Sherry, 2001; Johnson *et. al.*, 2005; 2006a; b). Sin embargo, se pudo observar que las aves migratorias pudieron integrarse a la comunidad avifaunística de la zona debido al poco traslape trófico que existió entre ellas y las residentes (Figuras 29 a 32); además, la disponibilidad y abundancia de sus presas fueron suficientes para soportar la presión que ejercieron en el área durante su residencia invernal, a la vez que sus comportamientos alimenticios fueron muy especializados, aminorando la competencia interespecífica entre ellas. Un ejemplo de este patrón de comportamiento que se observó fue el de *Melanerpes*

*formicivorus*, especie residente que utilizó la técnica de picoteo, lo que le permitió coexistir con las demás especies a través del año debido a que aún en invierno pudieron encontrar larvas e insectos en la corteza de los troncos y ramas.

La Teoría de la Alimentación Óptima asume que la adecuación de un animal está en función de la eficiencia de su alimentación medida en términos de algún gasto, usualmente energía, y que la selección natural ha dado como resultado aves que se alimentan para maximizar tal adecuación (Morse, 1971; Charnov, 1976a; b; Pyke *et. al.*, 1977). Sin embargo, en la presente investigación, la adecuación estuvo asociada con variables estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ; Cuadro resumen 3) tales como el comportamiento alimenticio de las aves, el cual estuvo maximizado por éste tipo de selección, sujeto a ciertas coacciones ambientales y del hábitat, particularmente la altura sobre la vegetación, misma que determinó directamente la distribución de presas y consecuentemente los métodos de cacería empleados por la avifauna insectívora durante su alimentación. Aunado a esto los sustratos, comportamientos de captura y la variable altura ( $p < 0.05$ ) fueron coadyuvantes en la partición de recursos (separación de nichos ecológicos) mediante la segregación de los hábitats de alimentación en los planos vertical y horizontal. La selección considerada, implícita o explícitamente, en el presente trabajo fue la Darwiniana relacionada con la herencia genética, pero la evolución también presentó un efecto desde el punto de vista de la etología individual y poblacional exhibida por las aves en el área de estudio, misma que estuvo gobernada por patrones de adaptación a condiciones de apertura de dosel como el que presentaron el BDC y BDA. Por ello, las técnicas de cacería parecen ser un reflejo del nivel de alteración ocasionado por las actividades antrópicas que ocurrieron en la zona estudiada.

De acuerdo con esta investigación, el uso selectivo de los estratos vegetales para la alimentación de las aves (insectívoras) puede ser utilizado como un predictor de la distribución y disponibilidad de sus recursos alimenticios (insectos) en la zona de estudio. Por lo tanto, una de las dimensiones más importantes en la segregación interespecífica de la avifauna, para el presente estudio, fue su posición (vertical y horizontal;  $p < 0.05$ ; Cuadro resumen 3) sobre las comunidades vegetales en los bosques de *P. cembroides* estudiados, como lo sugieren algunos estudios sobre gremios tróficos de aves en bosques de *P. hartwegii* del Eje Neovolcánico Transversal (Holmes *et. al.*, 1979a; b; Necedal, 1984; Carrascal y Tellería, 1985; Marini y Cavalcanti, 1993; Latta y Wunderle, 1998).

### **7.3. Componentes y preferencia en las dietas de aves; variables morfológicas asociadas al consumo que determinan la condición energética (grasa) en aves.**

Se registraron un total de 34 especies de aves mediante captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante, repartidas en dos órdenes y 15 familias; la mayor riqueza de especies se registró en BDC con 27 en comparación con BDA con 25 (Anexo 4). Se capturaron algunas especies que no fueron registradas mediante búsqueda intensiva, ya que correspondieron a aves del sotobosque y de estratos más bajos (altura de las redes).

Se identificaron 3,336 fragmentos de insectos para ambas zonas (BDC y BDA) correspondientes a siete órdenes de insectos (Figura 19); el número de familias por orden (Figura 20) y fragmentos por familia (Figura 21) fueron mayores en BDA; esto se debió a que la mayoría de los fragmentos fueron obtenidos de excretas procedentes de aves capturadas en BDA, cuya comunidad avifaunística tuvo la característica de poseer pocas especies de aves, pero con un número elevado de individuos de cada una de ellas. Se capturaron más

individuos de pocas especies de aves en BDA en comparación con BDC en el cual, fueron más especies avifaunísticas pero en menor proporción de individuos. En las dietas, se registraron siete órdenes (Anexo 5) y 34 familias (Anexo 6) de insectos.

Los tipos de insectos plaga fueron los más comunes en ambas zonas de estudio (Figura 16); particularmente en BDA. Además, de ser los mejor representados en las dietas de las aves insectívoras analizadas, presentando un mayor número de órdenes (Figura 33) y familias (Figura 34) asociadas. Esto fue consecuencia del grado de apertura del dosel (producto de perturbación) que presentó, mismo que provocó, como fue discutido previamente, un estrés fisiológico en las comunidades vegetales haciéndolas más susceptibles a plagas; especialmente Coleópteros (Figura 35) de la familia Curculionidae; así, estuvieron disponibles como fuente alimenticia de aves residentes durante la primavera (tallas grandes) e invierno para residentes y migratorias (tamaños grandes a pequeños).

En la presente investigación se pudo observar una asociación entre las familias de aves y los órdenes de insectos consumidos (Figura 29). Las familias de aves registradas en la zona se relacionaron con 28 familias de presas (Figura 30). La asociación entre las familias de aves e insectos del orden Coleóptera reconoció 14 familias (Figura 31). La asociación entre las familias de aves y los tipos de insectos indicó que la mayoría de las aves insectívoras que fueron registradas consumieron insectos considerados plagas forestales (Figura 32). La asociación entre los órdenes de insectos y sus diferentes tipos reconoció que sólo dos órdenes (Lepidóptera y Coleóptera) de insectos conforman a la mayoría de las familias de éstos considerados plaga (Figura 33). La asociación entre las familias de insectos y sus diferentes tipos reconoció que los insectos plaga son los mejor representados en el área de estudio, siendo los Coleópteros los que aportaron la mayor cantidad de familias

(Figura 34). La asociación entre las familias de Insectos del orden Coleóptera y sus diferentes Tipos indican que ocho de las familias que fueron registradas en el presente estudio correspondieron a insectos de tipo plaga (Figura 35).

Es posible señalar que la composición de las dietas de las aves insectívoras estuvo en función de ciertas preferencias de la avifauna por diversos tipos de insectos; especialmente, por aquellas consideradas plagas forestales, los cuales resultaron más apetecibles en primavera para aves residentes e invierno para residentes y migratorias, en ambas zonas. Esto permitió que durante el análisis de sus excretas se registraran fragmentos de presas que no pudieron ser detectados en el muestreo entomológico (corte y sacudida de ramas); esto sugirió, que algunos individuos pudieron alimentarse en otros hábitats (e. g. en matorral Xerofito) adyacentes al área de estudio, por lo que los sitios de distribución, el ámbito hogareño y los nichos ecológicos, determinaron la ecología trófica de las especies de aves insectívoras. Esto apunta a que son muy pocas las especies de aves registradas que pudieron incluirse exclusivamente en un sólo gremio trófico durante su historia de vida; por ejemplo, la mayoría de la avifauna insectívora registrada llegó a consumir otros recursos; esto sugirió que éstas aves siguieron dos posibles vías tróficas: 1) aves tróficamente omnívoras o, 2) fue consecuencia de la escases de presas adecuadas durante periodos críticos a lo largo del año. Un estudio sobre determinación de dietas en aves frugívoras, nectívoras y omnívoras, sería motivo de futuras investigaciones en la zona, para comprender integralmente los patrones de la ecología trófica de la comunidad avifaunística en la región.

Es posible señalar, que el conocimiento de la relación entre las aves insectívoras y sus preferencias alimenticias a una escala espacial y temporal, fue y es importante con fines de manejo de sus hábitats; de manera tal, que se pueda maximizar el número de especies de

aves insectívoras que utilizan ambas zonas (BDC y BDA), potenciando su papel como controladoras biológicas naturales de plagas forestales y otros tipos de insectos de interés ecológico. En este estudio, se determinó que vía depredación (para satisfacer necesidades energéticas), las aves tuvieron un efecto diferencial (invierno y primavera) sobre las poblaciones de sus presas al asociarse con una variedad notable de taxas entomológicas consumidos, incrementando su potencial para amortiguar la abundancia de insectos dañinos que impactan a las comunidades vegetales; por lo cual, pueden ser utilizadas para tal fin como lo sugieren algunos estudios de aves controladoras de plagas (Errington, 1930; Baker y Brooks, 1982; Ralph *et. al.*, 1985; Rosenberg y Cooper, 1990; Wurtz, 1995; Chatellenaz, 2002; Recher y Majer, 2006; Gámez-Virués *et. al.*, 2007).

Este estudio contribuyó con nuevos registros acerca de los componentes que conforman las dietas para diversas especies de aves insectívoras (residentes, migratorias, endémicas o en alguna categoría de riesgo; SEMARNAT, 2001) que integran las comunidades avifaunísticas en bosques de *P. cembroides* del estado de Guanajuato, México (*e. g.* *Picoides scalaris*, *Piranga flava*, *Myiarchus cinerascens*, entre otras) como lo sugieren algunos estudios realizados en ecosistemas ajenos a bosques de pino; específicamente de Australia (Barker y Vestjens, 1990; Higgins y Peter, 2002; Higgins *et. al.*, 2006).

Los cambios estacionales ocurridos en el área durante el presente estudio, afectaron los tamaños poblacionales de ciertos insectos haciendo el proceso de selección de insectos (presas) por las aves más estricto. Los efectos estacionales (primavera e invierno) sobre las poblaciones de insectos también determinaron la cantidad de grasa corporal presentada por

las aves y la técnica de cacería utilizada (Cuadro resumen 3) por ellas; lo cual, sugiere que los individuos que presentaron una mayor cantidad de grasa corporal fueron generalmente los machos, ocasionando un uso diferencial en la procuración de recursos alimenticios, técnicas de captura, consumo y aprovechamiento de insectos entre hembras y machos.

La presente investigación muestra evidencia de que las estructuras morfológicas de las aves estuvieron adaptadas a la morfología, taxa y tamaño de los insectos que consumieron (Figura 15; Cuadro resumen 3). El pico fue la adaptación evolutiva clave y ha sido modificado de acuerdo a las presas consumidas; ligeras variaciones en las dimensiones del pico influyeron sobre la tasa de ingestión, ya que los picos al igual que el tipo y longitud de las patas, pudieron ser empleados en diversos sustratos y explotar diferentes recursos alimenticios en ambas zonas estudiadas como lo sugieren algunos estudios sobre morfometría de aves y su relación con ciertos alimentos (Colorado, 2004; Montaldo, 2005).

En este trabajo, se pudo observar que la alimentación de las aves en el área de estudio estuvo determinada por su anatomía, morfología; variación en la disponibilidad, forma y tipo de alimento (las aves suelen preferir insectos conocidos). Dicha estrategia, incluyó localizar fuentes alimenticias por medio de fijación de imágenes; lo que les permitió disminuir el riesgo de consumir presas dañinas. El éxito trófico de la avifauna en el área de estudio, dependió del espacio de bosque que utilizaba; lo cual, combinado con sus características morfométricas y factores etológicos condujeron al uso repetitivo de ciertos nichos.

Las aves registradas en el presente estudio presentaron, generalmente, patas largas y picos más largos que gruesos, con aperturas de dedos grandes; lo cual, pudo favorecer el consumo de insectos, ya sea por búsqueda en el follaje, sotobosque o suelo. La capacidad

de las aves para usar diversos componentes (micro-sitios de alimentación) del bosque durante el proceso de procuración de alimento influyó el contenido de grasa, producto de los componentes de sus dietas, como lo sugieren algunos estudios realizados en bosques de coníferas de otros países (Howe, 1984a; b; Wiens y Rotenberry, 1987; Gill, 1990; Ricklefs, 1990; Levey y Stiles, 1994; Greenberg, 1995; Tietz y Johnson, 2007).

## **CAPITULO 8. CONCLUSIÓN.**

La hipótesis de que las variables ambientales y del hábitat no tienen un efecto significativo sobre la presencia y disponibilidad de las comunidades entomológicas, no se acepta, ya que sólo algunas de ellas resultaron significativas. Por lo tanto, el objetivo uno en la presente investigación fue alcanzado en su totalidad, ya que se identificaron variantes asociadas a la presencia de insectos.

La hipótesis de que no existe asociación ni preferencia por alguna técnica particular de cacería o sustrato utilizado por las aves en su alimentación no se acepta. Por ello, el objetivo dos fue cumplido, ya que se identificaron variantes que determinaron la utilización de cada técnica de cacería por especie de ave para la captura de sus presas durante su alimentación.

La hipótesis de que no hay componentes entomológicos específicos en las dietas, ni variables morfológicas asociadas al consumo de presas que influyan sobre la condición energética de las aves no se acepta. Así, el objetivo tres fue cubierto totalmente, identificándose componentes específicos asociados al consumo de presas que determinan la condición energética de las aves.

Una adecuada repartición de los recursos en las relaciones tróficas entre aves insectívoras, permite su coexistencia alimenticia en función de las comunidades de insectos disponibles en el área de estudio. Variables similares deberían ser estudiadas en ecosistemas de influencia (e. g. matorral Xerofito) en la zona, para comprender íntegramente las interacciones entre éstos y los bosques de *P. cembroides* en los procesos de sostenibilidad trófica de la avifauna en la región.

La importancia del conocimiento generado en la presente investigación, radica en que se trata del primer estudio en su tipo para México que aporta conocimiento preliminar del efecto que tiene la apertura del dosel (producto de perturbación) sobre las comunidades de insectos y como la presencia y disponibilidad de éstos repercuten sobre las técnicas de cacería utilizadas por las aves para la captura de sus presas potenciales, así como de los componentes entomológicos que conforman la dieta y composición trófica de este tipo de comunidades avifaunísticas en bosques de *P. cembroides* (Zucc.) de esta región particular del estado de Guanajuato.

## **CAPITULO 9. BIBLIOGRAFÍA.**

1. Academic SAS Institute Inc. 2009. JMP IN Versión 8.0.1: Statistics for the Apple Macintosh. Statistics and Graphics Guide. Academic SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
2. Agresti A. 2002. Categorical Data Analysis Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA. 732 p.
3. Agresti A. 2007. An Introduction to Categorical Data Analysis. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. USA. 393 p.
4. Aguado S. G. A., García M. E., Cruz V. G. y Flores F. J. L. 1996. Importancia de los elementos climáticos en la variación florística temporal de pastizales semidesérticos. Acta Botánica Mexicana, 35:65-81.
5. Airola D. A. and Barrett R. H. 1985. Foraging and habitat relationships of insect gleaning birds in a Sierra Nevada mixed-conifer forest. Condor, 87:205-216.
6. Akaike H. 1969. Fitting autoregressive models for prediction. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, 21:243-247.

7. Albert A. and Anderson J. A. 1984. On the existence of maximum likelihood estimates in Logistic Regression Models. *Biometrika*, 71(1):1-10.
8. Albrecht M. and Gotelli N. J. 2001. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecología*, 126:134-141.
9. Allen A. P. and O'Connor R. J. 2000. Interactive effects of land use and other factors on regional bird distributions. *Journal of Biogeography*, 27:889-900.
10. Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49:227-267.
11. Altmann S. A. and Altmann J. 2003. The transformation of behaviour field studies. *Animal Behaviour*, 65:413-423.
12. Álvarez R., Godínez-Álvarez H., Guzmán V. y Dávila P. 2004. Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones para su conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75:7-16.
13. Ambrose S. 1989. The Australian bird count—have we got your numbers? RAOU Newsletter, Published by the Royal Australasian Ornithologists Union, Moonee Ponds, Vic. 3039, Australia, 80:1-2.
14. Andersen E. B. 1992. The statistical analysis of categorical data. *Journal of Classification*, 9:145-147.
15. Augusto P., Mattoni C. I., Pizarro Araya J., Cepeda-Pizarro J. and López-Cortés F. 2006. Comunidades de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) del desierto costero transicional de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79:407-421.
16. Baker J. A. and Brooks R. J. 1982. Impact of raptor predation on a declining vole population. *Journal of Mammalogy*, 63: 297-300.
17. Barker R. D. and Vestjens W. J. M. 1990. The food of Australian birds: Vol 2. Passerines. CSIRO, Melbourne, Australia. 409 p.
18. Barrios H. 2003. Insect herbivores feeding on conspecific seedlings and trees. pp. 282-290. In: Basset Y., Novotny V., Miller S. E. and Kitching R. L. (eds). *Arthropods of Tropical Forests. Spatiotemporal Dynamics and Resource use in the Canopy*. Cambridge University Press, Cambridge, USA. 341 p.
19. Basset Y. 1991. The spatial distribution of herbivory mines and gall within an Australian rain forest tree. *Biotropica*, 23:271-281.
20. Basset Y. 2001. Communities of insects herbivores foraging on saplings versus mature trees of *Pourouma bicolor* (Cecropiaceae) in Panama. *Oecologia*, 129:253-260.
21. Basset Y., Aberlenc H. P. and Delvare G. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. *Ecological Entomology*, 17:310-318.
22. Becerra S. R. M. y Grigera D. 2005. Dinámica estacional del ensamblaje de aves de un bosque Norpatagónico de Lenga (*Nothofagus pumilio*) y su relación con la disponibilidad de sustratos de alimentación. *Hornero*, 20(2): 131-139.
23. Benzécri F. 1984. *Pratique de l'analyse des données. Analyse des correspondances and classification. Exposé élémentaire*. Paris, Dunod. 640 p.
24. Berner T. O. and Grubb T. C. Jr. 1985. An experimental analysis of mixed-species flocking in birds of deciduous woodland. *Ecology* 66(4):1229-36.
25. Bibby C. J., Burgess N. D. and Hill D. A. 1992. *Bird census techniques*. British Trust for Ornithology. Academic Press. London pp. 35-47.
26. Bonney G. E. 1987. *Logistic Regression for Dependent Binary Observations*. *Biometrics*, 43(4):951-973.
27. Borror D. J. and DeLong D. M. 1971. *An Introduction to the Study of Insects*, 3rd edn. Holt, Rinehart and Winston, Inc, New York, USA. 458 p.
28. Borror D. J., Triplehorn A. and Johnson N. F. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6<sup>th</sup> ed. Harcourt Brace College Publishing. Orlando, Florida, USA. 875 p.
29. Brown J., Vargo S., Connor E. and Nuckols M. 1997. Causes of vertical stratification in the density of *Camenaria hamadryadella*. *Ecological Entomology*, 22:16-25.
30. Burke D. M. and Nol E. 1998. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding Ovenbirds. *Auk*, 115(1):96-104.
31. Camphuysen C. J. and Webb A. 1999. Multi-species feeding associations in North Sea seabirds: jointly exploiting a patchy environment. *Ardea*, 87: 177-198.
32. Canfield R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry*. 34: 388-394.
33. Carrascal L. M. y Tellería J. L. 1985. Estudio multidimensional del uso de espacio en un grupo de aves insectívoras forestales durante el invierno. *Ardeola*, 32(1): 95-113.
34. Carrascal L. M. y Tellería J. L. 1989. Organización de la comunidad de aves reproductoras en las landas montañosas del País Vasco Atlántico. *Doñana, Acta Vertebrata*, 16: 69-87.

35. Centella C, Jerez V., González U. and Bittner M. 2003. Especialización en el uso de hospederos de *Dictyneis asperatus* (Blanchard 1851) en un fragmento de vegetación esclerófila-higrófila en la Península de Hualpén, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 391-400.
36. Chapman A. and Rosenberg K. 1991. Diets of four sympatric Amazonian woodcreepers (*Dendrocolaptidae*). *Condor* 93:904-915.
37. Charnov E. L. 1976a. Optimal foraging; attack strategy of a mantid. *Am. Nat.*, 110: 141-151.
38. Charnov E. L. 1976b. Optimal foraging; the marginal value theorem. *Theor. Pop. Biol.*, 9: 129-136.
39. Chatellenaz M. L. 2002. Análisis de la dieta de dos especies del género *Basileuterus* (aves: *Parulidae*) del Nordeste Argentino. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Agrimensura-UNNE. 3 p. En: <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2002/06-Biologicas/B-046.pdf>.
40. Cochran W. G. 1976. Técnica de muestreo: Traducción del inglés por Casas D. E. Compañía Editorial Continental. México, Distrito Federal. 535 p.
41. Cochran W. G. 1977. Sampling techniques. New York, USA. John Wiley and Sons. 448 p.
42. Cody M. L. 1985. Habitat selection in birds. *Physiological ecology*. Academic Press, San Diego, California, USA. 136 p.
43. Coe M. and Coe C. 1987. Large herbivores, acacia trees and bruchid beetles. *South African Journal of Science*, 83: 624-635.
44. Coley P.D. and Barone J. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27:305-335.
45. Colorado Z. G. J. 2004. Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, 14(27): 25-32.
46. Comstock J. H. 1918. Outline of Laboratory Work in the Study of the Venation of the Wings of Insects. The Comstock Publishing Company, Ithaca, New York, USA. 321 p.
47. Concha-Bloomfield I. y Parra L. E. 2006. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de mariposas de la estación biológica Senda Darwin, Chiloe, X Región, Chile. *Guayana*, 70(2):186-194.
48. Cooper S. M., Owen-Smith N. and Bryant J. P. 1988. Foliage acceptability to browsing ruminants in relation to seasonal changes in the leaf chemistry of woody plants in a South African savanna. *Oecologia*, 75: 336-442.
49. Cornejo J. M. 1988. Técnicas de investigación social: el Análisis de Correspondencias. PPU. Barcelona, España. 39 p.
50. Cottam, G., and Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *ECOLOGY*, 37:451-460.
51. Cox D. R. 1970. The analysis of binary data. Methuen, London. 231 p.
52. Cox D. R. and Snell E. J. 1981. Applied Statistics; Principles and Examples. London: Chapman and Hall. 236 p.
53. Cox G. 1985. The evolution of avian migration systems between temperate and tropical regions of the New World. *American Naturalist*, 126:451-474.
54. Dalgaard P. 2006. Repeated measures tools for multivariate linear models. Book of Abstracts. The R User Conference 2006. 2nd International R User Conference. Vienna, Austria. 194 p.
55. Del Castillo R. F. 2000. Composición y estructura de una nopalera bajo situaciones contrastantes de exposición de ladera y herbivoría. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 65:5-22.
56. Dessens J. A. G., Jansen W., Ganzeboom H. B. G. and Van der Heijden P. G. M. 2003. Patterns and Trends in Occupational Attainment of First Jobs in the Netherlands, 1930-1995: Ordinary Least Squares Regression versus Conditional Multinomial Logistic Regression. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 166 (1):63-84.
57. DÍAL R. and Roughgarden J. 1995. Experimental removal of insectívoros from rain forest canopy: direct and indirect effects. *Ecology*, 76(6):1821-1834.
58. Dobson A. J. 1983. An Introduction to Statistical Modelling. London: Chapman and Hall. 342 p.
59. Domínguez J. V. 2006. Morfología del barrenador pequeño de la semilla *Conotrachelus perseae* (Barber), (Coleóptera: Curculionidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado en Fitosanidad. Departamento de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados; Montecillo, Estado de México. 56 p.
60. Dos Santos A. L. and Mora F. 2007. Análisis experimental de tratamientos floculantes de residuos orgánicos derivados de la producción porcina. *Ciencia de Investigación Agraria*, 34(1): 49-56.
61. Eastman J. R. 2001. IDRISI for windows. User's Guide, version 3.2. Clark Labs. 144 p.
62. Elgar M. A., Burren P. J. and Posen M. 1983. Vigilance and perception of flock size in foraging House Sparrow (*Passer domesticus* L.). *Behaviour*, 93:215-223.
63. Equihua M. A. 1989. Estados inmaduros de los insectos. Instituto de Fitosanidad. Programa de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 299 p.

64. Errington P. L. 1930. The pellet analysis method of raptor food habits study. *Condor*, 32: 292-296.
65. Erwin T. 1982. Tropical forest; their richness in Coleoptera and other Arthropod species, *The Coleopterists Bulletin*, 36:74-75.
66. Erwin T. L. 1983. Tropical forest canopies: the last biotic frontier. *Bull. Ent. Soc. Amer.* 29: 14-19.
67. Erwin T. L., 1982. Tropical forest; their richness in Coleóptera and other arthropod species. *Coleopt. Bull.* 36: 74-75.
68. Excel 2007. Microsoft Excel. Microsoft Office para Windows.
69. Faaborg J. and Terborgh J. W. 1980. Patterns of migration in the West Indies. In *Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. Keast A. and Morton E. S. (eds). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 157-163.
70. FAO/UNESCO 1988. Soil map of the world. Revised Legend. *World Soil Resources Report 60*, Rome. 119 p.
71. Fernandes G. W. and Price P. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness. *Oecologia*, 76:161-167.
72. Fernandes G. W. and Price P. 1991. Comparison of tropical and temperate galling species richness: the roles of environmental harshness and plant nutrient status. pp. 51-69. In: Price W. P., Lewinshohn T. M., Fernandes G. and Benson W. (eds). *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, New York, USA. 635 p.
73. Fernandes G. W. and Price P. 1992. The adaptative significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitat. *Oecologia*, 125:14-20.
74. Fernández F. J. 2002. El uso del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) como ayuda en la interpretación del dato en arqueología: Un caso de estudio. *Boletín Antropológico*, 20(55):687-713.
75. Fernández J. E. 2000. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. *Conservation Biology*, 40:513-521.
76. Fine J. 1996. Iniciación a los análisis de datos multidimensionales a partir de ejemplos. *Presta*. Montevideo, Uruguay. 115 p.
77. Fitzpatrick J. W. 1981. Search strategies of tyrant flycatchers. *Animal Behaviour*, 29:810-821.
78. Flores M. L. 2002. Análisis estadístico de los factores de riesgo que influyen en la enfermedad angina de pecho. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Matemáticas. E. A. P. de Estadística. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fundada en 1551. Lima, Perú. 87 p.
79. Frenzel R. and Brand R. 1988. Diversity and composition of phytophagus insect guilds on Brassicaceae. *Oecologia*, 113:391-399.
80. Fuentes J. E. and Yates L. R. 1994. Host nutritional value in larval feeding preference of *Ormiscodes socialis* (Feisthammel) (Lepidóptera: Saturniidae) in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67: 27-33.
81. Futuyma D. 1991. Evolution of host specificity in herbivorous insect: Genetic, ecological and phylogenetic aspect. pp. 431-454. In: Price W. P., Lewinsohn T. M., Fernandes G. and Benson W. (eds). *Plant-Animal Interactions: Evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, New York, USA. 635 p.
82. Gámez-Virués S., Ronald S. B., Geoff M. G., Cilla K., Anantanarayanan R. and Helen I. N. 2007. Arthropod prey of shelterbelt-associated birds: linking faecal samples with biological control of agricultural pests. *Australian Journal of Entomology*, 46: 325-331.
83. García E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Kooppen (para adaptarlo a la República Mexicana). México, Instituto de Geografía, UNAM. 458 p.
84. García P. A. 1978. Elementos de método estadístico. Dirección General de Publicaciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México, Distrito Federal. 527 p.
85. Gates S. and Donald P. F. 2000. Local extinction of British farmland birds and the prediction of further loss. *Journal of Applied Ecology*, 37:806-802.
86. Gill F. B. 1990. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company. New York, USA. 660 p.
87. Gómez T. D. 2004. Componentes principales generalizados de dos poblaciones multivariantes. Fondo Editorial Lima. Serie Ciencias Básicas. México, D. F. 89 p.
88. González-Oreja, J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con passeriformes montanos no forestales. *Ardeola*, 50(1):47-58.
89. Gradwohl J. A. and Greenberg R. 1982. The effect of a single species of avian predator on the arthropods of aerial leaf litter. *Ecology*, 63:581-583.
90. Greenacre M. J. 1993. *Correspondence Analysis in Practice*. New York: Academic Press. 384 p.
91. Greenacre M. J. 2002. Correspondence analysis of the Spanish National Health Survey. *Gaceta Sanitaria*, 16(2):160-170.
92. Greenacre M. J. and Blasius J. 1994. *Correspondence Analysis in the Social Sciences. Recent Developments and Applications*. London: Academic Press. 416 p.

93. Greenacre M. J. and Vrba E. S. 1984. Graphical display and interpretation of antelope census data in African Wildlife areas, using correspondence analysis. *Ecology*, 65:984-997.
94. Greenberg R. 1987. Seasonal foraging specialization in the Worm-eating Warbler. *Condor*, 89:158-168.
95. Greenberg R. 1990. Ecological plasticity, neophobia, and resource use in birds. *Studies in Avian Biology*, 13: 29-37.
96. Greenberg R. 1995. Insectivorous migratory birds in tropical ecosystems: the breeding currency hypothesis. *Journal of Avian Biology*, 26: 260-264.
97. Greenberg R., Bichier P. and Sterling J. 1997. Acacia, cattle and migratory birds in southeastern Mexico. *Biological Conservation*, 80: 235-237.
98. Greenberg R. and Gradwohl J. 1980. Leaf surface specializations of birds and arthropods in a Panamanian forest. *Oecologia*, 46:115-124.
99. Greenberg R., Caballero C. M. and Bichier P. 1993. Defense of homopteran honeydew by birds in the Mexican highlands and other warm temperate forests. *Oikos*, 68:519-524.
100. Grigera D., Úbeda C. y Calí S. 1994. Caracterización ecológica de la asamblea de Tetrápodos del Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapi. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67: 273-298.
101. Grimmond C. S. B., Robeson S. M. and Schoof J. T. 2000. Spatial variability of micro-climatic conditions within a mid-latitude deciduous forest. *Climate Research*, 15: 137-149.
102. Grubb T. C. Jr. 1975. Weather-dependent foraging behavior of some birds wintering in a deciduous woodland. *Condor*, 77:175-182.
103. Guariguata M. R. and Kattan G. H. 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. 619 p.
104. Guisan A. and Zimmermann N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
105. Hagan J. M. III. and Johnson D. W. 1992. *Ecology and conservation of migrant landbirds*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., USA. pp. 221-239.
106. Härdle W. and Simar L. 2007. *Applied multivariate statistical analysis*. Springer. New York, USA. 458 p.
107. Harrison N. M., Whitehouse M. J., Heinemann D., Prince P. A., Hunt G. L. Jr. and Veit R. R. 1991. Observations of multispecies seabirds flocks around South Georgia. *Auk*, 108: 801-810.
108. Hartley, S. E. 1988. The chemical composition of galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall-former?. *Oecologia*, 113:492-501.
109. Hastie T. J. and Pregibon D. 1992. Generalized linear models. Chapter 6 of *Statistical Models in S*. Chambers J. M. and Hastie T. J. (eds), Wadsworth and Brooks/Cole. 189 p.
110. Hespenheide H. A. 1991. Bionomics of leaf-mining insects. *Annual Review of Entomology*, 36:535-560.
111. Higgins P. J. and Peter J. M. 2002. *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds*. Vol. 6: Pardalotes to Shrike-Thrushes. Oxford University Press, Melbourne, Australia. 326 p.
112. Higgins P. J., Peter J. M. and Cowling S. J. 2006. *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds*. Vol. 7: Boatbills to Starlings, Part B: Dunnock to Starlings. Oxford University Press, Melbourne, Australia. 205 p.
113. Holmes R. T. and Recher H. F. 1986. Search tactics of insectivorous birds foraging in an Australian eucalypt forest. *Auk*, 103:515-530.
114. Holmes R. T. and Schultz J. C. 1988. Food availability for forest birds: effects of prey distribution and abundance on bird foraging. *Can J Zool*, 66: 720-728.
115. Holmes R. T., Bonney R. E. and Pacala S. W. 1979a. Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology*, 60: 512-520.
116. Holmes R. T., Schultz J. C. and Nothnagle P. 1979b. Bird predation on forest insects: an enclosure experiment. *Science*, 206: 462-463.
117. Hosmer D. W. and Lemeshow S. 1989. *Applied logistic regression*. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. 369 p.
118. Hotelling H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24:417-441, 498-520.
119. Howe H. F. 1984a. Constraints on the evolution of mutualisms. *American Naturalist*, 123: 764-777.
120. Howe H. F. 1984b. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biol. Conserv.* 30: 261-281.
121. Hunter A. F. 1991. Traits that distinguish outbreaking and nonoutbreaking macrolepidoptera feeding on northern hardwood trees. *Oikos*, 60: 275-282.
122. Hutto R. L. 1990. Measuring the availability of food resources. *Studies in Avian Biology*, 13:20-28.

123. Hutto R. L. 1992. Habitat distributions of migratory landbird species in western Mexico. In: Hagan J. M. III. and Johnson D. W. (eds). 1992. Ecology and conservation of migrant landbirds. Smithsonian Institute Press. Washington, D.C., USA. pp. 221-239.
124. Hutto R. L., Pleschet S. M. and Hendricks P. 1986. A fixed-radius point count method for non-breeding and breeding season use. *AUK*, 103:593-602.
125. IEEG. 2002. Resumen del Programa de manejo del Área Natural Protegida Peña Alta. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG). P.D.O.E.G. el 10-09-2002. Guanajuato, México. Pp. 27-43.
126. Infante G. S. y Zárata D.L. G. P. 1986. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. Editorial Trillas. México, Distrito Federal. 643 p.
127. Jaksic F. M. and Lazo A. I. 1999. Response of a bird assemblage in Semiarid Chile to the 1997-1998 el Niño. *Wilson Bulletin*, 111 (4): 527-535.
128. James F. C. 1971. Ordination of habitat relationships among breeding birds. *The Wilson Bulletin*, 83:215-236.
129. Johnson M. D. 2000. Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring food availability for forest insectivorous birds. *Journal of Field Ornithology*, 71(1):88-109.
130. Johnson M. D. 2000a. Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring food availability for forest insectivorous birds. *Journal of Field Ornithology*, 71 (1): 88-109.
131. Johnson M. D. 2000b. Effects of shade-tree species and crop structure on the bird and arthropod communities in a Jamaican coffee plantation. *Biotropica* 32:133-145.
132. Johnson M. D., Sherry T. W., Strong A. M. and Medori A. 2005. Migrants in Neotropical bird communities: an assessment of the breeding currency hypothesis. *Journal of Animal Ecology*, 74: 333-341.
133. Johnson M. D., Strong A. M. and Sherry T. W. 2006a. Migrants in tropical bird communities: the balanced breeding limitation hypothesis. *Journal of Avian Biology*, 37: 229-237.
134. Johnson M.D., Sherry T.W., Holmes R.T. and Marra P.P. 2006b. Assessing habitat quality for a migratory songbird wintering in natural and agricultural habitats. *Conservation Biology* 20:1433-1444.
135. Johnson R. J. and Beck M. M. 1988. Influences of shelterbelts on wildlife management and biology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 23: 301-335.
136. Johnson, M. D. and T. W. Sherry. 2001. Effects of food availability on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica, West Indies. *Journal of Animal Ecology* 70:546-560.
137. Jongman R. H. G., Braak C. J. F. T. and Tongeren O. F. R. V. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge. 299 p.
138. Karr J. R. 1981. Surveying bird with mist nets. In: Ralph C. J. and Scott J. M. (eds.) : *Estimating numbers of terrestrial birds*. *Stud. Avian Biol.*, 6:62-67.
139. Keast A. E. and Morton E. S. 1980. *Migrant birds in the neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institute Press, Washington, D. C. 520 p.
140. Keese M. C. 1997. Does escape to enemy-free space explain host specialization in two closely related leaf-feeding beetles (Coleóptera: Chrysomelidae)? *Oecologia*, 112: 81-86.
141. Kinross C. 2004. Avian use of farm habitats, including windbreaks, on the New South Wales Tablelands. *Pacific Conservation Biology*, 10: 180-192.
142. Kleinbaum D. G., Klein M. and Pryor E. R. 2004. *Logistic regression: A self-learning text (2nd ed.)*. New York: Springer. 489 p.
143. Kreyszig E. 1979. *Introducción a la estadística matemática. Principios y métodos*. Editorial Limusa. México, D. F. 506 p.
144. Lack D. 1971. *Ecological isolation in birds*. Harvard University Press, Cambridge. U. S. A. 476 p.
145. Larrea D. 1999. Efecto de la etapa de crecimiento y la concentración de nitrógeno y carbono en la folivoría por insectos en plántulas de *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). *Ecología en Bolivia*, 32:29-35.
146. Latta S. C. and Wunderle J. M. Jr. 1998. The assemblage of birds foraging in Native West Indian Pine (*Pinus occidentalis*) forests of the Dominican Republic during nonbreeding season. *Biotropica*, 30(4): 645-656.
147. Laurance W. F., Pérez-Salicrup D., Delamônica P., Fearnside P. M., D'Angelo S., Jerzolimski A., Pohl L. and Lovejoy T. E. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology*, 82:105-116.
148. Lebart L., Morineau A., Warwick K.M. 1984. *Multivariate Descriptive Statistical Analysis: Correspondence Analysis and Related Techniques for Large Matrices*. John Wiley. New York, USA. 329 p.
149. Lee Y. and Nelder J. A. 1996. Hierarchical Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 58 (4):619-678.
150. Lepley M. 1994. L'étude des pelotes de réjection d'oiseaux insectivores: méthode, limite, et atlas de restes de proies du faucon crécerellette *Falco naumanni* en Plaine de Crau. *Faune de Provence CEEP* 15, 5-15.

151. Levey D. J. and Stiles F. G. 1994. Birds: Ecology, behavior, and taxonomic affinities. In: McDade L. A., Bawa K. S., Hespenehede H. A. and G. S. Hartshorn G. S. (eds.) 1994. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. University of Chicago Press. Chicago, USA. pp: 217–228.
152. Levings S. C. 1983. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs*, 53:435-455.
153. Lewinsohn T. M., Fernandes G. W., Benson W. W. and Price P. W., 1991. Introduction: historical roots and current issues in tropical evolutionary ecology. In: Price P. W., Lewinsohn T. M., Fernandes G. W. and Benson W. W. (eds). 1991. *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, New York, USA. pp. 1-21.
154. Lichtenberg J. Sh. and Lichtenberg D. A. 2002. Weak trophic interactions among birds, insects and white oak saplings (*Quercus alba*). *The American Midland Naturalist*, 148:338-349.
155. López de Casenave J. 2001. Estructura gremial y organización de un ensamblaje de aves del desierto del Monte. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 118 p.
156. López-DeCasenave J., Pellot J. P., Caziani S. M., Mermoz M. and Protomastro J. 1998. Responses of avian assemblages to a natural edge in a Chaco semiarid forest in Argentina. *AUK* 115(2):425-435.
157. Lovette I. J. and Holmes R. T. 1995. Foraging behavior of American Redstarts in breeding and wintering habitats: implications for relative food availability. *Condor*, 97: 782-791.
158. MacArthur R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39:599-619.
159. MacArthur R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39: 599-619.
160. Mahon T. E. 1992. The role of Marbled Murrelets in mixed-species feeding flocks in British Columbia. *Wilson Bulletin*, 104: 738-743.
161. Maindonald J. H. 2004. *Using R for Data Analysis and Graphics Introduction, Code and Commentary*. Centre for Bioinformatics Science, Australian National University. 99 p.
162. Manel S., Dias J. M., Buckton S. T. and Ormerod S. J. 1999. Alternative methods for predicting species distributions: An illustration with Himalayan river birds. *Journal of Applied Ecology*, 36:734-747.
163. Marco V. 2001. Modelación de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo integrado de Plagas mediante el método de grados-días. *Aracnet (Bol. S.E.A.)*, 7(28):147-150.
164. Marini M. A. and Cavalcanti R. B. 1993. Habitat and foraging substrate use of three *Basileuterus* warblers from Central Brazil. *Ornitología Neotropical*, 4(2): 43-57.
165. Marsden S. and Fielding A. 1999. Habitat association of parrots on the Wallacean island of Buru, Seram and Sumba. *Journal of Biogeography*, 26:439-446.
166. Maurer B. A. 1990. Extensions of optimal foraging theory for insectivorous birds: implications for community structure. *Studies in Avian Biology*, 13:455-461.
167. McCullagh P. and Nelder J. A. 1989. *Generalized linear models*. Second edition. Chapman and Hall. London. 256 p.
168. McCulloch Ch. E. and Searle S. R. 2001. *Generalized, linear, and mixed models*. Wiley-Interscience Publication. John Wiley and Sons, INC. New York, USA. 325 p.
169. Medianero E., Valderrama A. y Barrios H., 2003. Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agallas en el dosel y sotobosque del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*. 89: 153-168.
170. Milesi F. A., Marone L., López de Casenave J., Cueto V. R. y Mezquida E. T. 2002. Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología Austral*, 149-161.
171. Mills K. L. 1998. Multispecies seabird feeding flocks in the Galápagos Islands. *Condor*, 100: 277-285.
172. Miranda, F., y Hernández-X, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *BOL SOC BOT MEX*, 28:29-179.
173. Montaldo N. H. 2005. Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: manipulación de frutos y destino de las semillas. *Hornero*, 20(2): 163-172.
174. Moreno B. A. y Jauffred M. J. 1976. *Elementos de probabilidad y estadística*. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México, Distrito Federal. 283 p.
175. Morrison D. W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia (Berlin)*, 45:270-273.
176. Morse D. H. 1985. Habitat selection in North American Parulid Warblers. En M. L. Cody (Ed.): *Habitat selection in birds*. Academic Press. Orlando. U.S.A. pp. 131-157.
177. Morse D. H., 1971. The insectivorous bird as an adaptative strategy. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 2: 177-200.

178. Morton E. S. 1980. Adaptations to seasonal changes by migrant land birds in the Panama Central zone. pp. 437-453. In: Keast A. E. and Morton E. S. (eds.). 1980. Migrant birds in the neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 520 p.
179. Mountainspring S. and Scott J. M. 1985 Interspecific competition among Hawaiian forest birds. *Ecol. Monogr.*, 55: 219-239.
180. Müller H. G. and Stadtmüller U. 2005. *The Annals of Statistics*, 33 (2): 774-805.
181. Murakami M. 2002. Foraging mode shifts of four insectivorous bird species under temporally varying resource distribution in a Japanese deciduous forest. *Ornithological Science*, 1: 63-69.
182. Naranjo L. G. y Chacón de Ulloa P. 1997. Diversidad de insectos y aves insectívoras de sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical. *CladAsia*, 19(3):507-520.
183. Nasca P. B., Gandini P. A. y Frere E. 2004. Caracterización de las asociaciones de alimentación multiespecíficas de aves marinas en la Ría Deseado, Santa Cruz, Argentina. *Hornero*, 19(1): 29-36.
184. National Geographic Society 1987. Field guide to the birds of North America. Second edition. National Geographic Society, Washington, D.C. 465 p.
185. National Geographic Society 2002. Field guide to the birds of North America. Fourth edition. National Geographic Society, Washington, D.C. 480 p.
186. Naumann I. D. 1991. *The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers*, 2nd edn. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia. 145 p.
187. Nichols S. 1977. On the Interpretation of Principal Components Analysis in Ecological Contexts. *Vegetatio*, 34(3): 191-197.
188. Necedal J. 1984. Estructura y utilización de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 6: 1-45.
189. O. U. 2009. Check-list of North American Birds. Washington. American Ornithologists' Union. Washington, D.C. 131 p.
190. Oliver I. and Beattie A. 1995. Invertebrate morphospecies as Surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*, 10: 99-109.
191. Oosting, H. J. 1956. *The study of plant communities*. Freeman. San Francisco, USA. 185 p.
192. Ostrand W. D. 1999. Marbled murrelets as initiators of feeding flocks in Prince William Sound, Alaska. *Waterbirds*, 22: 314-318.
193. Parker G. G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. pp. 431-455. In: Lowman M. D. and Nadkarni N. M. (eds). 1995. *Forest canopies*. Academic Press. San Diego, USA. 510 p.
194. Parker R. E. 1976. *Estadística para biólogos*. Ediciones Omega S. A. Barcelona, España. 136 p.
195. Pearson K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2:559-572.
196. Pérez-Contreras T. 1999. La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una excepción. *Evolución y Filogenia de Arthropoda; Sección V: Ecología Evolutiva (Bol. S.E.A.)*, 26:759-776.
197. Peterson R. T. y Chalif E. L. 1989. *Aves de México. Guía de campo*. Editorial Diana. México, D. F. 473 p.
198. Pettit D. R., Lynch J. F., Hutto R. L., Blake J. G. and Waide R. B. 1995. Habitat use and conservation in the Neotropics. In: Martin T. E. and Finch D. M (eds). 1995. *Ecology and management of Neotropical Migrant Birds: a synthesis and review of critical issues*. Oxford University Press. New York, USA. pp. 145-197.
199. Pillaca O. R. I. 2003. La Complementariedad del modelo log-lineal y del análisis de correspondencia en el estudio de los factores médicos, sociales y de sexualidad en adolescentes con presencia de infección vaginal. Trabajo Monográfico de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas. EAP. de Estadística. Lima, Perú. 124 p.
200. Poulin B. and Lefebvre G. 1996. Dietary relationships of migrant and resident birds from a humid forest in Central Panama. *The Auk*, 113 (2): 277-287.
201. Poulin B. and Lefebvre G. 1997. Estimation of arthropods availability to birds: effect of trapping technique, prey distribution, and bird diet. *Journal of Field Ornithology*, 68 (3): 426-442.
202. Price P. 1991a. Patterns in communities along latitudinal gradients. pp. 51-69. In: Price W. P., Lewinshohn T. M., Fernandes G. and Benson W. (eds). *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, New York, USA. 635 p.
203. Price P. 1991b. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos*, 62:244-251.
204. Pyke G. H., Pullman H. R. and Charnov E. L. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology*, Vol 52: 137-154.
205. R: Copyright 2007. The R foundation for statistical computing Version 2.6.1. (2007-11-15), ISBN 3-900051-07-0.
206. Raley C. M. and Anderson S. H., 1990. Availability and use of arthropod food resources by Willson's warblers and Lincoln's sparrows in southeastern Wyoming. *The Condor*, 92:141-150.

207. Ralph C. J., Geupel G. R., Pyle P., Martín T. E., DeSante D. F. y Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Department of Agriculture and Forest Service. USA. 46 p.
208. Ralph C. P., Nagata S. E. and Ralph J. 1985. Analysis of droppings to describe diets of small birds. *Journal of Field Ornithology*, 56: 165-174.
209. Ramírez V. G. 1986. Los supuestos del análisis de varianza. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 121 p.
210. Raupp M. J., Werren J. H. and Sadof C. S. 1988. Effects of short-term phenological changes in leaf suitability on the survivorship, growth, and development of gypsy moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*) larvae. *Env. Entomol.*, 17:316-319.
211. Recher H. F. and Majer J. D. 2006. Effects of bird predation on canopy arthropods in wandoo *Eucalyptus wandoo* woodland. *Austral Ecology*, 31: 349-360.
212. Remsen J. V. Jr. and Robinson S. K. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology*, 13: 144-160.
213. Rey P. J., Valera F. y Sánchez-Lafuente A. M. 1997. Avifauna reproductora y estructura del hábitat en la campiña y sierras subbéticas de Jaén. Doñana, *Acta Vertebrata*, 24:115-142.
214. Reynolds R. T., Scott J. M. and Nussbaum R. A. 1980 A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor*, 82:309-313
215. Rhodes, D. F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. pp. 4-48. In: Rosenthal G. A. and Janzen D. H. (eds). *Herbivores: their Interaction with Secondary Plant Metabolites*. Academic Press. New York, USA. 159 p.
216. Ricklefs R. E. 1990. *Ecology*. W. H. Freeman and Company. New York, USA. 896 p.
217. Robbins C. S., Bystrack D. and Geissler P. H. 1986. The breeding bird survey: Its first fifteen years 1965-1979. U. S. Fish and Wildlife Service Resource Publication 157. USA. 35 p.
218. Robinson S. K. and Holmes R. T. 1984. Effects of plant species and foliage structure on the foraging behavior of forest birds. *Auk*, 101:672-684.
219. Robinson S. K. and Holmes R. T. 1982. Foraging behavior of forest birds: the relationships among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology*, 63:1918-1931.
220. Root R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37: 317-350.
221. Rosenberg K. V. and Cooper R. J. 1990. Quantification of diets approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*, 13:80-90.
222. Rosenberg K. V., Lowe J. D. and Dhondt A. A. 1999. Effects of forest fragmentation on breeding tanagers: A continental perspective. *Conservation Biology*, 13:568-583.
223. Rosenberg K. V., Ohmart R. C. and Anderson B. W. 1982. Community organization of riparian breeding birds: response to an annual resource peak. *Auk*, 99:260-274.
224. Rotenberry J. T and Wiens J. A. 1980. A synthetic approach to principal component analysis of bird/habitat relationships. En: Capen D. E. (Ed.). *The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat*. USDA Forest Service. General Technical Report No. RM-87. Vermont, USA. pp.197-208.
225. Rotenberry J. T. 1980. Dietary relationships among shrub steppe passerine birds: competition or opportunism in a variable environment?. *Ecological Monographs*, 50:93-110.
226. Ruiz R. J. *Análisis de Correspondencias Simple y Múltiple y sus aplicaciones a un estudio de caso*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 98 p.
227. Ryan P. A. 2000. The use of revegetated areas by vertebrate fauna in Australia: a review. In: Hobbs R. J. and Yates C. J. (eds.). 2000. *Temperate Eucalypt Woodlands in Australia*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton. NSW, Australia. pp. 318-335.
228. Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México, Distrito Federal. 432 p.
229. Sakamoto Y., Ishiguro M. and Kitagawa G. 1986. *Akaike Information Criterion Statistics*. D. Reidel Publishing Company. 345 p.
230. Sánchez G., Dirzo R. y Balcazar M. 1999. Especificidad y herbivoría de *Lepidoptera* sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo de la reserva de la Biosfera el Cielo. Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 78:103-118.
231. Schoener T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185:27-39.
232. Schowalter T. D. 1994. Invertebrate community structure and herbivory in a tropical rain forest canopy in Puerto Rico following Hurricane Hugo. *Biotropica*, 26:312-319.
233. SEMARNAT, 2001. NOM-059-SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 153 p.

234. Sherry T. W. 1984. Comparative dietary ecology of sympatric insectivorous neotropical flycatchers (Tyrannidae). *Ecological Monographs*, 54 (3): 313-338.
235. Sherry T. W. and Holmes R. T. 1996. Winter habitat quality, population limitation, and conservation of neotropical-neartic migrant birds. *Ecology*, 77 (1): 36-48.
236. Siriwardena J. M., Baillie S. R., Crick H. Q. P. and Wilson J. D. 2001. Changes in agricultural land-use and breeding performance of some granivorous farmland passerines in Britain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84:191-206.
237. Sliva A. and Sherry T. W. 1992. Surveying wintering warbler populations in Jamaica: point counts with and without broadcast vocalizations. *Condor*, 94:924-936.
238. Slobodchikoff C. N. and Schulz W. C. 1980. Measures of niche overlap. *Ecology*, 61:1051-1055.
239. Smirnov N. V. y Dunin B. I. V. 1978. Cálculo de probabilidades y estadística matemática. Editorial Paraninfo S.A. Madrid, España. 580 p.
240. Smith K. G. and Rotenberry J. T. 1990. Quantifying food resources in avian studies: present problems and future needs. *Studies in Avian Biol.*, 13:3-5.
241. Smythe N. 1982. The seasonal abundance of night-flying insects in a Neotropical forest. In: Leigh E. G. Jr., Rand A. S. and Windsor D. M. (eds). *The ecology of a tropical forest: Seasonal rhythms and long-term changes*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. pp. 309-318.
242. Sokal R. R. and Rohlf F. J. 1981. *Biometry*, 2<sup>nd</sup> ed. W. H. Freeman and company. New York, USA. 859 p.
243. Sokal R. R. y Rohlf F. J. 1980. *Introducción a la Bioestadística*. Editorial Reverté, S. A. Barcelona, España. 361 p.
244. Sotres R. D., Vaqueiro H. H. and Ramírez V. G. 1992. *Regresión logística aplicada*. Colegio de Postgraduados. Centro de Estadística y Cálculo. Montecillo, Estado de México. 45 p.
245. Southwood T. R. E. 1961. The number of species associated with various trees. *J. Anim. Ecol.*, 30:1-8.
246. Southwood T. R. E. 1980. *Ecological methods, with special reference to insect populations*. Chapman and Hall, London, New York. 238 p.
247. StatSoft. Inc. 2008. *Statistica (data analysis software system)*, version 8.0. StatSoft. Inc. Tulsa, USA.
248. Stehr F. W. 1987. *Immature insects Vol. 2*. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, U. S. A. 754 p.
249. Stehr F. W. 1991. *Immature insects. Vol. 2*. Kendall, Hunt Publishing Company. USA. 975 p.
250. Stork N. 1988. Insect diversity facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 35:321-337.
251. Strong A. M. and Sherry T. W., 2000. Habitat-specific effects of food abundance on the condition of ovenbirds wintering in Jamaica. *Journal of Animal Ecology*, 69: 883-895.
252. Sutton S. L. 1983. The spatial distribution of flying insects in tropical rain forests. pp. 77-92. In: Sutton S. L., Whitmore T. C. and Chadwick A. C. (eds). *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Blackwell, Oxford. New York, USA. 285 p.
253. Szaro R. C. and Jakle M. D. 1982. Comparison of variable circular-plot and spot-map methods in desert riparian and scrub habitats. *Wilson Bulletin*, 94:546-550.
254. Tanner M. A. 1993. *Tools for statistical inference*. Springer-Verlag. New York, USA. 207 p.
255. Thomas M. B., Sotherton N. W., Coombes D. S. and Wratten S. D. 1992. Habitat factors influencing the distribution of polyphagous predatory insects between field boundaries. *Annals of Applied Biology*, 120(2):197-202.
256. Tietz J. R. and Johnson M. D. 2007. Stopover ecology and habitat selection of juvenile Swainson's Thrushes during fall migration along the Northern California Coast. *The Condor*, 109(4): 795-807.
257. Truett J., Cornfield J. and Kannel W. 1967. A multivariate analysis of the risk of coronary heart disease in Framingham. *Journal of Chronic Diseases*, 20(7):511-524.
258. Ugalde-Lezama S., Valdez-Hernández J. I., Ramírez-Valverde G., Alcántara-Carbajal J. L. y Velázquez-Mendoza J. 2009. Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferente perturbación. *Madera y Bosques*, 15 (1):5-26.
259. Vickerman G. P. and Sunderland K. D. 1975. Arthropods in cereal crops: nocturnal activity, vertical distribution and aphid predation. *Journal of Applied Ecology*, 12:755-766.
260. Villaseñor G. J. F. y Santana E. 2002. El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. En: Gómez, D. H., y Oliveras, D. A. (eds.). *Conservación de aves. Experiencias en México*. CIPAMEX. pp. 224-262.
261. Wagner J. L. 1981. Visibility and bias in avian foraging data. *Condor*, 83:263-264.
262. Wayne W. D. 1983. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Limusa. México, Distrito Federal. 485 p.
263. Waring G. and Price P. 1990. Plant water stress and gall formation. *Ecological Entomology*, 15:87-95.

264. Whelan Ch. J. 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: an experimental study. *Ecology*, 82(1):219-231.
265. Whitaker J. O. Jr. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (ed TH Kunz). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp 171–189.
266. White T. C. 1969. An index to measure weather induced stress of trees associated with outbreaks of Psyllidae in Australia. *Ecology*, 50:905-909.
267. Wiens J. A. 1984. Resource systems, populations and communities. En: P. W. Price, C. N. Slobondchikoff y W. S. Gaud (eds.). *A new Ecology: novel approaches to interactive systems*. Wiley and Sons, Nueva York. pp. 397-436
268. Wiens J. A. 1989. *The ecology of bird communities. Vol I. Foundations and patterns*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 245 p.
269. Wiens J. A. 1993. Pattern and process in grassland bird communities. *Ecological Monograph* 43:237-270.
270. Wiens J. A. and Rotenberry J. T. 1987. Diet relationships among North American grassland and shrubsteppe birds. *Oecologia*, 42: 253-292.
271. Wilcox D., Dove B., McDavid D. and Greer D. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows ver. 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio. USA. 216 p.
272. Winter M. and Faaborg J. 2000. Patterns of area sensitive in grassland-nesting birds. *Conservation Biology*, 13:1424-1436.
273. Wolda H. 1990. Food availability for an insectivore and how to measure it. *Studies in Avian Biol.* 13: 38-43.
274. Wright S. J. 1997. *Accessing the canopy*. Smithsonian Tropical Research Institute. New York, USA. 84 p.
275. Wunderle J. M. Jr. and Waide R. B. 1993. Distribution of overwintering Nearctic migrants in the Bahamas and Greater Antilles. *Condor* 95:904–933.
276. Wunderle J. M. Jr. 1994. *Métodos para contar aves terrestres del Caribe*. United States. Department of Agriculture. Forest Service. Southern Forest Experimental Station. New Orleans, Louisiana. General Technical Report SO-100. November, 1994. 28 p.
277. Wunderle J. M. Jr. and Latta S. C. 1998. The assemblage of birds foraging in native west indian pine (*Pinus occidentalis*) forests of Dominican Republic during the nonbreeding season. *Biotropica*, 30 (4): 645-656.
278. Wurtz T. L. 1995. Domestic geese: biological weed control in an agricultural setting. *Ecological Applications*, 5: 570-578.
279. Zavala Ch. F. 1984. *Sinecología de la vegetación de la Estación de Enseñanza e Investigación Forestal Zoquiapan, Estado de México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. 164 p.
280. Zocchi S. S. and Atkinson A. C. 1999. Optimum Experimental Designs for Multinomial Logistic Models. *Biometrics*, 55 (2):437-444.

**CAPITULO 10. ANEXOS.**

**ANEXO 1.** Órdenes de insectos registrados y compartidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

	<b>ORDEN</b>	<b>BDC</b>	<b>BDA</b>
1	ACARINA	1	1
2	ARÁCNIDA	1	1
3	COLEÓPTERA	1	1
4	COLLEMBOLA	1	1
5	DÍPTERA	1	1
6	HEMÍPTERA	1	1
7	HYMENÓPTERA	1	1
8	DIPLURA	1	0
9	ISÓPODA	0	1
10	LEPIDÓPTERA	1	1
11	NEUROPTERA	1	1
12	ODONATA	0	1
13	ORTHOPTERA	1	1
14	PHASMIDA	1	1
15	PSEUDOESCORPIONES	1	0
16	PSOCOPTERA	1	1
17	STYLOMMATOPHORA	1	0
18	THYSANOPTERA	1	1
	<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>15</b>

**Nota:** 1 = Presencia; 0 = Ausencia.

**ANEXO 2.** Familias de los diferentes tipos de insectos registrados y compartidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, capturados mediante la metodología de corte y sacudida de ramas.

ORDEN	FAMILIA	BDC	BDA	PLAGA	NO PLAGA	PREDATOR	PARASITO	INDISTINTO
Acarina	Tarsonemidae	1	1	1	0	0	0	0
Arácnida	Araneae	1	1	0	0	1	0	0
Coleóptera	Anobiidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Bostrichidae	0	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Bruchidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Carabidae	0	1	0	1	0	0	0
Coleóptera	Cerambycidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Chrysomelidae	1	1	1	1	0	0	0
Coleóptera	Cleridae	1	1	0	0	1	0	0
Coleóptera	Coccinellidae	1	1	0	1	0	0	0
Coleóptera	Curculionidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Elateridae	1	0	1	0	0	0	0
Coleóptera	Erotylidae	1	0	0	1	0	0	0
Coleóptera	Melyridae	1	1	0	0	1	0	0
Coleóptera	Nitidulidae	1	1	0	1	0	0	0
Coleóptera	Scarabaeidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Scolytidae	1	1	1	0	0	0	0
Coleóptera	Staphilidae	1	0	0	0	1	0	0
Coleóptera	Tenebrionidae	1	1	0	1	0	0	0
Collembola	Entomobryidae	1	0	0	1	0	0	0
Collembola	Sminthuridae	1	1	0	1	0	0	0
Diplura	Campodeidae	1	0	0	1	0	0	0
Díptera	Agromyzidae	1	1	1	0	0	0	0
Díptera	Anthomyiidae	0	1	0	1	0	0	0
Díptera	Bombyliidae	0	1	0	0	0	1	0
Díptera	Cecidomyiidae	1	1	1	0	0	0	0
Díptera	Chironomidae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Chloropidae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Culicidae	0	1	0	1	0	0	0
Díptera	Cyclorhapha	1	0	0	1	0	0	0
Díptera	Dolichopodidae	0	1	0	1	0	0	0
Díptera	Drosophilidae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Empididae	1	1	0	0	1	0	0

Continuación...

ORDEN	FAMILIA	BDC	BDA	PLAGA	NO PLAGA	PREDATOR	PARASITO	INDISTINTO
Díptera	Lauxaniidae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Muscidae	1	1	1	1	0	0	0
Díptera	Otitidae	1	0	0	1	0	0	0
Díptera	Phoridae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Psychodidae	0	1	0	1	0	0	0
Díptera	Scatopsidae	0	1	0	1	0	0	0
Díptera	Sciaridae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Syrphidae	0	1	0	0	1	0	0
Díptera	Tachinidae	0	1	0	0	0	1	0
Díptera	Tephritidae	1	1	1	0	0	0	0
Díptera	Therevidae	1	1	0	1	0	0	0
Díptera	Tipulidae	1	0	0	1	0	0	0
Hemíptera	Anthocoridae	1	1	0	0	1	0	0
Hemíptera	Aphididae	1	1	0	1	0	0	0
Hemíptera	Cercopidae	1	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Cicadellidae	1	1	1	1	0	0	0
Hemíptera	Cixiidae	0	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Coreidae	1	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Cydnidae	0	1	0	1	0	0	0
Hemíptera	Eriosomatidae	0	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Fulgoridae	1	0	0	1	0	0	0
Hemíptera	Issidae	1	1	0	1	0	0	1
Hemíptera	Lygaeidae	1	1	0	1	0	0	0
Hemíptera	Margarodidae	1	0	1	0	0	0	0
Hemíptera	Membracidae	1	1	0	1	0	0	0
Hemíptera	Miridae	1	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Pentatomidae	1	1	0	1	0	0	0
Hemíptera	Phymatidae	1	1	0	0	1	0	0
Hemíptera	Psyllidae	1	0	1	0	0	0	0
Hemíptera	Pyrrhocoridae	1	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Reduviidae	1	1	0	0	1	0	0
Hemíptera	Scutelleridae	0	1	1	0	0	0	0
Hemíptera	Thyreocoridae	1	0	0	1	0	0	0
Hemíptera	Tingidae	1	1	1	0	0	0	0
Hymenóptera	Bethylidae	1	0	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Braconidae	1	1	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Diprionidae	1	1	1	0	0	0	0
Hymenóptera	Encyrtidae	1	0	0	0	0	1	0

Continuación...

ORDEN	FAMILIA	BDC	BDA	PLAGA	NO PLAGA	PREDATOR	PARASITO	INDISTINTO
Hymenóptera	Eucoilidae	1	0	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Eulophidae	1	0	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Eupelmidae	1	0	0	1	0	0	0
Hymenóptera	Formicidae	1	1	1	1	0	0	0
Hymenóptera	Ichneumonidae	1	1	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Mutillidae	0	1	0	1	0	0	0
Hymenóptera	Platygasteridae	1	0	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Proctotrupidae	0	1	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Pteromalidae	1	1	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Scoliidae	0	1	0	0	0	1	0
Hymenóptera	Sphecidae	0	1	0	0	1	0	0
Hymenóptera	Torymidae	0	1	1	0	0	0	0
Hymenóptera	Vespidae	0	1	0	0	0	1	0
Isopoda	Porcellionidae	0	1	0	0	0	0	1
Lepidóptera	Arctiidae	1	0	1	0	0	0	0
Lepidóptera	Cossidae	0	1	1	0	0	0	0
Lepidóptera	Gelechiidae	1	1	1	0	0	0	0
Lepidóptera	Geometridae	1	0	0	1	0	0	0
Lepidóptera	Lasiocampidae	1	0	1	0	0	0	0
Lepidóptera	Lymantriidae	0	1	0	1	0	0	0
Lepidóptera	Noctuidae	1	1	0	1	0	0	0
Lepidóptera	Nocturnidae	1	0	0	0	0	0	1
Lepidóptera	Notodontidae	1	0	0	1	0	0	0
Lepidóptera	Psychidae	1	0	0	1	0	0	0
Lepidóptera	Pyalidae	1	1	1	0	0	0	0
Neuroptera	Chrysopidae	1	1	0	1	0	0	0
Neuroptera	Hemerobiidae	1	1	0	0	1	0	0
Neuroptera	Micropterigidae	1	0	0	0	1	0	0
Neuroptera	Myrmeleontidae	1	1	0	0	1	0	0
Odonata	Lestidae	0	1	0	0	1	0	0
Orthoptera	Acrididae	1	1	0	1	0	0	0
Orthoptera	Blaberidae	1	0	0	1	0	0	0
Orthoptera	Blattellidae	1	0	0	1	0	0	0
Orthoptera	Gryllacrididae	0	1	0	1	0	0	0
Orthoptera	Gryllidae	1	1	1	0	0	0	0
Orthoptera	Stenopelmatidae	0	1	0	1	0	0	0
Orthoptera	Tettigoniidae	1	0	0	1	0	0	0
Phasmida	Phasmidae	1	1	0	1	0	0	0
Pseudoescorpiones	Ctónidos	1	0	0	1	0	0	0
Psocoptera	Liposcelidae	1	1	0	1	0	0	0
Stylommatophora	Helicidae	1	0	0	0	0	0	1
Thysanoptera	Thripidae	1	1	1	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>83</b>	<b>35</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

Nota: 1 = Si; 0 = No.

**ANEXO 3.** Especies de aves registradas mediante búsqueda intensiva para el análisis de técnicas de cacería (comportamiento alimenticio) y uso de sustratos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

No. Spp.	NOMBRE CIENTIFICO AVE	CLAVE AVE	ORDEN AVE	FAMILIA AVE	BDC	BDA
1	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	AphUlt	Passeriformes	Corvidae	1	1
2	<i>Auriparus flaviceps</i>	AurFla	Passeriformes	Remizidae	0	1
3	<i>Baeolophus wollweberi</i>	BaeWol	Passeriformes	Paridae	1	1
4	<i>Calocitta colliei</i>	CalCol	Passeriformes	Corvidae	1	0
5	<i>Camptostoma imberbe</i>	CamImb	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
6	<i>Carduelis psaltria</i>	CarPsa	Passeriformes	Fringillidae	1	0
7	<i>Carpodacus cassinii</i>	CarCas	Fringillidae	Carduelinae	1	1
8	<i>Carpodacus mexicanus</i>	CarMex	Passeriformes	Fringillidae	1	0
9	<i>Catharus guttatus</i>	CatGut	Passeriformes	Turdidae	1	1
10	<i>Catherpes mexicanus</i>	CatMex	Passeriformes	Troglodytidae	1	0
11	<i>Contopus caribaeus</i>	ConCar	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
12	<i>Contopus pertinax</i>	ConPer	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
13	<i>Contopus sordidulus</i>	ConSor	Passeriformes	Tyrannidae	0	1
14	<i>Cyanocompsa parellina</i>	CyaPar	Passeriformes	Cardinalidae	0	1
15	<i>Dendroica coronata</i>	DenCor	Passeriformes	Parulidae	1	1
16	<i>Dendroica graciae</i>	DenGra	Passeriformes	Parulidae	1	0
17	<i>Dendroica nigrescens</i>	DenNig	Passeriformes	Parulidae	1	0
18	<i>Dendroica occidentalis</i>	DenOcc	Passeriformes	Parulidae	1	0
19	<i>Dendroica townsendi</i>	DenTow	Passeriformes	Parulidae	1	1
20	<i>Empidonax affinis</i>	EmpAff	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
21	<i>Empidonax fulvifrons</i>	EmpFul	Passeriformes	Tyrannidae	0	1
22	<i>Empidonax hammondii</i>	EmpHam	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
23	<i>Empidonax oberholseri</i>	EmpObe	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
24	<i>Junco phaeonotus</i>	JunPha	Passeriformes	Emberizidae	1	1
25	<i>Melanerpes formicivorus</i>	MelFor	Piciformes	Picidae	1	1
26	<i>Melospiza lincolni</i>	MelLin	Passeriformes	Emberizidae	1	1
27	<i>Mniotilta varia</i>	MniVar	Passeriformes	Parulidae	0	1
28	<i>Myiarchus cinerascens</i>	MyiCin	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
29	<i>Myioborus miniatus</i>	MyiMin	Passeriformes	Parulidae	0	1
30	<i>Passerina caerulea</i>	PasCae	Passeriformes	Cardinalidae	1	1
31	<i>Peucedramus taeniatus</i>	PeuTae	Passeriformes	Peucedramidae	1	0
32	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	PheMel	Passeriformes	Cardinalidae	1	1
33	<i>Picoides scalaris</i>	PicSca	Piciformes	Picidae	1	1
34	<i>Picoides villosus</i>	PicVil	Piciformes	Picidae	1	0

## Continuación...

35	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	PipEry	Passeriformes	Emberizidae	1	0
36	<i>Pipilo fuscus</i>	PipFus	Passeriformes	Emberizidae	1	0
37	<i>Pipilo maculatus</i>	PipMac	Passeriformes	Emberizidae	1	1
38	<i>Piranga flava</i>	PirFla	Passeriformes	Thraupidae	1	1
39	<i>Piranga rubra</i>	PirRub	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
40	<i>Poecile sclateri</i>	PoeScl	Passeriformes	Paridae	1	0
41	<i>Psaltriparus minimus</i>	PsaMin	Passeriformes	Aegithalidae	1	1
42	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	PyrRub	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
43	<i>Regulus calendula</i>	RegCal	Passeriformes	Regulidae	1	1
44	<i>Sayornis phoebe</i>	SayPho	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
45	<i>Sayornis saya</i>	SaySay	Passeriformes	Tyrannidae	0	1
46	<i>Sialia currucoides</i>	SiaCur	Passeriformes	Turdidae	1	0
47	<i>Sialia mexicana</i>	SiaMex	Passeriformes	Turdidae	1	0
48	<i>Sialia sialis</i>	SiaSia	Passeriformes	Turdidae	1	1
49	<i>Sitta carolinensis</i>	SitCar	Passeriformes	Sittidae	1	1
50	<i>Spizella pallida</i>	SpiPal	Passeriformes	Emberizidae	1	0
51	<i>Spizella passerina</i>	SpiPas	Passeriformes	Emberizidae	1	1
52	<i>Thryomanes bewickii</i>	ThrBew	Passeriformes	Troglodytidae	1	1
53	<i>Toxostoma curvirostre</i>	ToxCur	Passeriformes	Mimidae	1	0
54	<i>Turdus migratorius</i>	TurMig	Passeriformes	Turdidae	0	1
55	<i>Tyrannus couchii</i>	TyrCou	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
56	<i>Vermivora celata</i>	VerCel	Passeriformes	Parulidae	0	1
57	<i>Vireo huttoni</i>	VirHut	Passeriformes	Vireonidae	1	1
58	<i>Vireo leucophrys</i>	VirLeu	Passeriformes	Vireonidae	1	0
59	<i>Wilsonia pusilla</i>	WilPus	Passeriformes	Parulidae	1	0
60	<i>Zenaida macroura</i>	ZenMac	Columbiformes	Columbidae	1	0
				<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>35</b>

**Nota:** 1 = Presencia; 0 = Ausencia.

**ANEXO 4.** Aves registradas mediante captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante para el análisis de los componentes entomológicos de las dietas encontrados en sus excretas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

No. Spp.	NOMBRE CIENTIFICO AVE	CLAVE AVE	ORDEN AVE	FAMILIA AVE	BDC	BDA
1	<i>Aimophila cassinii</i>	AimCas	Passeriformes	Emberizidae	1	0
2	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	AphUlt	Passeriformes	Corvidae	1	1
3	<i>Baeolophus wollweberi</i>	BaeWol	Passeriformes	Paridae	1	1
4	<i>Campostoma imberbe</i>	CamImb	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
5	<i>Carduelis psaltria</i>	CarPsa	Passeriformes	Fringillidae	1	1
6	<i>Carpodacus mexicanus</i>	CarMex	Passeriformes	Fringillidae	1	1
7	<i>Catharus guttatus</i>	CatGut	Passeriformes	Turdidae	1	1
8	<i>Catherpes mexicanus</i>	CatMex	Passeriformes	Troglodytidae	0	1
9	<i>Contopus pertinax</i>	ConPer	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
10	<i>Dendroica coronata</i>	DenCor	Passeriformes	Parulidae	0	1
11	<i>Empidonax affinis</i>	EmpAff	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
12	<i>Empidonax fulvifrons</i>	EmpFul	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
13	<i>Empidonax hammondi</i>	EmpHam	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
14	<i>Empidonax oberholseri</i>	EmpObe	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
15	<i>Icterus parisorum</i>	IctPar	Passeriformes	Icteridae	0	1
16	<i>Junco phaeonotus</i>	JunPha	Passeriformes	Emberizidae	1	1
17	<i>Melanerpes formicivorus</i>	MelFor	Piciformes	Picidae	0	1
18	<i>Molothrus bonariensis</i>	MolBon	Passeriformes	Icteridae	1	0
19	<i>Myiarchus cinerascens</i>	MyiCine	Passeriformes	Tyrannidae	1	1
20	<i>Peucedramus taeniatus</i>	PeuTae	Passeriformes	Peucedramidae	1	0
21	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	PheMel	Passeriformes	Cardinalidae	1	1
22	<i>Picoides scalaris</i>	PicSca	Piciformes	Picidae	0	1
23	<i>Pipilo fuscus</i>	PipFus	Passeriformes	Emberizidae	1	1
24	<i>Pipilo maculatus</i>	PipMac	Passeriformes	Emberizidae	1	1
25	<i>Piranga flava</i>	PirFla	Passeriformes	Thraupidae	1	1
26	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	PyrRub	Passeriformes	Tyrannidae	1	0
27	<i>Regulus calendula</i>	RegCal	Passeriformes	Regulidae	1	0
28	<i>Sialia mexicana</i>	SiaMex	Passeriformes	Turdidae	0	1
29	<i>Sialia sialis</i>	SiaSia	Passeriformes	Turdidae	1	1
30	<i>Sitta carolinensis</i>	SitCar	Passeriformes	Sittidae	1	1
31	<i>Spizella atrogularis</i>	SpiAtr	Passeriformes	Emberizidae	1	0
32	<i>Spizella passerina</i>	SpiPas	Passeriformes	Emberizidae	1	1
33	<i>Thryomanes bewickii</i>	ThrBew	Passeriformes	Troglodytidae	1	1
34	<i>Turdus migratorius</i>	TurMig	Passeriformes	Turdidae	0	1
				<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>25</b>

**Nota:** 1 = Presencia; 0 = Ausencia.

**ANEXO 5.** Órdenes de insectos registrados y compartidos en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988) para la identificación de fragmentos de insectos.

	<b>ORDEN</b>	<b>BDC</b>	<b>BDA</b>
1	Arácnida	0	1
2	Coleóptera	1	1
3	Díptera	1	1
4	Hemíptera	1	1
5	Hymenóptera	1	1
6	Lepidóptera	1	0
7	Psocoptera	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

**Nota:** 1 = Presencia; 0 = Ausencia.

**ANEXO 6.** Familias de insectos registradas y compartidas en Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA, obtenidos de las excretas de aves a través del método de Whitaker (1988) para la identificación de fragmentos de insectos.

ORDEN	FAMILIA	BDC	BDA
Arácnida	Araneae	0	1
Coleóptera	Anobiidae	1	1
Coleóptera	Bostrichidae	0	1
Coleóptera	Bruchidae	1	1
Coleóptera	Carabidae	1	1
Coleóptera	Cerambycidae	1	0
Coleóptera	Chrysomelidae	1	1
Coleóptera	Cleridae	1	1
Coleóptera	Coccinellidae	1	1
Coleóptera	Curculionidae	1	1
Coleóptera	Elateridae	1	0
Coleóptera	Erotylidae	1	0
Coleóptera	Melyridae	1	1
Coleóptera	Nitidulidae	1	1
Coleóptera	Scarabaeidae	1	1
Coleóptera	Scolytidae	1	1
Coleóptera	Staphilidae	1	0
Coleóptera	Tenebrionidae	1	1
Díptera	Agromyzidae	1	0
Díptera	Chironomidae	0	1
Díptera	Lauxaniidae	0	1
Díptera	Sciaridae	0	1
Díptera	Tephritidae	1	0
Hemíptera	Cicadellidae	1	1
Hemíptera	Coreidae	0	1
Hemíptera	Lygaeidae	1	1
Hemíptera	Miridae	0	1
Hemíptera	Pentatomidae	0	1
Hymenóptera	Braconidae	0	1
Hymenóptera	Formicidae	1	1
Hymenóptera	Pteromalidae	0	1
Hymenóptera	Torymidae	0	1
Lepidóptera	Pyralidae	1	0
Psocoptera	Liposcelidae	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>27</b>

**Nota:** 1 = Presencia; 0 = Ausencia.

**ANEXO 7.** Código de las 10 variables dasométricas consideradas en los ACP para describir al componente arbóreo (CA) de Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>CÓDIGO DE LA VARIABLE</b>
Altura Promedio del Árbol	ALTPROMARBO
Altura Promedio del Fuste Limpio	ALTPROMFUSTEL
Cobertura del Árbol	COBARBO
Cobertura Promedio del Árbol	COBPROMARBO
Diámetro a la Altura del Pecho Promedio del Árbol	DAPPROMARBO
Densidad Promedio de la Cobertura del Árbol	DENSIPROMCOBARBO
Distancia Promedio del Árbol	DISTPROMARBO
Hojas Nuevas Promedio	HOJASNVASPROM
Hojas Viejas Promedio	HOJASVIEJASPROM
Número Promedio de Ramas	NōPROMRAMAS

**ANEXO 8.** Código de las variables ambientales, del hábitat y los tres primeros ejes del ACP consideradas en los ARP para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>CODIGO DE VARIABLES</b>
Intercepto	(Intercept)
Altura Metros Sobre el Nivel del Mar	ALTMSNM
Altura Promedio Arbustivas	ALTPROMARBU
Cobertura	COB
Cobertura Arbustivas	COBARBU
Cobertura Herbáceas	COBHERB
Cobertura Promedio Arbustivas	COBPROMARBU
Diámetro Promedio Arbustivas	DIAMPROMARBU
Diámetro Promedio Herbáceas	DIAMPROMHERB
Distancia de Escape	DSTESC
Hora	HORA
Material Leñoso	MATLENOSO
Componente Principal 1	PC1
Componente Principal 2	PC2
Componente Principal 3	PC3
Pedregosidad	PEDRE
Pendiente Norte	PENDIENTE[T.N]
Pendiente Noreste	PENDIENTE[T.NE]
Pendiente Noroeste	PENDIENTE[T.NO]
Pendiente Sur	PENDIENTE[T.S]
Pendiente Sureste	PENDIENTE[T.SE]
Pendiente Suroeste	PENDIENTE[T.SO]
Pendiente %	PENDIENTE1
Periodo No migratorio	PERIODOMIGRA[T.N]
Pulso	PULSO
Punto	PUNTO
Suelo Desnudo	SUELODES
Temperatura	TEMP
Zona Bosque con Dosel Cerrado	ZONA[T.BDC]

**ANEXO 9.** Código de las variables consideradas en los ARLS de los Comportamientos Alimenticios para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

NOMBRE DE LAS VARIABLES	CÓDIGO DE LAS VARIABLES
Intercepto	(Intercept)
Altura de Ubicación	ALTDEUBICACION
Comportamiento Gregario	COMPREGARIO
Edad	EDAD
Hora	HORA
Localización	LOCALIZACION
Pulso	PULSO
Punto	PUNTO
Sexo	SEXO
Suelo Distancia	SUELODISTANCIA
Sustrato	SUSTRATO
Tiempo	TIEMPO
Ubicación Herbáceas Distancia	UBIHERBACEASDISTANCIA
Ubicación Horizontal en el Follaje del Árbol	UHFARBOL
Ubicación Vertical en el Follaje del Árbol	UVFARBOL
Ubicación Vertical en el Tronco del Árbol	UVTARBOL
Zona Bosque con Dosel Abierto	ZONA[T.BDA]
Zona Bosque con Dosel Cerrado	ZONA[T.BDC]

**ANEXO 10.** Código de las variables consideradas en los ARLS de la Condición (Gasa) Corporal de aves insectívoras para Bosque con Dosel Cerrado (BDC) y Bosque con Dosel Abierto (BDA) del ANPPA.

NOMBRE DE LAS VARIABLES	CÓDIGO DE LAS VARIABLES
Intercepto	(Intercept)
Periodo No Migratorio	PERIODO[T.NOMIG]
Zona Bosque con Dosel Cerrado	ZONA[T.BDC]
Sexo Macho	SEXO[T.MACHO]
Ancho del Pico	ANPIC
Longitud Total	LONTOT
Longitud del Cráneo	LONCRA
Longitud del Pico	LONPIC