

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL ZARAPITO PICO LARGO
Numenius americanus (Bechstein, 1812) EN DOS SITIOS DE
INVERNACIÓN DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

Por

BIOL. ALINA OLALLA KERSTUPP


Como requisito parcial para obtener el Grado de

DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO
DE VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Junio, 2014

ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL ZARAPITO PICO LARGO
Numenius americanus (Bechstein, 1812) EN DOS
SITIOS DE INVERNACIÓN DEL
DESIERTO CHIHUAHUENSE


Comité de Tesis




Dr. José Ignacio González Rojas
Presidente




Dr. Roberto Mercado Hernández
Secretario



Dr. Homero López Soto
1er. Vocal



Dr. Humberto Quiroz Martínez
2do. Vocal



Dr. Gilberto Tijerina Medina
3er. Vocal

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer al Dr. José Ignacio González Rojas por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de estos 16 años de conocernos, pero sobre todo por haberme permitido ser su amiga y colega.

Al cDr. Antonio Guzmán Velasco por las facilidades brindadas para la realización de este proyecto, así como por las adecuaciones al laboratorio.

Al cDr. Gabriel Ruiz Aymá por el apoyo en el trabajo de campo y gabinete, por sus consejos y hacer más amenas las salidas al campo, por ser un excelente amigo y equipo de trabajo.

Al comité de tesis por sus valiosas aportaciones al desarrollo del trabajo, tanto de gabinete como de campo.

A la M.C. Rosa Bertha Ramírez Lechuga (Rosita) por su amistad y consejos.

Al equipo de Servicios Profesionales por todo su apoyo en la parte financiera.

A José Luis García Loya y Migdalia Campos Escárcega por recibirme y ser mi familia en Janos, Chihuahua.

Al Dr. Miguel Ángel Cruz Nieto, la Biol. Rita Yolanda Benavides y Pronatura NE por sus consejos, apoyo en campo y hospedaje en Nuevo Casas Grandes, Chihuahua.

A la Reserva Ecológica El Uno y a la Estación Biológica de la UNAM por el hospedaje y facilidades brindadas en el trabajo de campo en Janos, Chihuahua.

Al Programa Neotropical Bird Conservation Act del USFWS y al World Wildlife Fund por los fondos brindados a esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por los fondos aportados para el becario 210331, que permitieron el término de esta tesis.

A todos los participantes que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo del trabajo:

Trabajo de campo:

Biol. Jorge Allen Bobadilla (FCB/UANL)
Biol. Hugo Elizondo Alejo (FCB/UANL)
Biol. Ángel Medina Lira (FCB/UANL)
Biol. Oscar Gehú Paz Tobar (FCB/UANL)
QBP. Mario Cesar Leos Rodríguez (FCB/UANL)
M.C. Mario Guerrero Madriles (FCB/UANL)

Telemetría satelital:

Lee Tibbits (U.S. Geological Service)
Alex Hartman (U.S. Geological Service)
Dennis Jorgensen (WWF Montana)
Jurgen Hoth (WWF Chihuahua)
Geoffrey Holroyd (Canadian Wildlife Service)

SIG:

M.C. Hidalgo Rodríguez Vela (FCB/UANL)
M.C. Adriana Núñez Gonzalí (CONANP)

Dieta y disponibilidad de alimento:

Dr. Humberto Quiroz Martínez (FCB/UANL)
Dr. Carlos Solís Rojas (FCB/UANL)
Dr. Armando J. Contreras Balderas (FCB/UANL)
Dr. David Lazcano Villareal (FCB/UANL)
Dra. Ma. Guadalupe de Jesús Alanís Guzmán (FCB/UANL)
Laboratorio de Biosistemática (FCB/UANL)
Dr. Armando Erick Elizondo Quiroga
I.A.Z. Gerardo García Aspiroz

Vegetación:

Dr. Glafiro Alanís Flores (FCB/UANL)
Biol. José Juan Flores Maldonado (FCB/UANL)

Sexado Molecular:

Dr. Ricardo Canales del Castillo (FCB/UANL)

DEDICATORIA

*A César, mi amigo, confidente y compañero de vida, gracias
por tu amor, consejos y apoyo incondicional...*

*A mis padres, Juan Jesús y Ma. de Lourdes, por apoyar
siempre mis decisiones e impulsarme a seguir adelante,
por todo el amor que siempre me han demostrado...*

*A mi abuelita Tita (†) por ser un gran ejemplo de mujer,
por estar siempre al pendiente de mis necesidades...*

*A mi familia que a pesar de la distancia siempre estamos unidos,
por emocionarse junto conmigo con cada paso
avanzado personal y profesionalmente...*

*A Kiwi, Tuna, Poison y Akane, por tantos
momentos de alegría y distracción...*

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ZONA DE ESTUDIO	7
JUSTIFICACIÓN	12
HIPÓTESIS	13
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS PARTICULARES	14
1. CAPÍTULO I. DENSIDAD DE POBLACIONES INVERNALES DEL ZARAPITO PICO LARGO <i>Numenius americanus</i> EN JANOS, CHIH. Y LA SOLEDAD N.L.....	15
1.1. RESUMEN	15
1.2. INTRODUCCIÓN	16
1.3 ANTECEDENTES	17
1.4. MÉTODOS	20
1.4.1. Mapeo del Área de Estudio	20
1.4.2. Tamaño Poblacional	21
1.5. RESULTADOS	23
1.5.1. Tamaño Poblacional	23
1.5.2. Análisis con Distance 5.0	27
1.6. DISCUSIONES	29
1.7. FOTOGRAFÍAS	33

2. CAPÍTULO II. DIETA INVERNAL DEL ZARAPITO PICO LARGO <i>Numenius</i> <i>americanus</i> EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE	35
2.1 RESUMEN	35
2.2. INTRODUCCIÓN	36
2.3 ANTECEDENTES	37
2.4. MÉTODOS	40
2.4.1. Dieta Invernal	40
2.4.2. Disponibilidad de Alimento, Biomasa y Análisis Bromatológico ...	41
2.5. RESULTADOS	42
2.5.1. Dieta Invernal	42
2.5.2. Disponibilidad de Alimento, Biomasa y Análisis Bromatológico ...	49
2.6. DISCUSIONES	56
2.7. FOTOGRAFÍAS	62
3. CAPÍTULO III. USO DE HABITAT INVERNAL, MOVIMIENTOS LOCALES Y MIGRATORIOS DEL ZARAPITO PICO LARGO <i>Numenius americanus</i>	71
3.1 RESUMEN	71
3.2. INTRODUCCIÓN	72
3.3 ANTECEDENTES	73
3.4. MÉTODOS	76
3.4.1. Captura de Ejemplares.....	76
3.4.2. Marcaje y Rastreo	76
3.4.3. Uso de Hábitat Invernal y Movimientos Migratorios	78
3.5. RESULTADOS	79

3.5.1. Rastreo Satelital	79
3.5.2. Rendimiento de los Transmisores	80
3.5.3. Movimientos locales y Uso de Hábitat Invernal (México)	81
3.5.4. Migración	99
3.6. DISCUSIONES	106
3.7. FOTOGRAFÍAS	113
4. CAPÍTULO IV. AMENAZAS QUE LIMITAN LA POBLACIÓN DEL ZARAPITO PICO LARGO <i>Numenius americanus</i> DURANTE SU ESTANCIA INVERNAL EN MÉXICO.....	118
4.1. RESUMEN	118
4.2 INTRODUCCIÓN	119
4.3 ANTECEDENTES	120
4.4. MÉTODOS	122
4.5. RESULTADOS	123
4.5.1. Plaguicidas	123
4.5.2. Ganadería	125
4.6. DISCUSIONES	126
4.7. FOTOGRAFÍAS	129
CONCLUSIONES	130
PERSPECTIVAS	132
BIBLIOGRAFÍA	133
RESUMEN BIOGRÁFICO	152

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	a) Zarapito pico largo <i>Numenius americanus</i> ; b) Rango de distribución de la especie.....	6
Figura 2.	Localización de las áreas de trabajo: pastizales de Janos, Chih. ubicados dentro del extremo Noroeste y Pradera de Tokio, situada dentro del extremo Sureste del Desierto Chihuahuense.....	7
Figura 3.	Transectos muestreados en el área de La Soledad durante las temporadas invernales 2007-2008 y 2008-2009.....	20
Figura 4.	Transectos muestreados en el área de Janos durante las temporadas invernales 2007-2008 y 2008-2009.....	21
Figura 5.	Índices de coeficiente de variación para las densidades poblacionales de zarapitos pico largo en Janos, Chih., y La Soledad, N.L. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.....	28
Figura 6.	Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de la Soledad, Nuevo León. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.....	43
Figura 7.	Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de Janos, Chihuahua. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.....	43
Figura 8.	Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de la Soledad, Nuevo León (2010-2011).....	45
Figura 9.	Ítems alimenticios para la Soledad, Nuevo León.....	46

Figura 10.	A) Ítems alimenticios del zarapito pico largo en el Desierto Chihuahuense. B) Representación por grupos de los items alimenticios del zarapito pico largo en el Desierto Chihuahuense.....	46
Figura 11.	Invertebrados colectados durante el muestreo de disponibilidad de alimento.....	49
Figura 12.	Presón ganadero utilizado como sitio de captura de los zarapitos pico largo.....	76
Figura 13.	Método de colocación del transmisor en el ave.....	77
Figura 14.	Disminución del voltaje del equipo satelital solar ID 33091.....	81
Figura 15.	Registro de movimiento del equipo satelital solar ID 33091.....	81
Figura 16.	Movimientos registrados del zarapito pico largo ID 33091 antes de su muerte.....	82
Figura 17.	Zona de búsqueda del equipo satelital solar ID 33091.....	83
Figura 18.	Movimientos de los Zarapitos en las áreas aledañas al Llano de la Soledad, Nuevo León, a través del tiempo (Octubre 2009-Marzo 2010).....	84
Figura 19.	Ámbito hogareño de 3 zarapitos pico largo delimitados por el Polígono Mínimo Convexo y los Estimadores de Kernel.....	85
Figura 20.	Número de lecturas en cada “hábitat” utilizado por el zarapito para forrajeo expresado en porcentaje.....	87

Figura 21.	Locaciones de Zarapito pico largo en diferentes cultivos expresado en porcentaje.....	88
Figura 22.	Lecturas obtenidas del Zarapito pico largo sobre colonias de perritos expresado en porcentaje.....	89
Figura 23.	Vegetación natural y/o secundaria utilizada por los zarapitos expresado en porcentaje.....	89
Figura 24.	Dormideros utilizados por los zarapitos.....	90
Figura 25.	Hábitat utilizados por los Zarapitos pico largos como dormitorio.....	92
Figura 26.	Dormideros preferidos por los zarapitos expresados en porcentaje.....	93
Figura 27.	Dendograma y valores obtenidos por el Índice de Similaridad de Bray-Curtis.....	98
Figura 28.	Cronología de migración de dos machos de zarapito pico largo hacia sus terrenos de reproducción (marzo – abril 2010).....	101
Figura 29.	Cronología de migración de un macho de zarapito pico largo hacia sus terrenos de invernación (Junio – Octubre 2010).....	102
Figura 30.	Cronología de migración de un macho de zarapito pico largo hacia sus terrenos de reproducción e invernación.....	104
Figura 31.	Movimientos del ave ID 33088.....	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Número de registros e individuos de <i>Numenius americanus</i> detectados dentro de los transectos.....	23
Tabla 2.	Registros extras de Zarapito pico largo (<i>Numenius americanus</i>) para el período 2007-2008 (La Soledad).....	25
Tabla 3.	Registros extras de Zarapito pico largo (<i>Numenius americanus</i>) para el período 2008-2009 (La Soledad).....	25
Tabla 4.	Registros extras de Zarapito pico largo (<i>Numenius americanus</i>) para el período 2007-2008 (Janos).....	26
Tabla 5.	Registros extras de Zarapito pico largo (<i>Numenius americanus</i>) para el período 2008-2009 (Janos).....	26
Tabla 6.	Modelo seleccionado, individuos en el área y ancho efectivo de detección (La Soledad).....	27
Tabla 7.	Modelo seleccionado, individuos en el área y ancho efectivo de detección (Janos).....	27
Tabla 8.	Pesos y medidas obtenidas de las 487 muestras de egagrópilas.....	42
Tabla 9.	Análisis estadístico aplicado a las egagrópilas colectadas en N.L. y Chih.....	44
Tabla 10.	Ítems alimenticios identificados, porcentajes de aparición y frecuencias relativas de ocurrencia.....	47

Tabla 11.	Valores obtenidos por los Índices de Diversidad para los invertebrados.	49
Tabla 12.	Número de individuos y peso obtenido de los invertebrados capturados.	50
Tabla 13.	Biomasa obtenida para la vegetación secundaria.....	52
Tabla 14.	Biomasa obtenida para las colonias de perritos llaneros.....	53
Tabla 15.	Biomasa obtenida para los cultivos y barbechos.....	54
Tabla 16.	Análisis bromatológico de 4 ítems alimenticios del zarapito pico largo..	55
Tabla 17.	Identificación de transmisor, sexo, peso y captura de 5 individuos de zarapito pico largo.....	79
Tabla 18.	Rastreo y parámetros de locaciones de 4 zarapitos pico largo.....	80
Tabla 19.	Tipos de hábitat utilizado por el Zarapito pico largo como forrajeo en Nuevo León y Coahuila.....	86
Tabla 20.	Sitios utilizados como dormideros por los zarapitos durante la temporada invernal.....	91
Tabla 21.	Tipos de hábitat utilizado por el zarapito pico largo como dormidero....	91
Tabla 22.	Especies vegetales encontradas dentro de los dormideros.....	94
Tabla 23.	Análisis de vegetación global de los 6 dormideros utilizados por los zarapitos pico largo.....	95

Tabla 24.	Análisis de vegetación individual de los 6 dormideros utilizados por los zarapitos.....	96
Tabla 25.	Parámetros migratorios de un macho adulto de zarapito pico largo monitoreado a través de telemetría satelital durante 2009-2012.....	100
Tabla 26.	Plaguicidas utilizados en cultivo de papa en N.L. durante la temporada 2009-2010.....	123
Tabla 27.	Plaguicidas organoclorados analizados en las 6 muestras de zarapito pico largo.....	124
Tabla 28.	Plaguicidas organofosforados analizados en las 6 muestras de zarapito pico largo.....	124

RESUMEN

Para establecer medidas efectivas de conservación de una especie, deben conocerse los diferentes aspectos de su ecología. El presente trabajo generó información confiable y novedosa sobre 4 aspectos ecológicos del zarapito pico largo durante su estadía invernal en dos sitios del Desierto Chihuahuense en México: censos poblacionales, dieta, usos de hábitat /migración y amenazas. Se censaron dos periodos invernales mediante transectos bajo el método de Distancia; se obtuvo una densidad invernal promedio para los pastizales de la Soledad, N.L. de 400 individuos mientras que para los pastizales de Janos en Chih. Fue de 655 individuos. Paralelamente se tomaron los registros del mayor número de individuos en una sola parvada en ambas localidades siendo de 3,500 aves en La Soledad y de 790 en Janos. Para conocer la dieta invernal se analizaron 210 egagrópilas identificando un total de 34 ítems alimenticios (78% invertebrados, 16% vegetales, 3% reptiles, 3% rocas). Se hizo un análisis de disponibilidad y biomasa de alimento en N.L. colectando 15 familias o grupos de invertebrados, los acrídidos fueron los más abundantes y pesados. Se realizó un análisis bromatológico a 4 ítems alimenticios para conocer el aporte energético siendo de nueva cuenta Acrididae la que proporciona los mayores porcentajes de minerales, proteína y grasa. Utilizando telemetría satelital se siguieron los movimientos locales y migratorios de 3 individuos. Se identificaron sitios de forrajeo y dormitorio; los cultivos vivos y barbechos fueron los más utilizados dentro del forrajeo, así mismo se identificaron 14 dormitorios y se caracterizó la vegetación en seis de ellos siendo la Rodadora (*Salsola kali*) la especie vegetal más importante. Se documentó exitosamente la migración de un macho desde México hasta el rango más norteño de la especie, estableciendo así la conectividad entre los pastizales de Canadá, Estados Unidos y México. Se observó una fuerte fidelidad a sus sitios de invernación, reproducción y descanso, no solamente en una escala geográfica sino en una escala local también. Se hicieron observaciones durante diferentes temporadas invernales para determinar cuáles actividades humanas podrían afectar negativamente la estadía invernal del zarapito pico largo en los pastizales del Desierto Chihuahuense; se identificaron 2 amenazas potenciales para la especie: uso de plaguicidas y malas prácticas ganaderas.



ABSTRACT

Effective long-term conservation measures for a species require knowledge of all aspects of the species ecology. This work resulted in reliable and innovative information about 4 ecological aspects of Long-billed curlew during its winter stay at two sites in the Chihuahuan Desert (Mexico): population census, diet, habitat use / migration and threats. Two wintering periods were surveyed using Distance sampling method (transects); an average winter density of 400 individuals was obtained for La Soledad, Nuevo Leon and 655 individuals for Janos, Chihuahua. Parallel records of highest number of individuals in a single flock were taken being 3,500 in La Soledad and 790 in Janos. To know the winter diet, 210 pellets were analyzed and 34 food items were identified (78% invertebrates, 16% plants, 3% reptiles and 3% small rocks). Analysis of food availability and biomass was carried out in N.L. collecting 15 families / groups of invertebrates; Acrididae family was the most abundant and heavy. A bromatological analysis was performed at 4 food items to meet the energy intake again being Acrididae which provides the highest percentage of minerals, protein and fat values. Using satellite telemetry, local and migratory movements of 3 individuals were followed. Foraging and roosting sites were identified; agricultural and fallow land were the most used for foraging, 14 roosts were identified and vegetation structure was characterized in six of them being the Tumbleweed (*Salsola kali*) the most important plant species. Migration of one male was successfully documented from Mexico to the northernmost range of the species, establishing connectivity between grasslands of Canada, the U.S. and Mexico. A high fidelity for breeding, wintering and stopover sites was recorded, not only on a geographical scale but also on a local scale. Observations during different winter seasons were made to determine which human activities could adversely affect the Long-billed curlew during its wintering season in the grasslands of the Chihuahuan Desert; two main threats were identified for the species: use of pesticides and poor grazing practices.



INTRODUCCIÓN

Las aves playeras de tierras altas como el zarapito pico largo (*Numenius americanus*), el chorlito llanero (*Charadrius montanus*) y el zarapito ganga (*Bartramia longicauda*) no dependen estrictamente de los humedales, por ello no fueron contempladas en el Plan Nacional Mexicano para la Conservación de las Aves Playeras. Sin embargo, en los últimos años se han documentado importantes concentraciones de zarapitos pico largo y chorlitos llaneros en los pastizales abiertos donde ocurren las especies de perrito llanero de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) en Janos, Chihuahua y la región del Tokio donde está presente el perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*) en Nuevo León, Coahuila, San Luís Potosí y Zacatecas.

Aunque los pastizales comprenden actualmente una pequeña parte del desierto Chihuahuense (15%), son esenciales para la diversidad biológica de la ecoregión, ya que dan soporte a los procesos ecológicos críticos, tienen alto endemismo y sustentan una alta diversidad de plantas y animales (Dinerstein *et al.* 2000; Desmond y Atchley 2006). Estudios recientes confirman al desierto Chihuahuense como una de las áreas más importantes en biodiversidad de aves a nivel nacional (Manzano-Fischer *et al.* 2006).

Las aves de pastizales, es el grupo que ha experimentado las declinaciones más consistentes, más rápidas y más ampliamente distribuidas que cualquier otro grupo de aves de Norteamérica (Samson y Knopf 1994; Winter y Faaborg 1999; Gillihan *et al.* 2001). Datos de 40 años de monitoreo (1966 a 2006) indican que casi el 90% de las 28 especies de pastizal monitoreadas por el BBS (Breeding Bird Survey) en E. U. y Canadá tienen tendencias poblacionales negativas (Sauer *et al.* 2008). La pérdida y fragmentación del hábitat es la principal causa de su declinación (Winter y Faaborg 1999). Una de las especies vulnerables de este ecosistema es el zarapito pico largo.



El desconocimiento de su ecología invernal así como los patrones de migración del zarapito pico largo, limita el establecer medidas efectivas de conservación a nivel de Norteamérica, es por ello importante aplicar estudios focales así como la tecnología desarrollada recientemente para determinar los patrones migratorios, el uso del hábitat invernal y evaluar amenazas que no han sido identificadas y que incidan sobre la población.

La especie fue considerada como LR (de más bajo riesgo, IUCN 2006) y posteriormente elevada a NT (casi amenazada, IUCN 2007) debido a que sus poblaciones había declinado desde 1980 a nivel continental a una tasa de 2% por año (AOU 1998; Hill 1998). En 2008, el zarapito pico largo fue identificado como una especie de prioridad nacional e internacional para la conservación de la USFWS. El *Numenius americanus* tiene la triste distinción de ser una de las especies más amenazadas de aves playeras en el continente debido a la constante disminución de sus poblaciones a través de su rango. Las designaciones siguientes muestran la preocupación generalizada por su conservación: Lista Roja de la IUCN en 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013, así como altamente amenazada por el Plan de Conservación de Aves Playeras de EUA y Canadá (Donaldson *et al.* 2000; Brown *et al.* 2001).

El presente estudio documenta información relevante sobre sus poblaciones invernales, dieta, así como la técnica de captura para marcaje con anillos y telemetría satelital que permitieron conocer con precisión sitios utilizados para forrajeo, dormidero, abrevadero así como sus rutas migratorias y fidelidad a sitios reproductivos e invernales; así mismo se detectaron dos amenazas que podrían estar limitando a las poblaciones



Información General Sobre la Especie

Nombre Científico

Numenius americanus Bechstein, 1812, Etimología: El género viene de *noumenios* que se deriva de los vocablos griegos *neos* = nuevo y *mene* = la luna, haciendo referencia el pico en forma de luna nueva. La especie es un gentilicio latino que alude a su distribución geográfica (Canevari *et al.* 2001).

Descripción

Es el ave playera más grande de su grupo, tiene las patas largas de color gris azulado y un gran pico robusto fuertemente curvado hacia abajo color negro con la mandíbula rosa anaranjado; la longitud del cuerpo oscila entre 500 y 650 mm, la del pico entre 113 y 219 mm, su envergadura entre 257 y 308 mm, longitud del tarso entre 72 y 92 mm y su cola de 104 a 136 mm. El plumaje corporal es de color café canela con tintes ante o rosado en el pecho, las alas muestran en su parte superior un barreado de color café oscuro mientras que en la inferior líneas contrastantes color canela (Sibley 2000; National Geographic 2006). Los sexos son similares en apariencia, pero la hembra promedia un tamaño corporal más grande así como de pico (pico del macho, 139 mm aprox; pico de la hembra, 170 mm aprox.). Conserva la misma coloración de plumaje a través del año (Chandler 1989; Paulson 2003). El peso del ave en el macho promedia 640.1 gr (rango 445-792, n=12) y en la hembra 758.6 g (rango 630-951, n = 14). Figura 1a.

Distribución

Se encuentra exclusivamente en el continente Americano. Figura 1b.

Rango reproductivo: Se reproduce en el Sur de Canadá desde la Columbia Británica hasta Manitoba, prácticamente en todos los estados del centro y oeste de E.U.A. a excepción de Arizona (Washington, Oregon, Idaho, California, Nevada, Utah, Montana, Wyoming, Dakota del Norte, Nebraska, Colorado, Kansas, Nuevo Mexico y Noroeste de Texas (AOU 1998; Dugger y Dugger 2002).



Rango invernal: pasa el invierno en California, Texas, Florida y Louisiana en E.U.A., México y es irregular a través de centro América hasta Honduras y Costa Rica. En 1984 se obtuvo el registro más sureño de la especie y fue en Venezuela (Mcneil *et al.* 1985; AOU 1998).

En México: es transeúnte común y visitante invernal en Baja California y la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Colima. Se le encuentra también en la costa del Atlántico, desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán. Unos pocos pasan el verano en ambas costas. Se le observa pocas veces en el interior, los registros sugieren que ocurre localmente por debajo de los 2,500 msnm desde el sur de Michoacán y México (Howell 1995; Dugger y Dugger 2002).

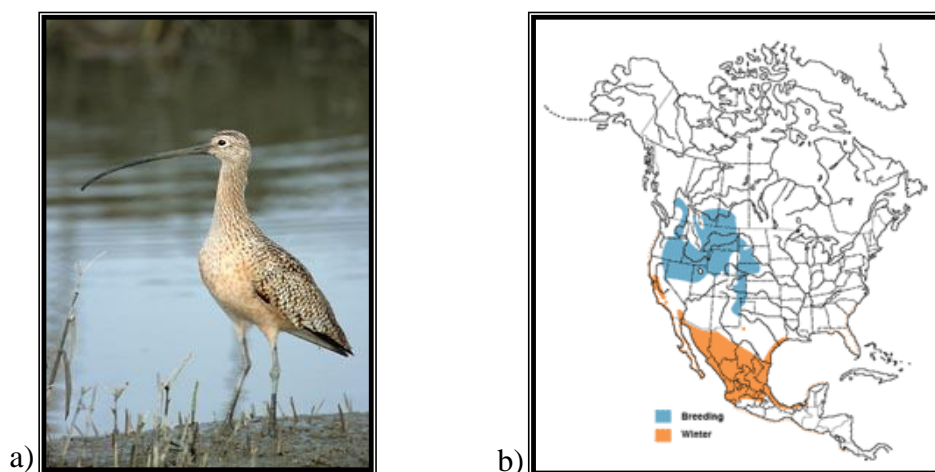


Figura 1. a) Zarapito pico largo *Numenius americanus*; b) Rango de distribución de la especie.



ZONA DE ESTUDIO

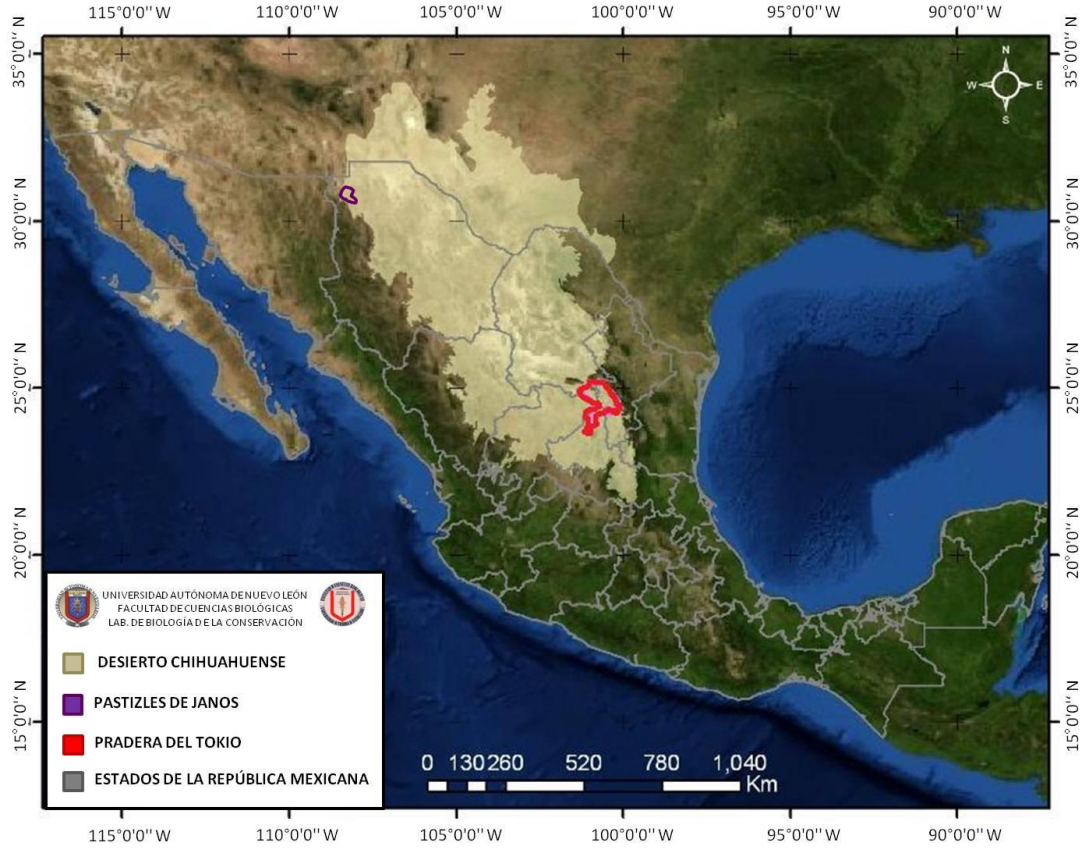


Figura 2. Localización de las áreas de trabajo: pastizales de Janos, Chih. ubicados dentro del extremo Noroeste y Pradera de Tokio, situada dentro del extremo Sureste del Desierto Chihuahuense.



Pastizales del Desierto Chihuahuense

La ecoregión del desierto chihuahuense abarca alrededor de 70 millones de hectáreas que ocupan en México, gran parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, grandes porciones de Nuevo León y San Luis Potosí así como áreas significativas de Texas y Nuevo México en los EUA (Cotera *et al.* 2004). Figura 2.

Aunque los pastizales comprenden una pequeña parte del desierto chihuahuense, son esenciales para la diversidad biológica de la ecoregión, ya que dan soporte a los procesos ecológicos críticos, tienen alto endemismo y sustentan una alta diversidad de plantas y animales (Dinerstein *et al.* 2000; Desmond y Atchley 2006). Estudios recientes confirman al desierto chihuahuense como una de las áreas más importantes en biodiversidad de aves a nivel nacional (Manzano-Fischer *et al.* 2006).

Los pastizales del desierto chihuahuense son un mosaico discontinuo de matorral desértico y pastizal. Este tipo de hábitat naturalmente entremezclado y fragmentado contiene una alta diversidad de flora y fauna. Los suelos son igualmente variables, con bajo contenido de materia orgánica y altas cantidades de carbonato de calcio en los suelos aluviales depositados en las depresiones, playas y bolsones (Schmutz *et al.* 1991).

Este ecosistema se presenta como pastizales abiertos y mezclados con arbustos xerófitos y suculentos. La vegetación en las bajadas, mesas y a pie de monte, está caracterizada típicamente por diversos pastos perennes. Las especies más comunes son: navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), navajita velluda (*B. hirsuta*), banderilla (*B. curtipendula*), navajita azul (*B. gracilis*), zacate pradera (*Eragrostis intermedia*), zacate aparejo (*Muhlenbergia porteri*, *M. setifolia*), zacate galleta (*Pleuraphis jamesii*), toboso (*P. mutica*) y zacaton alcalino (*Sporobolus airoides*). Las especies suculentas incluyen al sotol, agave, yucca y nopales y las arbustivas gobernadora y mezquite principalmente. La vegetación en las depresiones es dominada por zacate toboso y otras gramíneas tales como zacate triguillo (*Pascopyrum smithii*), zacate guía (*Panicum obtusum*) y zacaton alcalino (Dinerstein *et al.* 2000; NatureServe 2004).



Debido a su importancia ecológica, esta ecoregión ha sido considerada como uno de los desiertos prioritarios a nivel mundial. Las amenazas respecto a la conservación de hábitat incluyen el drenado de humedales, las represas en ríos y sus tributarios, la invasión de especies exóticas, la supresión de los patrones naturales del fuego, practicas ganaderas inadecuadas y la minería (ECOPAD 2007). Del total de la superficie del desierto Chihuahuense, solo el 2.5% está bajo protección formal por el gobierno federal a través de ANP's. Los hábitat de pastizales en la ecoregión han sido identificados y priorizados para su conservación por el World Wildlife Found. La Comisión para la Cooperación Ambiental y The Nature Conservancy, han identificado las áreas de los pastizales prioritarios para su conservación a nivel trinacional (Canadá, USA, México). Además organizaciones no gubernamentales mexicanas como Pronatura NE y Profauna, también han identificado y están trabajando en áreas de pastizales que consideran prioritarias para su conservación, principalmente con esquemas de colaboración con los tenedores de la tierra (ECOPAD 2007).

- **Pradera de Tokio, N. L., Coah., Zac., S.L.P. (24° 30' 32" N / 100° 41' 31" W)**

Descripción. El área de estudio está localizada en la sub-provincia Sierra y Llanuras Occidentales, un componente de la Sierra Madre Oriental. Tiene una superficie de aproximadamente 245,000 ha y comprende el noreste del país en la convergencia limítrofe de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Figura 2). La altitud es de 1,800 a 2,000 msnm (Cotera y Scott 2000).

Vegetación. La comunidad vegetal principal es el pastizal halófilo albergando especies como zacate salino (*Muhlenbergia villiflora*), zacate aparejo (*M. repens*), zacate toboso (*Hilaria mutica*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), hierba reuma (*Frankenia gypsophila*), *Dalea gypsophila*, mostacilla fresca (*Nerisyrenia glacilis*), *Lepidium montanum*, costilla de vaca (*Atriplex sp.*), *Sauceda sp.*, y algunas plantas arbustivas como el panalero (*Lycium berlandieri*) y la corona de cristo (*Koeberlinia spinos*); pero también se encuentran comunidades vegetales como matorrales micrófilos y matorrales rosetófilos (Johnston 1963; Rojas-Mendoza 1965; Cotera y Scott 2000; Scott-Morales *et al.* 2004; Cruz-Nieto 2006; Rivera 2006).



AICA NE-36. Se han registrado 33 especies de aves, de las cuales 55% son residentes permanentes, 9% residentes de invierno, 3% residentes de verano y 33% no tienen una estacionalidad definida. El área tiene una importancia como corredor biológico que actualmente no se encuentra bajo un esquema de protección o como área natural protegida. La modificación del entorno natural se debe a las prácticas de manejo inadecuadas. Las especies de mayor relevancia son el perro de las praderas, zorra norteña, el tlalcoyote, águila real, tecolote llanero y algunas cactáceas. Se presentan especies endémicas de pastizales y comunidades gipsófilas. Se considera MEX-1, por la presencia de *Aquila chrysaetos* y *Athene cunicularia* (Cotera y Scott 2000).

El llano de “La Soledad” en el municipio de Galeana, Nuevo León (Latitud 24° 49' N y Longitud 100° 41' W) es parte del sistema de áreas naturales protegidas a nivel estatal (Periódico Oficial 2002), este a su vez representa un hábitat en buen estado de conservación y sin efecto aparente por la agricultura. El Llano de la Soledad es parte del Área de Importancia para la Conservación de las “Praderas del Tokio” así como un Sitio en categoría de Importancia Internacional para la conservación de las Aves Playeras (Del Coro-Arizmendi y Márquez 2000; WHSRN 2005). Fotos 1 y 2.

- **Janos-Nuevo Casas Grandes, Chihuahua (30° 46' 31'' N / 108° 27' 25'' W)**

Descripción. Se localiza en los pastizales y matorrales del sureste de la Sierra Madre Occidental, en el estado de Chihuahua a 75 Km aproximadamente del límite con EUA (Figura 2). Comprende una superficie de 99,090 ha y un rango altitudinal de entre 1,000 y 3,000 msnm. El área se extiende al oeste y al norte al matorral árido del desierto chihuahuense y al sur y al este a la vertiente de la Sierra Madre Occidental. El clima es árido con verano cálido e invierno frío. La precipitación anual promedio es de 307 mm con la mayoría de las lluvias en julio y agosto, algunas aisladas durante el invierno (Manzano-Fisher *et al.* 2000).



Vegetación. Domina el pastizal con *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Fouquieria splendens* entre otras especies. Existen parches aislados de choya (*Oppuntia* spp.), yucca (*Yucca* spp.) y efedra (*Ephedra trifurca*) en los pastizales y algunos mesquites (*Prosopis* spp). También se puede encontrar vegetación acuática y riparia y el ecotono de bosque de coníferas y encino-pastizal (Manzano-Fisher *et al.* 2000).

Amenazas. Ganadería, sobrepastoreo, agricultura, uso de pesticidas, abono, transformación de uso del suelo, desarrollo urbano y cacería furtiva (Manzano-Fisher *et al.* 2000).

Uso de la tierra. Agricultura (Frijol, maíz, sorgo, trigo) y ganadería. (Manzano-Fisher *et al.* 2000).

AICA 133. Es una de las praderas americanas en mejores condiciones de conservación y con una amplitud relativamente importante, dado el estado de este bioma en el país. Posee la colonia más importante de perros de las praderas del mundo. Se han registrado 203 sp de aves, las poblaciones de aves de pastizal han declinado más que muchos otros grupos y en el área de Janos se encuentran algunas de las especies incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-ECOL-059: *Athene cunicularia*, *Aquila chrysaetos*, *Circus cyaneus*, *Haliaeetus leucocephalus*, *Falco mexicanus*, *F. peregrinus*, *Bubo virginianus*, *Assio flammeus*, *Vermivora luciae*, *Accipiter striatus*, *Parabuteo unicinctus* y *Falco columbarius*. Se considera G1 por la presencia de *Charadrius montanus* (Manzano-Fisher *et al.* 2000). Fotos 3 y 4.



JUSTIFICACIÓN

El zarapito pico largo fue identificado como una especie de prioridad nacional e internacional para la conservación por el U.S. Fish and Wildlife Service. La especie tiene la triste distinción de ser una de las especies más amenazadas de aves playeras en el continente debido a la constante disminución de sus poblaciones a través de su rango. Las designaciones siguientes muestran la preocupación generalizada por su conservación: Lista Roja de la IUCN desde 2006 hasta la fecha, altamente amenazada por el Plan de Conservación de Aves Playeras (EUA y Canadá), Ave de preocupación para la Conservación por el U.S. Fish and Wildlife Service, especie de preocupación especial para el Canadian Wildlife Service y status de Casi Amenazada por la Birdlife International Región Chihuahua. Esta especie comparte su hábitat con un buen número de aves de pastizal de especial preocupación a nivel continental como el chorlito llanero (*Charadrius montanus*) y la lechuza pozera (*Athene cunicularia*). El zarapito pico largo anida, migra e inverna a través de múltiples rangos geográficos, por lo que para poder establecer medidas de conservación se requiere de la cooperación de entidades locales, nacionales e internacionales. Si bien la especie ha sido estudiada en sus diferentes aspectos ecológicos en Canadá y Estados Unidos, aquí en México no existe ningún estudio específico sobre la especie; de lo anterior deriva la justificación del presente trabajo: aportar información útil y complementaria que permitan establecer medidas de conservación a nivel trinacional.



HIPOTESIS

Las hipótesis planteadas son:

- 1.- Las densidades poblacionales del zarapito pico largo serán significativamente diferentes en ambos complejos de pastizales, además las poblaciones no estarán restringidas a un solo tipo de hábitat.
2. La estructura del hábitat utilizado por los zarapitos, está dada en función de la protección que pueda brindar a las aves más que por una afinidad a ciertas especies vegetales; así mismo la cobertura vegetal será mayor al 50%.
3. Debido a las características de hábitat en ambas regiones, la dieta invernal del zarapito pico largo será significativamente diferente en ambas zonas de trabajo.
4. La dieta invernal del zarapito pico largo estará mayormente representada (>50%) por el grupo de los invertebrados.



OBJETIVO GENERAL

Conocer la ecología invernal del zarapito pico largo en los dos hábitats propuestos del desierto Chihuahuense y así poder establecer estrategias y medidas de conservación para la especie.

Objetivos Particulares

1. Realizar censos invernales en ambos complejos de pastizales, para determinar su tamaño poblacional.
2. Conocer la dieta invernal mediante el análisis de regurgitaciones (pellets).
3. Determinar el uso del hábitat invernal en términos de sitios de dormideros, abrevaderos y de forrajeo.
4. Establecer movimientos locales y migratorios de la especie así como evaluar la fidelidad hacia sus sitios invernales y reproductivos utilizando tecnología de telemetría satelital.
5. Caracterización de hábitat que nos permita corroborar las especies presentes y determinar si existe algún tipo de asociación del ave hacia ellas.
6. Identificar amenazas en sus sitios invernales.



CAPÍTULO I

DENSIDAD DE POBLACIONES INVERNALES DEL ZARAPITO PICO LARGO *Numenius americanus*, EN JANOS, CHIH. Y LA SOLEDAD, N.L.

1.1 RESUMEN

Realizar estimaciones de abundancia y densidad de aves provee un fundamento para determinar tamaños poblacionales y asociaciones de hábitats. Un punto clave es la detectabilidad ya que ésta varía en función de la presencia de especies en relación con la distancia de la ruta de observación, condiciones del hábitat, habilidad del observador y variables ambientales como vientos, precipitación y ángulo del sol. Se muestrearon mensualmente durante dos periodos invernales 40 transectos al azar en cada una de las dos áreas de estudio mediante el método de Distancia. Se obtuvo una densidad invernal promedio para los pastizales de la Soledad, N.L. de 400 individuos mientras que para los pastizales de Janos en Chih. fue de 655 individuos. Paralelamente se tomaron los registros del mayor número de individuos en una sola parvada en ambas localidades siendo de 3,500 aves en La Soledad y de 790 en Janos.



1.2 INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha surgido un creciente interés en Norte América por el estado poblacional de diferentes grupos de aves, por lo que ha sido necesario el desarrollo inmediato de metodologías y programas específicos para el monitoreo de las poblaciones.

El tamaño poblacional ha sido utilizado a menudo por los biólogos como una medida de la salud de una especie (Lack 1954; Hutchinson 1978). Diversos métodos para la estimación de tamaños poblacionales de diferentes grupos ornitológicos se han detallado en libros y manuales como los de Ralph y Scott (1981), Cooperrider *et al.* (1986), Koskimies y Vaisanen (1991), Bibby *et al.* (2000) entre otros. Sin embargo, el tamaño de la población es una herramienta retrospectiva que nos indica la existencia de un cambio poblacional únicamente cuando éste ha tenido ya lugar (Ralph 1996).

Los conteos de aves observadas, escuchadas o capturadas así como la estimación de sus densidades han sido comúnmente utilizados para elucidar relaciones ave-hábitat, investigar respuestas de las poblaciones de aves hacia tratamientos de manejo o disturbios ambientales, estimación de distribución espacio-temporal y monitoreo de tendencias poblacionales (Thompson 2002; Norvell *et al.* 2003; Simons *et al.* 2007). Lograr lo anterior con la mayor precisión y exactitud posible resulta crítico para tomar decisiones acertadas de manejo y conservación.

En el caso de las estimaciones poblacionales de aves playeras (grupo al cual pertenece el zarapito pico largo), la mayor parte de la información está basada en estudios costeros a lo largo de las rutas migratorias del Atlántico y Pacífico. Numerosas especies anidan en el ártico y muchas de ellas invernán en Sur América, un gran número de esos individuos migran anualmente a través del interior de Norte América por lo que es importante conocer también las dinámicas poblacionales que ocurren en los sitios interiores (Norling *et al.* 2012).



1.3 ANTECEDENTES

Estimación de Abundancias de Aves

Existen diferentes métodos para llevarlo a cabo, entre ellos se pueden mencionar puntos de conteo, transectos, captura-recaptura, búsqueda intensiva de nidos, mapeo por parcelas entre otros (Emlen 1971; Ralph *et al.* 1996; Bibby *et al.* 2000) cada uno con sus supuestos, ventajas y desventajas.

Un punto clave es la detectabilidad ya que ésta varía en función de la presencia de especies en relación con la distancia de la ruta de observación, condiciones del hábitat, habilidad del observador y variables ambientales como vientos, precipitación y ángulo del sol. Los censos llevados a cabo sin los ajustes de detectabilidad, proporción de muestreo de hábitat disponible así como estimación de longitud de estadía y otros factores pueden desestimar significativamente la cantidad de especies e individuos presentes (Farmer y Durbian 2006).

Los puntos de conteo es uno de los métodos de muestreo más aceptado en el monitoreo de aves y es utilizado para estimar poblaciones a escala local y continental. Debido a que la detectabilidad no es estimada cuando se utilizan puntos de conteo o transectos, estos métodos proveen datos de abundancia relativa más que de densidad. Los índices de abundancia no pueden ser comparados entre especies debido a las diferencias en detectabilidad, sin embargo, los índices de abundancia relativa son generalmente aceptados como comparables entre conteos de la misma especie si las variaciones en la detectabilidad son controladas por medio de métodos de estandarización. Las fuentes de variación de la detectabilidad son numerosas. Aun así, si los métodos de conteo son combinados con métodos de muestreo a distancia será posible estimar probabilidades de detección y por consiguiente obtener de manera más real las densidades de aves (Somershoe *et al.* 2006).



Poblaciones de *Numenius americanus*

Conteos dentro de los EUA y Canadá han arrojado diferentes estimaciones a través de los años, una compilación de opiniones expertas ha sugerido una población reproductiva promedio de 123,500 individuos ($65,000 \pm 163,500$) en los 16 estados de la Unión Americana y las 3 provincias canadienses que abarcan el rango reproductivo de la especie. (Brown *et al.* 2001; Morrison *et al.* 2000; Stanley y Skagen 2007; Jones *et al.* 2008; Fellows y Jones 2009).

En cuanto al tamaño poblacional invernal de la especie, en EU se llevaron a cabo muestreos terrestres en la costa del Pacífico durante 3 años para determinar la distribución invernal, encontrando 4% de los individuos en las costas de Oregon y Washington, 9% en California, al norte de la Bahía de San Francisco, 49% en la Bahía de San Francisco y 38% entre ésta y la frontera con México. Conteos invernales muestran una población promedio en la costa Oeste de 4,571 individuos ($3,000 \pm 7,500$) (Page *et al.* 1979; Page *et al.* 1997, Shuford *et al.* 1998; Brown *et al.* 2000). Sprandel en el 2000 estudió su distribución en la costa de Florida mientras que Brush en 1995 hace alusión a la especie en la Laguna Madre de Texas.

México

A la fecha no existe un dato real de la población invernal en nuestro país, Fellows y Jones (2009) estiman que podría ser de 60,000 individuos aproximadamente; las abundancias reportadas para la especie dentro de México no se desprenden de estudios enfocados específicamente a obtener estos datos, más bien están incluidas dentro de conteos y listados de aves en general. Es sabido que la especie pasa el invierno tanto en las costas como en los pastizales del norte de México y que las dinámicas poblacionales en ambos tipos de hábitat son diferentes, mientras que en las costas tienden a permanecer separados o en pequeños grupos en los pastizales se congregan en grupos de cientos o hasta miles de individuos.



Para el caso de las costas se han llevado a cabo muestreos aéreos encontrando 445 individuos cercanos a Baja California, 384 en el NO de México, 34 en la costa SO y 27 en la costa del Golfo de México (Morrison *et al.* 1992, 1993). Olalla (2003), en su estudio sobre aves playeras de la Laguna Madre de Tamaulipas, hace referencia a la presencia de 168 individuos de la especie de interés. Durante el conteo del Christmas Bird Count de 2004 se contabilizaron 304 aves en Ensenada, BC; 174 en Rio Corona, Tamaulipas; 60 en Puerto Peñasco y 5 en San Carlos, Sonora; 26 en la costa central de Veracruz; 9 en el Delta del Río Colorado y 3 en San Blas, Nayarit (Audubon Science Christmas Bird Count 2005).

Hacia el interior de México, se han tenido datos esporádicos, principalmente durante los conteos navideños de 1997 a 2003 en los pastizales de Janos, se encontraron numerosas parvadas registrándose una de 291 individuos en Diciembre de 2001, (Dieni *et al.* 2003); Salinas (2006) llevó a cabo un conteo sobre tres especies (*Numenius americanus*, *Athene cunicularia* y *Charadrius montanus*) en 7 localidades de Janos, Chihuahua, reportando un total de 252 individuos de zarapito pico largo.

Específicamente en el Llano La Soledad, dentro de la pradera El Tokio en Nuevo León, se tienen registros de hasta 6,000 individuos durante la temporada invernal (FCB-UANL 2005). Se cree que en este sitio se concentran aproximadamente el 15 % de la población mundial estimada del zarapito pico largo y el 8.3% de la población mundial de chorlitos llaneros (WSHRN 2005; Morrison *et al.* 2006; Jones *et al.* 2008; Fellows y Jones 2009; González-Rojas *et al.* 2009); sin embargo no hay estudios cuantitativos y robustos sobre los sitios de invernación en el interior de México y es una de las prioridades de investigación para esta especie (Dugger y Dugger 2002; Fellows y Jones 2009).



1.4 MÉTODOS

1.4.1 Mapeo del Área de Estudio

- Basándose en estudios anteriores, observaciones personales, SIG de colonias de perritos llaneros, áreas de pastizal, zonas de cultivo y mediante el análisis de imágenes satelitales, se elaboró un mapa (coordenadas UTM Datum y Elipsoide: WGS84) donde se estableció el hábitat potencial para el LBCU en las dos zonas de muestreo (Figuras 3 y 4).

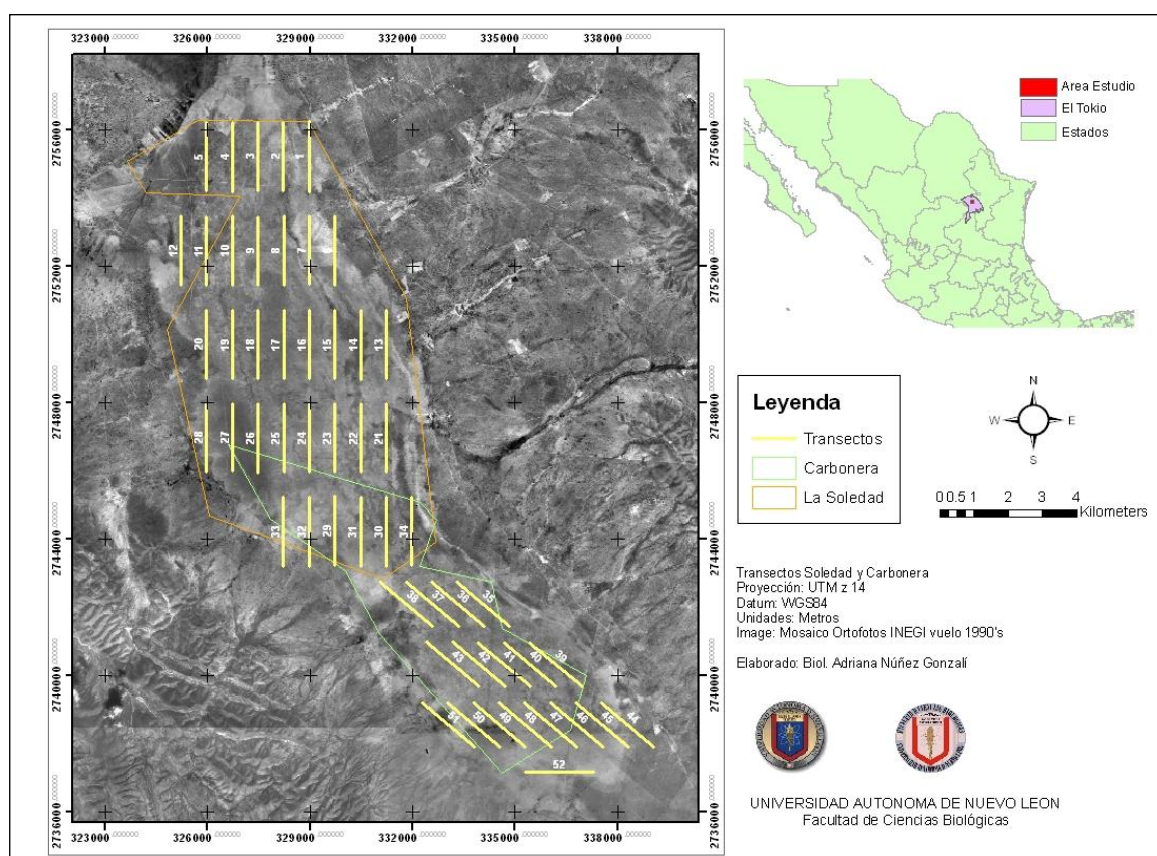


Figura 3. Transectos muestreados en el área de La Soledad durante las temporadas invernales 2007-2008 y 2008-2009.



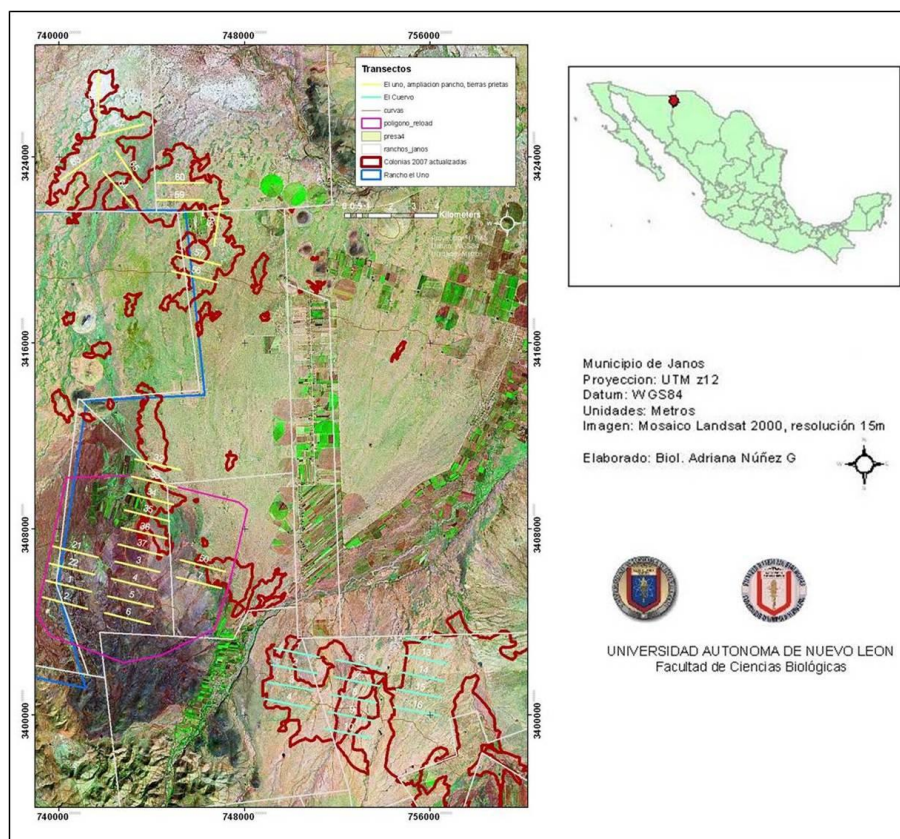


Figura 4. Transectos muestreados en el área de Janos durante las temporadas invernales 2007-2008 y 2008-2009.

1.4.2 Tamaño Poblacional

- Los muestreos se llevaron a cabo dentro de los periodos invernales de octubre a marzo de 2007-2008 y 2008-2009.
- Se realizaron salidas mensuales (N.L. y Chih.) con una duración de 10 días c/u para dar un total de 24 salidas.
- Los mapas generados por Arc View mostraron 65 posibles transectos para Janos y 52 para La Soledad, de los cuales se seleccionaron 40 transectos al azar para cada sitio. Cada transecto tuvo una longitud de 2 km, con un área buffer de 350 m. a cada lado, resultando un área muestreada de 140 ha por transecto en cada zona. Los transectos fueron censados según lo descrito por Ralph (1996). Mediante el Distance versión 5.0 (Thomas *et al.* 2006) se calculó la densidad real de aves por hectárea.



- Para analizar los datos utilizando el programa Distance 5.0, utilizamos la metodología descrita por Smith y Lamolino (2004); las detecciones fueron agrupados en cinco intervalos o anchos de banda: 0 a 10 m, 10 a 25 m, 25 a 50 m, 50 a 100 m, 100 a 150 m, todas aquellas detecciones por arriba de los 150 m fueron truncadas o descartadas.
- El criterio de selección de modelos generados por el programa Distance fue el valor AIC (Akaike Information Criterion) más bajo (Buckland *et al.* 2001). En base al modelo elegido se obtuvieron valores medios (\pm 95% IC y CV) de densidad o individuos/h (DS), densidad de agrupaciones/ha (D), individuos en el área (N), probabilidad de detección (p) y ancho efectivo de detección (AED, m).
- Los transectos fueron muestreados en cada salida y los conteos se llevaron a cabo desde el amanecer hasta 5 horas después del mismo. Los transectos fueron recorridos a pie y en silencio sobre la línea imaginaria marcada por el GPS y haciendo paradas breves al observar una ave a simple vista o con los binoculares. Los datos se tomaron de la siguiente manera: fecha, hora de inicio, distancia sobre la línea y distancia perpendicular a la que se encuentra el ave, orientación, actividad y hora final (Fotos 5 y 6).
- Se aplicó la prueba de Wald-Wolfowitz de varianza en la densidad (Canavos 1988) para determinar si existe o no una diferencia significativa entre las densidades poblacionales de ambas temporadas en cada sitio de muestreo, según la siguiente fórmula:

$$z = (D1-D2)/(RAIZ(SE(D1)^2+SE(D2)^2))$$

En donde D1 y D2 son las densidades de individuos por hectárea encada temporada y SE es el error estándar.



1.5 RESULTADOS

1.5.1 Tamaño Poblacional

Se obtuvieron 47 detecciones con 645 individuos para el área de La Soledad mientras que para Janos se obtuvieron 99 detecciones y 911 individuos en el primer período invernal (octubre 2007 - marzo 2008). En lo que respecta a la segunda temporada invernal (octubre 2008 - febrero 2009), La Soledad experimento un incremento en 130 individuos, mientras que para Janos el número de individuos detectado bajó a 595. En la Tabla 1, se describen los avistamientos realizados por mes.

Tabla 1. Número de registros e individuos de *Numenius americanus* detectados dentro de los transectos.

Meses	Janos		La Soledad	
	Detecciones	Ind.	Detecciones	Ind.
Octubre 2007	12	201	10	125
Noviembre 2007	35	443	18	279
Diciembre 2007	19	173	7	64
Enero 2008	22	77	10	160
Febrero 2008	7	13	1	11
Marzo 2008	4	4	1	6
Σ 2007-2008	99	911	47	645
Octubre 2008	8	165	22	399
Noviembre 2008	2	50	19	302
Diciembre 2008	4	69	5	55
Enero 2009	1	40	1	3
Febrero 2009	12	271	5	16
Σ 2008-2009	27	595	52	775

Al realizar un análisis de los 40 transectos muestreados en cada zona durante los dos años encontramos que es durante el primer período y en ambos sitios que las aves se encontraron más dispersas en el área ya que para Janos se obtuvieron registros en el 80% de los transectos (32) y en La Soledad en el 67.5% (27). Durante el segundo período se observó un patrón diferente ya que en el caso de Janos se obtuvo solamente un 20% de transectos con detecciones mientras que en La Soledad bajó también a un 35%.



Podría pensarse que debido a la disminución en el número de transectos con detecciones entre un año y otro, disminuiría también el número total de individuos observados. En el caso de Janos lo anterior resulta cierto ya que las detecciones bajaron de 99 a 27 y por consiguiente el número de individuos bajó de 911 a 595, pero por el contrario en La Soledad a pesar de la reducción en el número de transectos con registros, aumentó el número de detecciones de 47 a 52 y el número de individuos de 645 a 775. Lo anterior puede explicarse con el hecho de que los grupos de aves observadas en el segundo período se encontraban más cercanos entre sí además de ser ligeramente más numerosos que en el período anterior.

Parvadas extra

La Soledad

Se obtuvieron también importantes avistamientos de zarapitos pico largo (*N. americanus*) en siete sitios localizados fuera del área de La Soledad y uno dentro de la ANP: a) La Hediondilla que es una presa de agua para uso ganadero localizada a una distancia estimada de 8 km del área de estudio y mide aproximadamente 50 x 100 m; tres ejidos denominados b) El Erial, c) San Rafael y d) San José del Alamito, e) un camino pavimentado que comunica al ejido El Uno con la Hediondilla, f) un camino de terracería que comunica a la comunidad Hediondilla con el Llano de La Soledad y g) otra sección del ANP denominada La Trinidad.

Es al principio de la temporada invernal (octubre-noviembre) cuando se observa un número menor de parvadas pero mucho más numerosas que durante el resto del invierno debido a que la mayoría de la población invernante arriba al sitio de manera conjunta y más adelante se separa en grupos más pequeños, (la razón se discutirá en los capítulos II y III) (Tablas 2 y 3; Fotos 7 y 8).



Tabla 2. Registros extras de Zarapito pico largo (*Numenius americanus*) para el período 2007-2008. P= número de parvadas; I= máximo número de individuos observados en una sola parvada.

Localidad	15 – 28		19 – 23		15 – 19		18 – 24		22 – 25		17 – 18		Total	
	Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo			
	2007		2007		2007		2008		2008		2008			
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
Hediondilla	6	3,500	42	1,000	33	865	51	486	2	267	2	166	136	3,500
Erial	-	-	3	450	-	-	-	-	-	-	-	-	3	450
Uno – Hediondilla	-	-	-	-	2	38	2	20	-	-	-	-	4	38
San Rafael	-	-	-	-	-	-	-	-	1	15	-	-	1	15
TOTAL	6	3,500	45	1,000	35	865	53	486	3	267	2	166	144	3,500

Tabla 3. Registros extras de Zarapito pico largo (*Numenius americanus*) para el período 2008-2009. P= número de parvadas; I= máximo número de individuos observados en una sola parvada.

Localidad	30 – 31		1 – 8		12		6 – 18		19 – 21		Total	
	octubre		noviembre		diciembre		enero		febrero			
	2008		2008		2008		2009		2009			
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
Soledad	5	350	41	200	-	-	-	-	-	-	46	350
Hediondilla – Soledad	10	750	6	350	-	-	-	-	-	-	16	750
Hediondilla	7	810	5	380	-	-	2	60	3	45	17	810
San José del Alamito	-	-	13	132	-	-	-	-	-	-	13	132
Trinidad	-	-	-	-	8	250	-	-	-	-	8	250
TOTAL	22	810	65	380	8	250	2	60	3	45	100	810



Janos

Al igual que en Nuevo León, se obtuvieron también importantes avistamientos de zarapitos en Janos, estas parvadas fueron registradas en nueve sitios: 6 localidades denominadas a) Tierras Prietas, b) Ampliación Pancho Villa, c) Cabecera, d) San Pedro, e) Graciano Sánchez y f) Asención, 2 comunidades menonitas llamadas g) Las Virginias y h) El Cuervo, así como en i) 1 cultivo de alfalfa localizado entre San Pedro y Las Virginias. En este caso, las mayores parvadas se presentan también al principio de la temporada invernal pero disminuyen drásticamente conforme avanzan los meses. (Tablas 4 y 5; Fotos 9,10 y 11).

Tabla 4. Registros extras de Zarapito pico largo (*Numenius americanus*) para el período 2007-2008. P= número de parvadas; I= máximo número de individuos observados en una sola parvada.

Localidad	25 – 27 octubre 2007		16 – 19 noviembre 2007		19 – 21 diciembre 2007		17 enero 2008		25 febrero 2008		Total	
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
	Tierras Prietas	4	700	2	355	-	-	-	-	-	-	6
Ampl. Pancho Villa	-	-	1	14	-	-	-	-	-	-	1	14
El Cuervo	-	-	2	22	5	40	-	-	-	-	7	40
Cabecera	-	-	-	-	-	-	1	11	1	1	2	11
TOTAL	4	700	5	355	5	40	1	11	1	1	16	700

Tabla 5. Registros extras de Zarapito pico largo (*Numenius americanus*) para el período 2008-2009. P= número de parvadas; I= máximo número de individuos observados en una sola parvada.

Localidad	26 – 31 octubre 2008		17 noviembre 2008		16 diciembre 2008		12 enero 2009		Total	
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
	San Pedro	1	500	-	-	-	-	-	-	1
Cultivo alfalfa	3	790	-	-	1	100	-	-	4	790
Virginias	-	-	2	30	5	40	-	-	7	40
Graciano Sánchez	-	-	-	-	-	-	1	50	1	50
Asención	-	-	-	-	-	-	1	15	1	15
TOTAL	4	790	2	30	6	100	2	50	14	790



1.5.2 Análisis con Distance 5.0

La Soledad

Los datos se ajustaron al mismo modelo en las dos temporadas (Tabla 6) y de acuerdo con estos modelos, se calculan $417 \pm 25\%$ individuos para la temporada invernal 2007-2008 y $384 \pm 36\%$ para la temporada 2008-2009, la especie presenta un ancho efectivo de detección dentro de los transectos de entre 50 y 150 m.

Tabla 6. Modelo seleccionado, individuos en el área y ancho efectivo de detección. AIC= Akaike Information Criterion; D= densidad de individuos por hectárea; IC=intervalos de confianza; N=número de individuos en toda el área; CV=coeficiente de variación; AED= ancho efectivo de detección.

Período Invernal	Modelo	AIC	D	95% IC (D)	N	95% IC (N)	CV (%)	ES	AED (m)
2007-2008	Uniforme /	80.486	0.037	0.023 -	417	251-	25.84	0.009	÷ 50 y 120
	Coseno			0.063		692			
2008-2009	Uniforme /	80.486	0.034	0.017 -	384	190 -	36.18	0.012	÷ 100 y 150
	Coseno			0.071		777			

Janos

Los datos se ajustaron a dos modelos diferentes, uno para cada temporada (Tabla 7) y de acuerdo con estos modelos, en esta área se cuenta con $534 \pm 22\%$ individuos para la temporada invernal 2007-2008 y con $927 \pm 49\%$ para la temporada 2008-2009, la especie presenta un ancho efectivo de detección dentro de los transectos de entre 50 y 100 m.

Tabla 7. Modelo seleccionado, individuos en el área y ancho efectivo de detección. AIC= Akaike Information Criterion; D= densidad de individuos por hectárea; IC=intervalos de confianza; N=número de individuos en toda el área; CV=coeficiente de variación; AED= ancho efectivo de detección.

Período Invernal	Modelo	AIC	D	95% IC (D)	N	95% IC (N)	CV (%)	ES	AED (m)
2007-2008	Uniforme /	199.168	0.058	0.038 -	534	344 -	22.37	0.009	÷ 50 y 120
	Coseno			0.091		828			
2008-2009	Tasa de riesgo /	64.701	0.101	0.041 -	927	371 -	48.49	0.012	÷ 100 y 150
	Coseno			0.255		2320			



Prueba de Wald-Wolfowitz

Al comparar las poblaciones invernales de las temporadas 2007-2008 vs 2008-2009 de las localidades de La Soledad, N.L. y Janos, Chih., se encontró que no existe diferencia significativa en ninguno de los casos (N.L. $z_c 0.221$, $z_{tab} 0.416$, $p \leq 0.05$ / Chih. $z_c -0.849$, $z_{tab} 0.209$, $p \leq 0.05$).

En la figura 5 se muestran los intervalos de confianza de las densidades de individuos por hectárea estimados para cada temporada invernal, los resultados obtenidos confirman que no existe diferencia entre las densidades poblacionales de las temporadas invernales 2007-2008 vs 2008-2009 en ambas zonas de estudio.

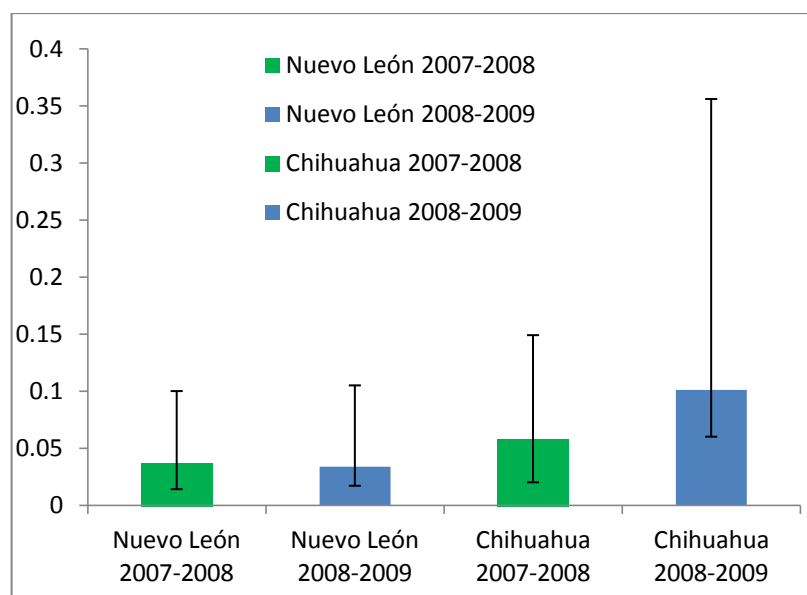


Figura 5. Índices de coeficiente de variación para las densidades poblacionales de zarapitos pico largo en Janos, Chih., y La Soledad, N.L. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.



1.6 DISCUSIONES

Se ha sugerido que los muestreos invernales pueden ser más apropiados para determinar la población global de cierta especie ya que las aves se encuentran congregadas y relativamente inmóviles (Morrison *et al.* 2006; Oring 2006), sin embargo deben tomarse en cuenta ciertos aspectos. De acuerdo a Farmer y Durbian (2006), los censos llevados a cabo sin los ajustes de detectabilidad y proporción de muestreo de hábitat disponible entre otros factores pueden desestimar significativamente la cantidad de especies e individuos estimados en un sitio dado.

Es de suma importancia durante el diseño del muestreo proveer de un método que proporcione un estimado poblacional lo más preciso posible y algo muy útil es calcular los límites de confianza del 95%; al llevar a cabo un muestreo bajo la metodología del Distance, el programa calcula automáticamente éstos límites, incrementa la precisión de las densidades estimadas y permite extrapolar esa densidad a otras áreas. Dos de los métodos más utilizados en el censo de aves son los puntos de conteo y los transectos, en resumen los primeros son mejores cuando se trabaja en sitios de vegetación cerrada y que presentan gran cantidad de especies e individuos, los transectos son ideales para hábitats abiertos y uniformes y son de utilidad cuando el objetivo es enfocarse en una sola o unas pocas especies (Bibby *et al.* 1998).

En base a lo anterior y a las características de vegetación tanto de Janos como de La Soledad ya descritas en la sección de Zona de Estudio, se utilizaron los transectos con distancia para determinar las poblaciones invernales de zarapitos pico largo, el muestreo se diseñó para asegurar que los cuatro supuestos del modelo (Buckland *et al.* 2001) fueran cumplidos: 1) los transectos fueron colocados al azar en relación a la distribución de las aves, 2) todas las aves sobre el transecto fueron detectadas, 3) las aves fueron detectadas en su posición inicial, antes de cualquier movimiento derivado de la presencia del observador, y 4) las distancias a las aves fueron medidas con exactitud.



Al analizar los resultados obtenidos, si tomamos en cuenta que en ambos complejos de pastizales el número de individuos registrados en los transectos fue mayor que la densidad estimada para toda el área y que ésta última fue considerablemente menor al número máximo de individuos observados en una sola parvada (observaciones extra), se podría interpretar de entrada que el programa Distance subestima las poblaciones invernales de zarapitos pico largo tanto en los pastizales de La Soledad en Nuevo León como en Janos, Chihuahua.

Hay que recordar que los transectos muestreados fueron los mismos a través de toda la temporada invernal y se llevaron a cabo sobre colonias de perritos llaneros, por lo que las densidades obtenidas por medio del programa Distance nos indican únicamente las poblaciones estimadas para las áreas incluidas en el muestreo, es decir las colonias de perritos llaneros.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el capítulo III: Uso de hábitat invernal, movimientos locales y migratorios del zarapito pico largo, mostraron que los zarapitos hacen uso de diferentes tipos de hábitats además de las colonias de perritos llaneros; inclusive la mayoría de las observaciones de las parvadas extras fueron realizadas fuera de colonias de perritos llaneros.

Si bien una de las bondades del programa Distance es que permite extrapolar los datos obtenidos a otras áreas no muestreadas, debido a que las condiciones de flora y fauna de invertebrados de cada uno de los hábitats utilizados son muy diferentes a las de las colonias de perritos llaneros (ver capítulo II) sería muy arriesgado extrapolar las densidades de zarapitos a estos sitios.

Durante todo el trabajo de campo del presente estudio (2007-2012), se observó que los zarapitos se congregan en un solo grupo en dos situaciones: por un lado hacen uso de dormideros comunales y por otro lado, todos los días aproximadamente a la misma hora acuden a presones ganaderos a beber (ver capítulo III).



A pesar de que los datos obtenidos a través de Distance son confiables y que se han reportado censos exitosos bajo la metodología de transectos con distancia en algunas especies de aves playeras como *Calidris ptilocnemis* en la región del Mar de Bering (Ruthrauff *et al.* 2012), debido a la capacidad de este grupo de aves de moverse en forma altamente numérica, se recomienda que el mejor método de muestreo para los zarapitos pico largo en su temporada invernal, sea el dirigido ya sea en dormideros, abrevaderos y zonas comunes de reposo (Bibby *et al.* 1998). Concordando con Sprandel *et al.* (2000), lo ideal es hacer un promedio de cada censo ya que utilizar únicamente las cantidades máximas de conteo pueden sobreexceder la cantidad promedio aún en sitio de alto uso y darnos una falsa idea de lo que sucede en esos sitios a lo largo de todo el año. .

La anterior recomendación está basada en los siguiente hechos: a) las cantidades de individuos obtenidos a través de los transectos, b) la densidad arrojada por Distance, c) la cantidad de individuos registrados en parvadas extra fuera de los muestreos, d) los zarapitos hacen uso de otros hábitats, e) la confirmación visual y por telemetría del uso de dormideros y abrevaderos comunales y finalmente f) los censos exitosos bajo la metodología de Distance como el de Ruthrauff *et al.* (2012) fue llevado a cabo durante la época reproductiva cuando los individuos se encuentran separados entre sí y no se desplazan tanto de un sitio a otro.

Según Jones *et al.* (2008) y Saunders (2001) quienes llevaron a cabo censos de zarapitos pico largo en EUA y Alberta (Canadá), utilizar métodos de muestreo probabilístico (i.e. muestreo aleatorio estratificado) minimizan la varianza en la muestra y por lo tanto se obtiene una mejor precisión en la estimación. En ambos casos se establecieron unidades de muestreo de 32 km de largo por 800 mts de ancho que fueron censados a lo largo de caminos y brechas haciendo paradas de 5 minutos cada 800 mts. Hay que recalcar que el objetivo de ambos estudios fue obtener la densidad de zarapitos en su rango reproductivo por lo que fueron llevados a cabo en las semanas previas al incubamiento, cuando las aves son más conspicuas y no se encuentran congregadas.



De acuerdo al trabajo de Norling *et al.* (2012), en campos de arroz inundados de Texas y Luisiana, puntos de conteo y muestreos dirigidos sobre el camino pueden permitir una estimación precisa de las especies y número de individuos presentes de aves playeras sin causar disturbios en las aves.

Un dato interesante registrado fue que en ambos sitios las mayores parvadas se presentan en los primeros meses de la temporada invernal y disminuyen conforme avanzan los meses. En el caso de La Soledad, aunque hay presencia de zarapitos durante toda la temporada invernal, las parvadas se hacen más pequeñas y se dispersan ampliamente a partir de los meses de enero y febrero (capítulos II y III); en contraste está Janos, que aunque también cuenta con grandes parvadas al inicio de la temporada, éstas disminuyen drásticamente al avanzar los meses, llegando incluso a desaparecer, lo cual sugiere que los pastizales de Janos no son un destino final de invernación sino más bien lugares de parada y descanso antes de continuar su migración.

Como ya se discutió, los mayores números de individuos se obtuvieron de los registros de parvadas extras (Soledad=3,500; Janos=790). Los únicos dos estudios que mencionan conteos de zarapitos en Janos son los de Dieni *et al.* (2003) y Salinas (2006), en los cuales mencionan un promedio de 272 individuos, dicha cantidad representa solamente el 35% de individuos registrados por el presente trabajo. En contraparte, para La Soledad en esta ocasión se registró el 58% de la población estimada previamente de 6,000 individuos (FCB-UANL 2005). Las fluctuaciones entre las estimaciones de los diferentes años en ambos sitios puede deberse a diferentes factores como lo son: superficie muestreada, tipo de muestreo, sesgo de observador, condiciones ambientales, etc.

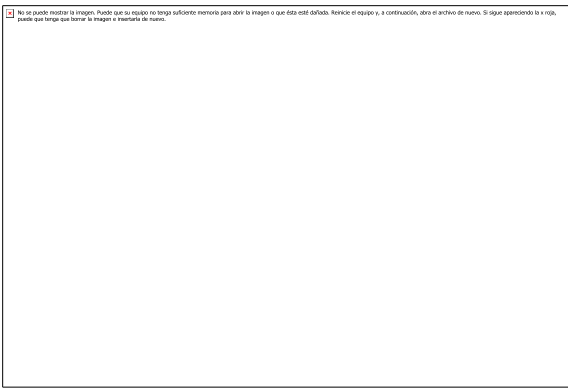
En base a los resultados obtenidos, un 3.47% de la población mundial estimada de zarapitos hicieron uso de los pastizales de Janos y La Soledad entre 2007 y 2009; Fellows y Jones (2009) sugieren que del total de la población mundial, aproximadamente unos 60, 000 individuos invernan en México (tanto en las costas como el interior del país), por lo que tanto La Soledad como Janos sostuvieron un 7.15% de dicha población invernal.



1.7 FOTOGRAFÍAS



Fotos 1 y 2. Pastizales de Janos, Chihuahua.



Fotos 3 y 4. Pastizales de La Soledad, Nuevo León.

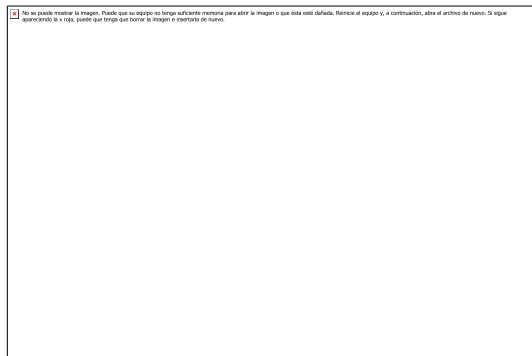


Fotos 5 y 6. Transecto muestreado durante el censo invernal.





Fotos 7 y 8. Concentraciones de zarapitos picos largos en La Soledad, Nuevo León.



Fotos 9, 10 y 11. Concentraciones de zarapitos picos largos en Janos, Chihuahua.



CAPÍTULO II

DIETA INVERNAL DEL ZARAPITO PICO LARGO *Numenius americanus*, EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE

2.1 RESUMEN

Para conocer la dieta invernal del zarapito pico largo se analizaron 210 egagrópolis (Janos, Chih.= 70; La Soledad, N.L.=140) identificando un total de 34 ítems alimenticios correspondientes a: 3 clases de artrópodos con 10 órdenes, 16 familias y 7 morfo especies; 1 clase de reptiles con 1 orden y 1 familia; 1 clase de plantas, 1 orden, 1 familia y 4 morfo especies. Se hizo un análisis de disponibilidad de alimento en N.L. mediante trampas pitfall así como redeo entomológico en tres tipos de hábitat; se colectaron 347 individuos pertenecientes a 15 familias o grupos. El hábitat de colonia de perrito fue el que presentó una mayor abundancia de invertebrados, sin embargo es el de vegetación secundaria el más diverso. Se estimó una biomasa de 20.78 gr. de invertebrados rastreros por cada 10 m² durante la temporada invernal mediante trampas pitfall y una biomasa de 64.73 gr. de invertebrados voladores por cada 10 m² durante la temporada invernal mediante redeo entomológico. Se realizó un análisis bromatológico a 4 ítems alimenticios para conocer el aporte energético que le brindan al ave. En base a esto se establece que la familia Acrididae es un elemento importante dentro de la dieta del zarapito pico largo ya que le proporciona los mayores porcentajes de minerales, proteína y grasa.



2.2 INTRODUCCIÓN

Los estudios del comportamiento de forrajeo y recursos alimenticios forman parte de un intento general por los biólogos para asociar el comportamiento, la distribución y abundancia de las aves a sus relaciones bióticas y abióticas, es decir, nos dan una idea de las relaciones ecológicas entre las aves y sus presas, el hábitat, estructura de la comunidad y la dinámica poblacional (Morrison *et al.* 1990; Leeman *et al.* 2001).

El deseo de comprender dichas relaciones ha llevado a responder preguntas sobre los requerimientos de hábitat como lo son la disponibilidad de alimento y el uso que le dan las aves a ese alimento.

En un inicio los trabajos sobre dietas en las aves se basaban en descripciones cualitativas sobre sus hábitats y sitios de forrajeo, posteriormente avanzaron hacia análisis más cuantitativos de los hábitos alimentarios, comportamientos de forrajeo y presas consumidas (Morrison *et al.* 1990).

En la actualidad, para conocer los hábitos alimenticios de las aves, los investigadores suelen hacer observaciones directas en campo, capturarlas y examinar sus contenidos estomacales ya sea por sacrificio o inducirles la regurgitación, análisis de excretas y dependiendo la especie, el estudio de egagrópilas o pellets (Isacch *et al.* 2005); estas últimas contienen huesos, pelo, escamas, exoesqueletos etc., de sus presas dependiendo de la especie en cuestión y se pueden encontrar en sus áreas comunes de descanso en los terrenos invernales (Stenzel *et al.* 1976) como cercanos a los nidos en el caso de las aves rapaces y otras aves acuáticas (Gleason y Craig 1979, Green *et al.* 1993, Littles y Williford 2007; Lindsay y Meathrel 2008).



2.3 ANTECEDENTES

Dieta

El zarapito pico largo es oportunista en tierras interiores y se alimenta principalmente de insectos como escarabajos, saltamontes y orugas, también arañas, sapos y algunas semillas, puede comer también pequeños vertebrados (huevos de otras aves y polluelos); en áreas costeras incluye gusanos, crustáceos, moluscos y frutillas (Erlich *et al.* 1998; Dugger y Dugger 2002). Se han documentado egagrópilas en las áreas comunes de descanso en terrenos invernales en California, E.U.A. así como en Chihuahua y Nuevo León en México (Stenzel *et al.* 1976; González-Rojas *et al.* 2009) mientras que por el contrario un estudio realizado en el área reproductiva del sureste de Washington no se encontró evidencia de ellas (Allen 1980).

Los hábitos alimenticios del zarapito pico largo en California fueron analizados mediante observaciones fílmicas y el análisis de 30 egagrópilas, encontrando que en un 97% había cangrejos, 77% camarones fantasma, 47% crustáceos del lodo, pupas de insecto, bivalvos, semillas, gusanos nereidos, anfípodos y partes de insectos no identificados (Stenzel *et al.* 1976).

Durante 1977 y 1978 se recolectaron 9 contenidos estomacales de polluelos en los pastizales de Idaho, registrándose por primera vez órdenes de insectos y arácnidos adultos. En el 100% de las muestras se encontraron saltamontes (Orthoptera), en el 90% de escarabajos carábidos (Coleoptera), en el 11% hemípteros y larvas de Lepidopteros, además del orden Arachnida (Redmond y Jenni 1985).

Un trabajo sobre dieta, gasto energético y kleptoparasitismo llevado a cabo en Humboldt Bay en California se basó únicamente en observaciones y reporta que el 31% de las presas fueron cangrejos playeros amarillos, el 20% bivalvos, 15% poliquetos, 10% peces, 4% camarón fantasma y el 14% presas no identificadas (Leeman *et al.* 2001).



Existen otros trabajos que se involucran más con el comportamiento alimenticio en terreno invernal dentro de California, E.U.A. como los de Leeman y Colwell (2005) y Colwell *et al.* (2002). Para México el único trabajo relacionado con la dieta de *Numenius americanus* es el descrito por Brabata y Carmona (1999), pero no mencionan presas ingeridas sino más bien métodos de forrajeo de cuatro especies de aves playeras en las costas de Baja California. Los estudios mencionados anteriormente fueron llevados a cabo en hábitats intermareales.

Aporte Energético

Leeman (2000), menciona que en los pastizales húmedos de los alrededores de Humboldt Bay en California, se estimó una ingesta calórica de $0.21 \text{ kcal/min} \pm 0.18 \text{ SD}$ durante los meses de Noviembre a Marzo. Aunque menciona que basarse en las tasas de captura para entender aportes energéticos puede causar errores si el tamaño de la presa capturada o el valor nutritivo de la presa varía con la estación. Fue en este mismo sitio, pero en este caso sobre la costa que Leeman (2001), basado solamente en observaciones de tiempos de captura y tipos de presas por estaciones del año describe una ingesta calórica en invierno de $16.2 \text{ kcal/h} \pm 9.2 \text{ SD}$, verano de $25.8 \text{ kcal/h} \pm 15.5 \text{ SD}$, otoño de $26.9 \text{ kcal/h} \pm 16.5 \text{ SD}$.

En base a estos dos estudios y en la tasa de consumo promedio que reportan, machos y hembras necesitan alimentarse 13.8 y 15.6 hr/día en los pastos y 10.5 y 12.2 hr/día en el hábitat intermareal para satisfacer las necesidades diarias de energía que es de 171 y 197 kcal/día , respectivamente.

Disponibilidad de Alimento y Biomasa

El estudio del forrajeo y recursos alimenticios es de gran importancia para comprender el comportamiento, distribución y abundancia de aves en los distintos hábitats (Hutto 1990; Morrison *et al.* 1990); sin embargo uno de los mayores retos para los ecologistas es precisamente evaluar la abundancia, y disponibilidad de presas y cómo es que éstas son utilizadas por sus consumidores (Lindsay y Meathrel 2008).



Existen numerosas técnicas para el trapeo de artrópodos utilizadas en la ornitología (malaise, redeo de barrido, de caída mejor conocida como pitfall, pegajosa, trampas de emergencia, succión, etc.), éstas sirven para determinar los tipos, abundancias y distribución de insectos disponibles como presas para las aves. Desafortunadamente en ocasiones los ornitólogos han tenido problemas para aplicarlos ya que para determinar la disponibilidad de alimento deben muestrear todo el grupo de artrópodos, y las trampas en su mayoría, se enfocan a ciertos grupos o taxas únicamente (Cooper y Withmore 1990; Smith y Rotenberry 1990). Incluso, diferentes conclusiones pueden inferirse en relación a la importancia relativa de ciertos taxas cuando las identificaciones de las presas ingeridas no pueden ser llevadas al nivel de especie (Green y Jaksic 1983).

El objetivo común de los estudios ornitológicos que muestrean artrópodos, es relacionar algún aspecto de la ecología o comportamiento del ave (dieta, forrajeo, tamaño de territorio, productividad, etc.) con la distribución y abundancia de los insectos (disponibilidad de alimento). Sin embargo la pura abundancia de insectos no refleja en si las presas disponibles para las aves, ya que no todos los insectos presentes en un área serán depredados por el ave. El tamaño, estadio, color, sabor y patrones de actividad entre otras características juegan un papel determinante en si serán localizadas, capturadas y devoradas. Debido a lo anterior Cooper y Withmore (1990) señalan la importancia de complementar los trabajos con el estudio de la dieta real del ave y así poder determinar si es una especie completamente oportunista o especialista.



2.4 METODOS

2.4.1 Dieta invernal

- Durante cada salida y en ambas zonas se colectaron egagrópilas de los presones identificados previamente en los que las aves toman agua y reposan después de alimentarse (Foto 12).
- Las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico de 40 ml etiquetados por localidad, fecha y hora (Foto 13).
- Las egagrópilas fueron pesadas, medidas (largo, ancho y alto) y analizadas en el laboratorio, separando los restos encontrados de las presas en ítems para su posterior identificación bajo el estereoscopio en base a las guías de Arnett *et al.* (1951), Borrór *et. al.* (1954), Helfer (1972) y Slater y Baranowski (1978) (Fotos 14, 15, 16 y 17). En el caso de los artrópodos, la identificación fue en base a algunos segmentos corporales como cabezas, aparatos bucales y fórmulas tarsales de las patas entre otros. Los reptiles fueron identificados en base a su esqueleto y escamas. Los diferentes ítems fueron identificados a nivel de familia y en algunos casos solamente hasta orden o morfo especie cuando no se pudo identificar debido a lo degradado del material.
- Se llevó a cabo una colecta de invertebrados presentes en ambas zonas para tener material de referencia y comparación durante el análisis (Foto 18).
- Se aplicaron pruebas “*t*” y χ^2 para determinar si existía diferencia significativa entre las medidas de las muestras de ambas zonas así como entre los ítems que contenían.
- Se obtuvieron las frecuencias relativas de ocurrencia (McCracken *et al.* 1985) de los ítems alimenticios según la siguiente fórmula:

$$FRO = f_i / \sum f_i (100)$$

En donde f_i es la frecuencia del componente “*i*”.



2.4.2 Disponibilidad de Alimento, Biomasa y Análisis Bromatológico

- En base a los resultados descritos en el capítulo III del presente escrito, se seleccionaron 3 tipos de hábitat (cultivo/barbecho, colonia de perrito llanero y vegetación secundaria) para ser muestreados únicamente en Nuevo León.
- El muestreo se llevó a cabo de manera mensual durante los meses de noviembre de 2010 a febrero de 2011.
- Se colocaron 10 trampas de caída (pitfall) por hábitat por mes, lo cual nos da un total de 120 trampas.
- Las trampas se colocaron en dos transectos de 100m c/u y con una separación de 25 metros entre cada trampa, durante tres días y fueron revisadas cada 24 horas.
- Se hicieron redeos simultáneos con una red entomológica cada 10 m en un transecto de 100 m para capturar insectos voladores y de follaje.
- Se aplicaron los índices ecológicos de Shannon, Simpson y Margalef para obtener valores de diversidad y dominancia entre los tres tipos de hábitat muestreados.
- Todos los ejemplares capturados fueron pesados en una báscula para obtener los valores de biomasa.
- Los valores de biomasa se obtuvieron de multiplicar el número promedio de individuos de cada ítem por trampa por el peso promedio por unidad de área (10 m²).
- Además de los ejemplares capturados en las trampas, se hizo una captura intensiva de invertebrados y se seleccionaron las familias Acrididae, Tenebrionidae, Formicidae y el orden Scorpiones para ser analizados bromatológicamente y obtener valores de aporte energético.
- Se colectaron nuevamente egagrópilas para analizar su contenido.



2.5 RESULTADOS

2.5.1 Dieta Invernal

Durante los meses de octubre a diciembre de 2007 y 2008 se colectaron 417 egagrópilas en el área de La Soledad mientras que para Janos fueron 70 en los meses de Octubre y Noviembre de 2007 y Octubre de 2008. Las 487 muestras fueron pesadas y medidas. En la Tabla 8 se pueden observar los datos obtenidos para cada una de las dos zonas.

Tabla 8. Pesos y medidas obtenidas de las 487 muestras de egagrópilas.				
La Soledad				
	peso (gr.)	longitud (mm)	ancho (mm)	alto (mm)
Rango	0.098 – 1.99	10 - 30	2 - 19	6 – 17
ξ	0.69 ± 0.27 DS	18.17 ± 3.08 DS	10.80 ± 1.49 DS	7.44 ± 1.15 DS
Janos				
	peso (gr.)	longitud (mm)	ancho (mm)	alto (mm)
Rango	0.14 – 2.60	10 – 45	3 – 14	4 - 19
ξ	1.06 ± 0.459 DS	25.91 ± 7.414 DS	12.37 ± 2.444 DS	9.21 ± 1.97 DS

mm=milímetros, gr=gramos, ξ=promedio, DS=desviación estándar.

A pesar que las muestras de Janos representan apenas el 14.37% de la totalidad de egagrópilas, éstas promedian peso, longitud, anchura y altura mayores que las de Nuevo León. Por lo observado en campo esto no se debe a la disponibilidad de alimento sino más bien al tipo de alimento ya que las especies de insectos encontradas en Janos eran ligeramente más grandes, por ejemplo se observaron enjambres de langostas mientras que en La Soledad se observaron únicamente pequeños saltamontes. Al aplicar la prueba “t”, se determinó que si existe una diferencia significativa entre ambas localidades en términos del peso, largo, ancho y alto (Tabla 9).



Análisis de contenidos

2007-2009 (Chih. y N.L.)

Al tener una “*n*” diferente en ambas localidades (70 y 417) se seleccionaron al azar 70 muestras de La Soledad para ser analizadas junto con las de Chihuahua por lo que en total se analizaron 140 egagrópilas. Se obtuvo la curva de acumulación de especies para ambas localidades (Figuras 6 y 7), se observa que al final comienza a generarse la asíntota en ambos casos por lo que se consideró el muestreo como representativo.

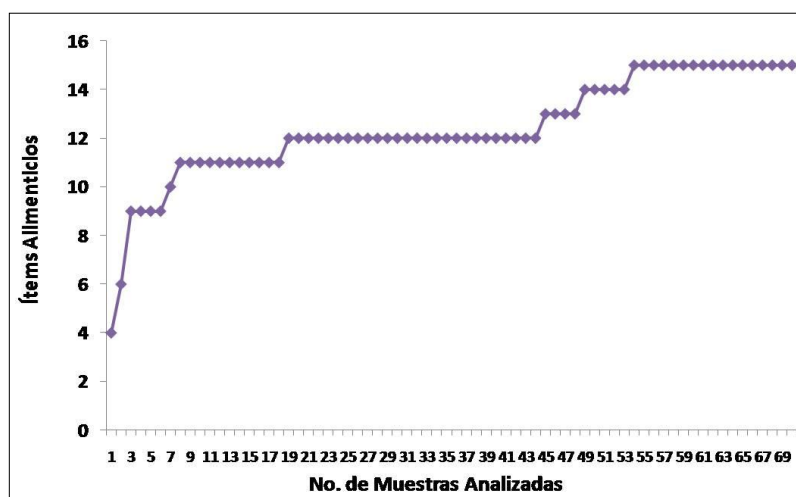


Figura 6. Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de la Soledad, Nuevo León. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.

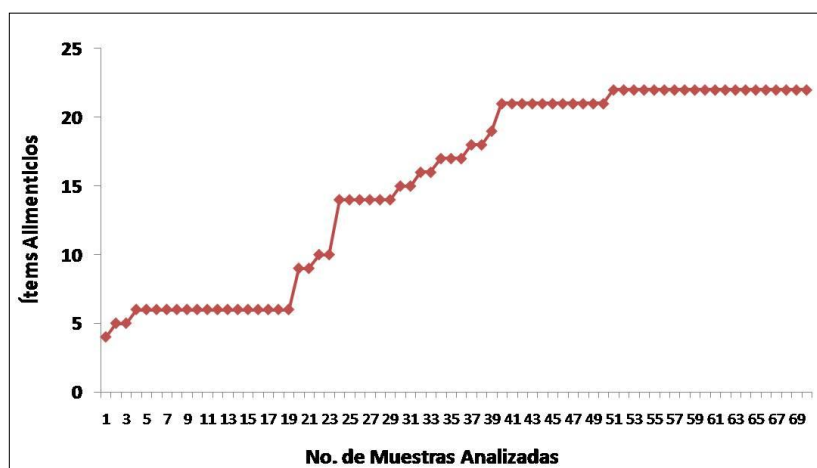


Figura 7. Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de Janos, Chihuahua. Temporadas 2007-2008 y 2008-2009.



Se identificaron 30 ítems alimenticios de 3 grupos mayores (invertebrados, plantas y rocas) repartidos de la siguiente manera: 2 clases de artrópodos con 8 ordenes, 17 familias y 7 morfo especies, 1 clase de plantas con 1 orden, 1 familia y 4 morfo especies así como pequeñas piedras (Tabla 10 y Fotos 20 a 66).

El orden con mayor representatividad fue Coleóptera con 7 Familias, sin embargo la familia Acrididae fue la más ingerida ya que se encontró en el 97.14% de las muestras analizadas. De los 30 ítems identificados, algunos fueron encontrados en ambas localidades mientras que otros fueron exclusivos de cada zona: La Soledad presentó 15 ítems y 8 exclusivos mientras que Janos obtuvo 22 ítems y 15 exclusivos.

Se encontró que existe una diferencia significativa entre ambas localidades ($\chi^2 = 85.05$, $p \leq 0.05$) en relación a los ítems totales ingeridos. Al analizar por grupos (Clase Insecta, Clase Arachnida y sp. vegetales), se determinó que solamente la Clase Insecta presentó una diferencia significativa ($\chi^2 = 71.33$, $p \leq 0.05$) (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis estadístico aplicado a las egagrópilas colectadas en N.L. y Chih.

<i>Prueba de "t" para dos muestras</i>				
Peso	$t_t = 1.994$ Largo	g.l.= 69	$\alpha=0.05$ Ancho	Alto
$t_c = 6.244$	$t_c = 8.260$		$t_c = 5.439$	$t_c = 7.739$
<i>Prueba de "X²"</i>				
Grupo	t_c	t_t	g.l.	α
Ítems Totales	85.05	42.55	29	0.05
Clase Insecta	71.33	27.58	17	0.05
Clase Arachnida	7.9	11.07	5	0.05
Especies vegetales	3	9.48	4	0.05

$t_t = t$ de tabla, $t_c = t$ calculada, $\alpha =$ alfa, g.l.=grados de libertad.



2010-2011 (Nuevo León)

Para la temporada 2010-2011 se analizaron de nueva cuenta 70 muestras para el área de la Soledad en Nuevo León únicamente y se graficó la curva de acumulación de especies (Figura 8) obteniendo 15 ítems alimenticios de 4 grupos mayores (reptiles, invertebrados, plantas y rocas) repartidos de la siguiente manera: 3 clases de artrópodos con 7 ordenes, 10 familias y 2 morfo especies; 1 clase de reptiles con 1 orden y 1 familia; 1 clase de plantas con 1 orden, 1 familia, así como pequeñas piedras.

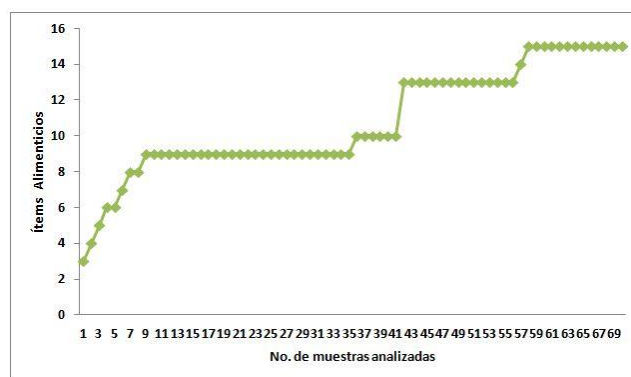


Figura 8. Curva de acumulación de ítems alimenticios para 70 egagrópilas de la Soledad, Nuevo León (2010-2011).

Como era de esperarse fue el orden Coleóptera el de mayor representatividad con 3 familias, y Acrididae fue nuevamente la familia más ingerida ya que se encontró en el 100 % de las muestras analizadas.

Si bien para ambas temporadas (2007-2009 y 2010-2011) se identificaron 15 ítems alimenticios para cada una, existieron tanto ítems exclusivos de cada temporada como ítems encontrados en ambas temporadas (Tabla 10) dando un total de 21 ítems alimenticios para el estado de Nuevo León, ver Figura 9.

Durante este muestreo se agregaron a la dieta invernal del zarapito pico largo en Nuevo León las familias Phrynosomatidae, Isoptera, Scolopendridae, y Formicidae, estas últimas dos familias ya habían sido reportadas dentro de la dieta en la localidad de Janos, Chihuahua.



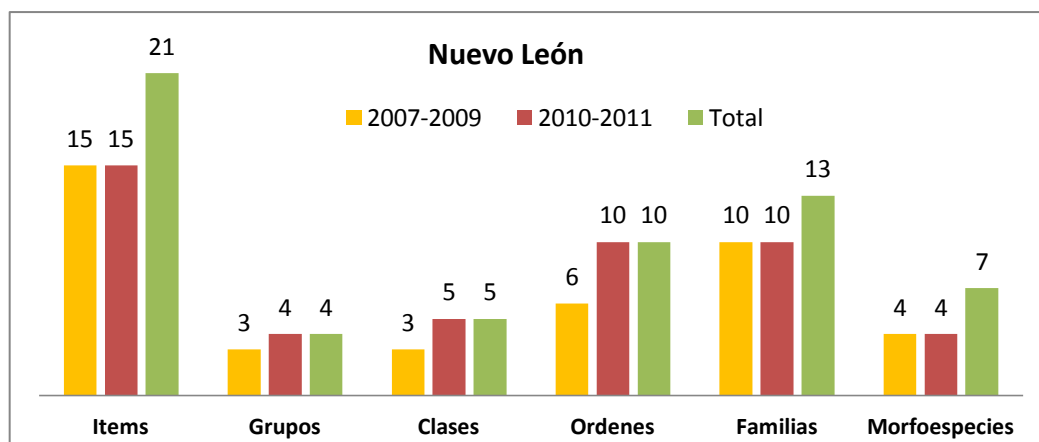


Figura 9. Ítems alimenticios para la Soledad, Nuevo León.

Dieta Invernal Total

Se analizaron 210 egagrópilas de zarapito pico largo (Chihuahua= 70; N.L.=140) identificando un total de 34 ítems alimenticios correspondientes a 3 clases de artrópodos con 10 órdenes, 16 familias y 7 morfo especies; 1 clase de reptiles con 1 orden y 1 familia; 1 clase de plantas, 1 orden, 1 familia y 4 morfo especies (Figura 10a). El grupo mayormente representado fue el de los invertebrados con casi el 80% de las presas y dentro de este grupo fue el orden Coleoptera el que presentó la mayor cantidad de ítems con 7 familias; sin embargo es Acrididae la más ingerida encontrándose en el 98% de las muestras y obteniendo los valores más altos de FRO en las tres temporadas (Figura 10b, Tabla 10 y Fotos 20 a 66).

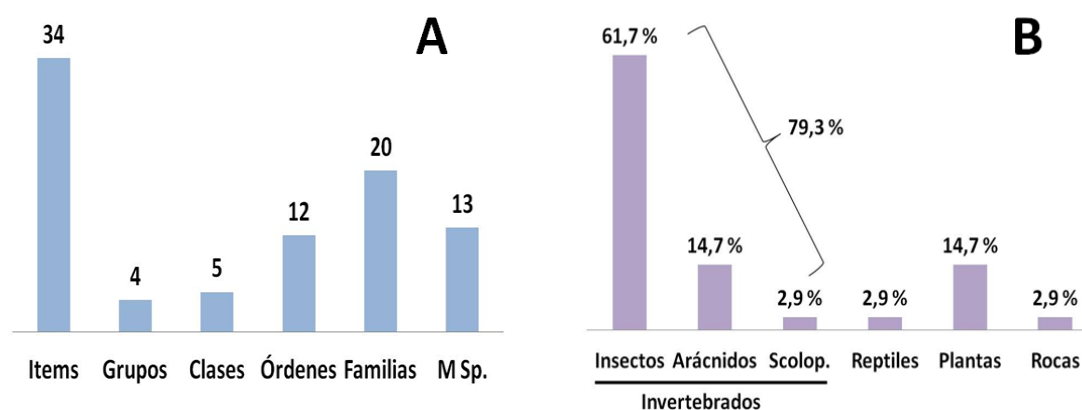


Figura 10. A) Ítems alimenticios y B) Representación por grupos de los ítems alimenticios del zarapito pico largo en el Desierto Chihuahuense. M sp.=morfoespecie



Tabla 10. Ítems alimenticios identificados, porcentajes de aparición y frecuencias relativas de ocurrencia.

No.	Orden / Familia / Otros	Janos 2007-2009 (N=70)			Soledad 2007-2009 (N=70)			Soledad 2010 (N=70)		
		P*	%**	FRO***	P*	%**	FRO***	P*	%**	FRO***
Reino Animalia										
Phyllum Arthropoda										
Clase Insecta										
Orden Coleoptera										
1	<i>Tenebrionidae</i>	35	50.0	18.13	49	70.0	27.52	50	71.42	20.92
2	<i>Curculionidae</i>	12	17.14	6.21	16	22.85	8.98	46	65.71	19.24
3	<i>Scarabaeidae</i>	25	35.71	12.95	-	-	-	-	-	-
4	<i>Carabidae</i>	12	17.14	6.21	4	5.71	2.24	5	7.14	2.09
5	<i>Silphidae</i>	3	4.28	1.55	-	-	-	-	-	-
6	<i>Chrysomelidae</i>	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
7	<i>Histeridae</i>	-	-	-	1	1.42	0.56	-	-	-
Orden Orthoptera										
8	<i>Acrididae</i>	66	94.28	34.19	70	100.0	39.32	70	100.0	29.28
9	Morfo especie 1	-	-	-	1	1.42	0.56	-	-	-
10	Morfo especie 12	-	-	-	-	-	-	1	1.42	0.41
Orden Himenoptera										
11	<i>Formicidae</i>	4	5.71	2.07	-	-	-	1	1.42	0.41
12	<i>Chrysididae</i>	2	2.85	1.03	-	-	-	-	-	-
13	Morfo especie 13	-	-	-	-	-	-	1	1.42	0.41
Orden Hemiptera										
14	<i>Scutellaridae</i>	1	1.42	0.51	5	7.14	2.80	4	5.71	1.67
15	<i>Aphididae</i>	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
Orden Diptera										
16	<i>Asilidae</i>	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
Orden Isoptera										
17	Morfo especie 11	-	-	-	-	-	-	4	5.71	1.67
Otros										
18	Morfo especie 2	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
19	Morfo especie 3	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
20	Morfo especie 4	2	2.85	1.03	-	-	-	-	-	-
21	Morfo especie 10	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-



Continuación Tabla 10.

Tabla 10. Ítems alimenticios identificados, porcentajes de aparición y frecuencias relativas de ocurrencia.										
No.	Orden / Familia / Otros	Janos 2007-2009 (N=70)			Soledad 2007-2009 (N=70)			Soledad 2010 (N=70)		
Reino Animalia										
Phyllum Arthropoda										
Clase Arachnida										
		P*	%**	FRO***	P*	%**	FRO***	P*	%**	FRO***
Orden Solpugida										
22	<i>Eremobatidae</i>	-	-	-	1	1.42	0.56	-	-	-
23	Morfo especie 5	10	14.28	5.18	17	24.28	9.55	37	52.8	15.48
Orden Araneae										
24	<i>Licosidae</i>	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
Orden Escorpiones										
25	<i>Vaejovidae</i>	-	-	-	3	4.28	1.68	5	7.14	2.09
26	<i>Diplocentridae</i>	-	-	-	2	2.85	1.12	-	-	-
Clase Chilopoda										
Orden Scolopendromorpha										
27	<i>Scolopendridae</i>	2	2.85	1.03	-	-	-	1	1.42	0.41
Phyllum Chordata										
Subphyllum Vertebrata										
Clase Reptilia										
Orden Squamata										
28	<i>Phrynosomatidae</i>	-	-	-	-	-	-	1	1.42	0.41
Reino Plantae										
División Angiospermae										
Clase Monocotyledoneae										
Orden Poales										
29	<i>Poaceae</i>	-	-	-	3	4.28	1.68	1	1.42	0.41
Otros										
30	Morfo especie 6	-	-	-	1	1.42	0.56	-	-	-
31	Morfo especie 7	-	-	-	1	1.42	0.56	-	-	-
32	Morfo especie 8	2	2.85	1.03	-	-	-	-	-	-
33	Morfo especie 9	1	1.42	0.51	-	-	-	-	-	-
Grupo Rocas										
34	Piedras pequeñas	9	12.85	4.66	4	5.71	2.24	12	17.14	5.02
Totales		193		100	178		100	239		100

*Presencia

**Porcentaje de aparición del ítem en relación al número de egagrópilas analizadas.

***Frecuencia Relativa de Ocurrencia del ítem en relación al total de ítems encontrados.



2.5.2 Disponibilidad de Alimento, Biomasa y Análisis Bromatológico

Se utilizaron trampas pitfall (Fotos 57 y 58) así como redeo entomológico (Foto 59) y se colectaron 347 individuos pertenecientes a 15 familias o grupos; los hábitats de vegetación secundaria y colonias de perritos presentaron prácticamente el mismo número de familias /grupos así como individuos, en el caso de cultivo ambos valores son bajos en comparación de los otros 2 y esto puede deberse al uso de los plaguicidas en ellos. Figura 11.

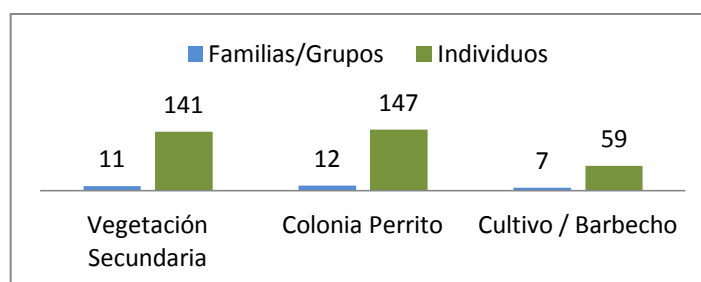


Figura 11. Invertebrados colectados durante el muestreo de disponibilidad de alimento.

Aún y cuando las colonias de perritos fue el hábitat más abundante y con más número de familias/grupos, no es el más diverso ya que los individuos de cada uno de los grupos no están repartidos de manera equitativa, es el hábitat de vegetación natural el que presenta la mayor diversidad de invertebrados, Margalef considera a los cultivos como el hábitat de más baja biodiversidad debido al grado de disturbio humano que presentan (Magurran 1988), ver Tabla 11.

Tabla 11. Valores obtenidos por los Índices de Diversidad para los invertebrados.

	Veg. Sec.	CPP	Cultivo
Taxa	11	12	7
Individuos	141	147	59
Dominancia_D	0.24	0.24	0.21
Simpson_1-D	0.75	0.75	0.78
Shannon_H	1.68	1.65	1.66
Uniformidad_e^H/S	0.48	0.43	0.75
Margalef	2.02	2.20	1.47
Equitabilidad_J	0.70	0.66	0.85

Veg. Sec.= Vegetación Secundaria; CCP=Colonia de perritos de las praderas



El grupo más abundante que se presentó en los tres tipos de hábitat fue el de los acrídidos con 116 individuos, mientras que *Mantidae*, *Sphecidae* y *Braconidae* presentaron 1 solo individuo cada uno. *Carabidae*, *Formicidae*, *Tenebrionidae* y *Arachnida* se registraron también en los tres tipos de hábitat (Tabla 12). Todos los ejemplares capturados fueron pesados (Fotos 60, 61, 62, 63 y 64) para obtener valores promedios y así obtener valores de biomasa para la temporada invernal en base a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Se analizaron por separado los datos obtenidos por trampas pitfall y aquellos obtenidos por redeo entomológico.

Tabla 12. Número de individuos y peso obtenido de los invertebrados capturados.

Grupo/Familia	Vegetación secundaria	CPP*	Cultivo	Ind.	Rango (gr.)	Peso (gr.)
<i>Acrididae</i>	52	52	12	116	0.10 - 1.50	0.57
<i>Vaejovidae</i>	1	1	-	2	0.20 - 0.50	0.35
<i>Arachnida**</i>	21	10	4	35	0.05 - 0.30	0.10
<i>Carabidae</i>	10	5	14	29	0.05 - 1.40	0.09
<i>Curculionidae</i>	3	-	-	3		0.20
<i>Formicidae</i>	38	42	19	99	0.003-0.003	0.003
<i>Gryllidae</i>	1	1	-	2	0.30 - 0.40	0.35
<i>Mantidae</i>	1	-	-	1		0.60
<i>Scarabeidae</i>	1	1	1	3		0.10
<i>Silphidae</i>	3	-	-	3	0.10 - 0.20	0.14
<i>Tenebrionidae</i>	10	5	6	21	0.10 - 1.50	0.43
<i>Sphecidae</i>	-	1	-	1		0.15
<i>Braconidae</i>	-	1	-	1		0.01
<i>Hemiptera***</i>	-	1	3	4		0.01
<i>Hydroptilidae</i>	-	27	-	27		0.01
	141	147	59	347		

* Colonia de perritos de las praderas, **Arachnida= Orden: Solpugida y Aranea.

***Hemíptera = Familias: *Reduviidae*, *Lygaeidae*, *Heterogastridae* y *Piesmatidae*.

Ind=individuos, gr=gramos.



Biomasa

El análisis se hizo por tipo de hábitat, por mes y finalmente por temporada invernal; estos análisis se hicieron por separado con los datos obtenidos primero mediante trampas pitfall y posteriormente con la red entomológica.

En el caso de la vegetación secundaria se obtuvieron valores de biomasa para la temporada invernal 2010-2011 de 9.7 gr. por cada 10m² (trampas pitfall) y de 29.87 gr. por cada 10m² (red entomológica). Para la colonia de perritos llaneros se obtuvo una biomasa de 6.02 gr. por cada 10m² (trampas pitfall) y de 28.59 gr. por cada 10m² (red entomológica). Finalmente para el cultivo/barbecho se obtuvo una biomasa de 5.06 gr. por cada 10m² (trampas pitfall) y de 6.27 gr. por cada 10m² (red entomológica) (Tablas 13, 14 y 15). Lo primero que podemos notar es que las biomásas obtenidas son mayores en el caso de los invertebrados capturados mediante redeo entomológico, lo anterior es debido a que el 91% de las capturas con este método son saltamontes (*Acrididae*) y si recordamos la Tabla 12, es esta familia la que promedia el pesaje mayor lo cual incrementa los valores de biomasa.



Tabla 13. Biomasa obtenida para la vegetación secundaria.

Redeo entomológico								
Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal	
Noviembre	Insecta	Coleoptera	<i>Silphidae</i>	3	0.14	0.42		
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	26	0.57	14.82	15.24	
Diciembre	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	15	0.57	8.55	8.55	
Enero	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	2	0.57	1.14	1.14	
Febrero	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	7	0.57	3.99		
			<i>Gryllidae</i>	1	0.35	0.35		
		Mantodea	<i>Mantidae</i>	1	0.60	0.60	4.94	
Invierno	Insecta	Coleoptera	<i>Silphidae</i>	3	0.14	0.42		
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	50	0.57	28.50		
			<i>Gryllidae</i>	1	0.35	0.35		
		Mantodea	<i>Mantidae</i>	1	0.60	0.60		
				No. Individuos 55	Biomasa Total	29.87 gr. x 10m²		
Trampas Pitfall								
Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal	
Noviembre	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	6	0.43	2.58		
			<i>Carabidae</i>	4	0.09	0.36		
			<i>Curculionidae</i>	1	0.20	0.20		
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	2	0.57	1.14		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	12	0.003	0.036		
	Arácnidos	Aranea	arañas	11	0.10	1.10	5.42	
Diciembre	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	1	0.43	0.43		
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10		
			<i>Curculionidae</i>	1	0.20	0.20		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	7	0.003	0.021		
			Arácnidos	Aranea	arañas	4	0.10	0.40
Enero	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	6	0.10	0.60		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	11	0.003	0.033		
			Arácnidos	Aranea	arañas	2	0.10	0.20
Febrero	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	3	0.43	1.29		
			<i>Curculionidae</i>	1	0.20	0.20		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	8	0.003	0.024		
		Arácnidos	Scorpiones	<i>Vaejovidae</i>	1	0.35	0.35	
			Aranea	arañas	4	0.10	0.40	2.26
Invierno	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	10	0.43	4.33		
			<i>Carabidae</i>	10	0.097	0.97		
			<i>Curculionidae</i>	3	0.20	0.60		
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10		
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	2	0.57	1.14		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	38	0.003	0.11		
		Arácnidos	Aranea	arañas	21	0.10	2.10	
			Scorpiones	<i>Vaejovidae</i>	1	0.35	0.35	
				No. Individuos 86	Biomasa Total	9.7 gr. x 10m²		



Tabla 14. Biomasa obtenida para las colonias de perritos llaneros.

Redeo entomológico

Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal
Noviembre	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	30	0.57	17.10	
		Himenoptera	<i>Sphecidae</i>	1	0.15	0.15	17.25
Diciembre	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	9	0.57	5.13	
		Lepidoptera	<i>Hydroptilidae</i>	12	0.01	0.12	5.25
Enero	Insecta	Orthoptera	<i>Gryllidae</i>	1	0.35	0.35	
		Trychoptera	<i>Hydroptilidae</i>	3	0.01	0.03	0.38
Febrero	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	10	0.57	5.71	5.71
Invierno	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	49	0.57	27.93	
			<i>Gryllidae</i>	1	0.35	0.35	
		Himenoptera	<i>Sphecidae</i>	1	0.15	0.15	
		Trychoptera	<i>Hydroptilidae</i>	15	0.01	0.15	
No. Individuos 66						Biomasa Total	28.59 gr. x 10m²

Trampas Pitfall

Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal		
Noviembre	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	1	0.09	0.09			
			<i>Tenebrionidae</i>	5	0.43	2.15			
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10			
		Arácnidos	Aranea	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57	
				Himenoptera	<i>Formicidae</i>	16	0.003	0.05	
				<i>Braconidae</i>	1	0.01	0.01		
				Scorpiones	<i>Vaejovidae</i>	1	0.35	0.35	3.52
Diciembre	Insecta	Himenoptera	<i>Formicidae</i>	1	0.003	0.003			
		Trychoptera	<i>Hydroptilidae</i>	12	0.01	0.12			
		Arácnidos	Aranea	arañas	2	0.10	0.20	0.32	
Enero	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	1	0.09	0.09			
			Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	16	0.003	0.05			
		Hemiptera	<i>Reduviidae</i>	1	0.001	0.001			
		Arácnidos	Aranea	arañas	4	0.10	0.40	1.11	
Febrero	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	3	0.09	0.27			
			Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57		
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	9	0.003	0.027			
		Arácnidos	Aranea	arañas	2	0.10	0.20	1.07	
Invierno	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	5	0.43	2.15			
			<i>Carabidae</i>	5	0.09	0.45			
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10			
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	3	0.57	1.71			
			Himenoptera	<i>Formicidae</i>	42	0.003	0.13		
		Hemiptera	<i>Braconidae</i>	1	0.01	0.01			
			<i>Reduviidae</i>	1	0.001	0.001			
			Trychoptera	<i>Hydroptilidae</i>	12	0.01	0.12		
		Arácnidos	Aranea	arañas	10	0.10	1.0		
				Scorpiones	<i>Vaejovidae</i>	1	0.35	0.35	
		No. Individuos 81						Biomasa Total	6.02 gr. x 10m²



Tabla 15. Biomasa obtenida para los cultivos y barbechos.

Redeo entomológico							
Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal
Noviembre	-	-	-	-	-	-	0
Diciembre	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	5	0.57	2.85	2.85
Enero	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57	0.57
Febrero	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	5	0.57	2.85	2.85
Invierno	Insecta	Orthoptera	<i>Acrididae</i>	11	0.57	6.27	6.27
				No. Individuos 11		Biomasa Total 6.27 gr. x 10m²	
Trampas Pitfall							
Mes	Clase	Orden	Familia	No. Ind.	Peso (gr)	Biomasa Parcial	Biomasa Subtotal
Noviembre	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	1	0.09	0.09	0.63
			<i>Tenebrionidae</i>	1	0.43	0.43	
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	4	0.003	0.01	
			Arácnidos Aranea	arañas	1	0.10	
Diciembre	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	1	0.43	0.43	0.64
			Himenoptera	<i>Formicidae</i>	5	0.003	
		Hemiptera	<i>Lygaeidae</i>	1	0.001	0.001	
			<i>Heterogastridae</i>	1	0.001	0.001	
			<i>Piesmatidae</i>	1	0.001	0.001	
		Arácnidos Aranea	arañas	2	0.10	0.20	
Enero	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	12	0.09	1.08	1.28
		Arácnidos Aranea	arañas	2	0.10	0.20	
Febrero	Insecta	Coleoptera	<i>Carabidae</i>	1	0.09	0.09	2.51
			<i>Tenebrionidae</i>	4	0.43	1.72	
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10	
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57	
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	10	0.003	0.03	
Invierno	Insecta	Coleoptera	<i>Tenebrionidae</i>	6	0.43	2.58	5.06 gr. x 10m ²
			<i>Carabidae</i>	14	0.09	1.26	
			<i>Scarabeidae</i>	1	0.10	0.10	
		Orthoptera	<i>Acrididae</i>	1	0.57	0.57	
		Himenoptera	<i>Formicidae</i>	19	0.003	0.06	
		Hemiptera	<i>Lygaeidae</i>	1	0.001	0.001	
			<i>Heterogastridae</i>	1	0.001	0.001	
			<i>Piesmatidae</i>	1	0.001	0.001	
		Arácnidos Aranea	arañas	5	0.10	0.50	
				No. Individuos 48		Biomasa Total 5.06 gr. x 10m²	



Análisis Bromatológico

Se llevó a cabo un análisis químico de los componentes de algunos de los ítems alimenticios del zarapito para determinar el aporte energético que le brindan al ave. La colecta de los invertebrados se llevó a cabo durante el invierno para obtener los datos reales de aporte energético y así evitar el sesgo de un mejor alimento para los invertebrados durante la primavera y verano que pudiera incrementar los valores. Debido a lo anterior y a que las poblaciones de invertebrados decrecen conforme avanza el invierno, se consiguió muestra suficiente solamente de 4 grupos de invertebrados para ser analizada.

Se analizaron tres muestras pertenecientes al grupo de los insectos y una muestra de arácnidos; se encontró que los escorpiones son los que le brindan la mayor cantidad de humedad, los minerales, proteínas y grasas son aportadas en mayor cantidad por los saltamontes mientras que los tenebriónidos le aportan más carbohidratos. Tabla 16.

Tabla 16. Análisis bromatológico de 4 ítems alimenticios del zarapito pico largo.

Parámetro	Acrididae (26 gr.)	Tenebrionidae (12.5 gr.)	Formicidae (17.7 gr.)	Scorpiones (2.3 gr.)
Humedad	24.83	39.45	48.43	69.74
Materia Seca	75.17	60.55	51.57	30.26
Ceniza (minerales)	3.84	2.60	2.95	1.26
Proteína	58.21	41.79	42.12	21.53
Extracto Etéreo (grasas)	7.60	5.54	3.45	4.13
ELN (carbohidratos)	5.52	10.62	3.05	3.33



2.6 DISCUSIONES

Una amplia variedad de métodos se han utilizado para estudiar las dietas de aves, todos ellos con sus sesgos y limitaciones (Lindsay y Meathrel 2008). Debido a que el zarapito pico largo se alimenta principalmente de insectos y arácnidos en tierras interiores y que se ha documentado la presencia de egagrópilas en terrenos invernales (Stenzel *et al.* 1976; Erlich *et al.* 1998; Dugger y Dugger 2002; González-Rojas *et al.* 2009) y teniendo en cuenta que la ingesta de organismos suaves podría pasar desapercibida, se optó por el método de análisis de egagrópilas.

Dieta Invernal

Como se mencionó en los antecedentes, la mayor parte de los estudios sobre la dieta del zarapito pico largo fueron hechos en hábitats intermareales por lo que las presas conocidas son principalmente invertebrados acuáticos como cangrejos, camarones, bivalvos, poliquetos, gusanos, anfípodos, pupas de insectos así como pequeños peces entre otros (Stenzel *et al.* 1976; Leeman *at al.* 2001; Navedo *et al.* 2012).

Gracias al uso de las egagrópilas se pudo identificar exitosamente la dieta invernal del zarapito pico largo en tierras interiores invernales en México (pastizales de Nuevo León y Chihuahua) y así ampliar y especificar aún más el listado de presas conocidas. Los zarapitos se alimentaron de una base de 34 ítems diferentes (tipos de presas) pertenecientes a 4 grupos: invertebrados terrestres y aéreos (80%), plantas (15%), reptiles (3%) y rocas (3%); éste último grupo jamás había sido reportado para la especie, pero sí en otra especie de ave playera (Montalti *et al.* 2003); encontrar éstas pequeñas rocas resulta interesante ya que su ingesta podría ser deliberada como “ayuda” para macerar y digerir los exoesqueletos de los insectos y las semillas como lo hacen algunos psitácidos y aves de corral (Gilardi *et al.* 1999; Burger y Gochfeld 2003; Mee *et al.* 2005; Valdés-Peña *et al.* 2008).



El trabajo de Redmond y Jenni (1985) hizo aportaciones importantes en el caso de los invertebrados (terrestres y aéreos) dentro de la dieta del zarapito, ya que analizaron contenidos estomacales de polluelos, sin embargo la identificación quedó de forma muy general en 2 clases (Insecta y Arachnida) y 5 órdenes (Orthoptera, Coleoptera, Hemíptera, Lepidoptera y arañas no especificadas); en contraparte, el presente estudio logró la correcta identificación de 3 clases de invertebrados (Insecta, Arachnida, Chilopoda), 10 órdenes (Coleoptera, Orthoptera, Himenoptera, Hemiptera, Diptera, Isoptera, Solpugida, Araneae, Scorpiones, Scolopendromorpha), 18 familias (*Tenebrionidae*, *Curculionidae*, *Scarabeidae*, *Carabidae*, *Silphidae*, *Chrysomelidae*, *Histeridae*, *Acrididae*, *Formicidae*, *Chrysididae*, *Scutellaridae*, *Aphididae*, *Asilidae*, *Eremobatidae*, *Licosidae*, *Vaejovidae*, *Diplocentridae*, *Scolopendridae*) y 9 Morfo especies.

Una revisión de la dieta de 43 especies de aves playeras migratorias notó que los insectos, particularmente escarabajos y moscas, fueron las presas más frecuentes mientras que las semillas fueron las menos consumidas (Skagen 1997), por otra parte Montalti *et al.* (2003) encontró que los individuos invernales del playero rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*) se alimentaron exclusivamente de semillas (familias Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Polygonaceae, Ulmaceae, Cyperaceae y Poaceae). En el caso de la dieta de los zarapitos, los insectos también fueron los más consumidos siendo los acrídidos (saltamontes) la presa más ingerida, también se identificaron semillas aunque únicamente de la familia Poaceae.

Algunos ítems podrían pensarse como de ingesta accidental por su tamaño tan minúsculo (*Aphididae* o pulgones y *Chrysididae* o avispas cucos), así como las morfo especies vegetales 9 y 10. Las avispas cucos son conocidas por ser parasitoides de otros insectos y los pulgones por parasitar plantas, por lo que pudieron ser ingeridos al estar parasitando a algún otro organismo (Kimsey y Bohart 1990; Blackman y Eastop 2007). Como no hay indicios de que las aves playeras, salvo algunas familias especializadas (i.e. *Thinocoridae*) se alimenten de plantas, la posibilidad de que estas aves las consuman de manera accidental al cazar algún artrópodo que estuviera posado o refugiándose en ellas no puede ser rechazada (Isacch *et al.* 2005).



Disponibilidad de Alimento y Biomasa y Aporte Energético

Las aves migratorias explotan los recursos alimenticios en sus sitios de parada y de invernación de manera cíclica, y la gran mayoría de las veces su distribución local está dada en función de la disponibilidad de alimento (Isacch *et al.* 2005; Rose y Nol 2010), debido a que en el caso particular de las aves playeras que migran cientos y miles de kilómetros y habitan una gran variedad de hábitats durante sus ciclos anuales, la flexibilidad en la dieta puede ser una gran ventaja durante la explotación de recursos (Skagen y Oman 1996).

En sitios invernales es muy poca y limitada la información sobre el estudio del forrajeo y recursos alimenticios del zarapito pico largo y se basan principalmente en número de calorías y horas de alimentación requeridas al día así como tasas de captura (Leeman 2000, 2001; Navedo *et al.* 2012).

El presente trabajo, al relacionar la cantidad y tipo de presas ingeridas, la disponibilidad de alimento y la biomasa aportada en cada uno de los 3 tipos de hábitat (vegetación secundaria, colonia de perritos y cultivos/barbechos) encontró que las presas más ingeridas (*Acrididae*, *Tenebrionidae* y *Solpugida*), fueron también las de mayor disponibilidad (34%, 6% y 10% del total de invertebrados capturados respectivamente). En el caso de *Acrididae*, también fue la que promedió el mayor pesaje (0.57 gr.) aportando en promedio el 74% de la biomasa disponible en el área de estudio. Aún y cuando *Formicidae* y *Carabidae* fueron también abundantes (28% y 8% del total de invertebrados capturados) promediaron pesajes y biomazas muy bajos por lo que podríamos pensar que ésta fue una razón para no ser ingeridos en grandes cantidades a pesar de estar disponibles. De lo anterior, al igual que Estrella y Masero (2010), se deduce que los zarapitos pico largo no dependen solamente de la abundancia de presas, sino probablemente también de su tamaño.



Un estudio sobre biomasa aportada por presas en aves rapaces (Green *et al.* 1993) mostró al contrario del presente trabajo, que las presas menos ingeridas (vertebrados) eran las que aportaban una mayor cantidad de biomasa, mientras que los invertebrados a pesar de ser los más consumidos aportaban una menor cantidad. Lo anterior se explica con el hecho de que los vertebrados lógicamente promedian tamaños y pesajes más altos que los invertebrados; a pesar de que se identificó un tipo de vertebrado en la dieta del zarapito pico largo (*Phrynosomatidae*), éste grupo no fue capturado mediante el trampeo para la disponibilidad de alimento por lo que no se pudo determinar la biomasa que aporta.

Comportamiento de forrajeo y oportunismo

Si bien, no fue parte de los objetivos el estudiar los comportamientos alimenticios de la especie, sí se realizaron observaciones importantes. En las aves playeras la morfología del pico influencia en las estrategias de caza, el tipo de presa y selección de hábitat. Algunos estudios como los de Stenzel *et al.* (1976), Brabata y Carmona (1999) y Castillo-Guerrero *et al.* (2009) determinaron dos estrategias de caza o forrajeo por parte del zarapito largo en hábitats intermareales: “sondeo” y “picoteo”, el primero involucra introducir el pico en los estratos lodosos y fue el más utilizado mientras que el segundo fue empleado solamente para obtener presas en la superficie del sustrato. Navedo *et al.* (2012) menciona que los forrajeadores táctiles (sondeo) ocurren por lo común en parvadas densas mientras que los forrajeadores visuales (picoteo) se encuentran más dispersos: En este caso los zarapitos forrajearon siempre en grandes grupos y debido a las características del suelo en los dos sitios de estudio del presente trabajo (tierras interiores secas), se vieron obligados a utilizar el método de “picoteo” para la captura de invertebrados terrestres el 100% de su tiempo, además la morfología larga y recurvada de su pico les fue de gran ayuda para lograr capturas exitosas entre la densa vegetación y también para alcanzar presas que lograron llegar a sus madrigueras.

Otro de los comportamientos observados está estrechamente relacionado con los ritmos metabólicos de sus presas. El grupo mayormente ingerido fueron los invertebrados con casi el 80% de representación en los ítems alimenticios; de acuerdo



con Borrer *et al.* (1954) la fisiología de los invertebrados (insectos y arácnidos), les permite sobrevivir a condiciones climáticas adversas, durante el invierno entran en reposo y su tasa metabólica es extremadamente baja, lo que los vuelve más difíciles de observar y atrapar conforme avanzan las semanas.

Agresiones y defensa de territorio durante el forrajeo en temporada no reproductiva han sido previamente documentados para la especie (Leeman *et al.* 2001), debido a la dificultad en la captura de presas explicado en el párrafo anterior, se podría pensar que en este caso también se registrarían agresiones, sin embargo esto no ocurrió ya que los individuos fueron vistos alimentándose cerca uno del otro dentro de grandes parvadas. Las aves playeras que forrajean en parvadas densas podrían contrarrestar los efectos negativos de la competencia intraespecífica con los efectos positivos de la atracción conespecífica, dando con esto un indicador de seguridad y gran disponibilidad de presas (Navedo *et al.* 2012); lógicamente conforme avanza la temporada, el forrajeo grupal conlleva a la reducción de recursos alimenticios y los zarapitos para evitar la competencia, simplemente se separaron en grupos más pequeños que se dispersaron en toda la zona de estudio, lo anterior concuerda con lo reportado por Taft *et al.* (2008) y Castillo-Guerrero *et al.* (2009) quienes en sus respectivos estudios de movimientos y selección de hábitats de aves playeras mencionan que éstas pueden ajustar sus movimientos y técnicas de caza en respuesta a los cambios en la disponibilidad de alimento y tipos de sustrato durante el invierno en un paisaje de humedales y cultivos.

Las aves migratorias que dependen de una o unas cuantas áreas de invernación son particularmente vulnerables a los cambios en el hábitat o a la disponibilidad de alimento, y las consecuencias de estos cambios pueden ser graves; por lo tanto, la flexibilidad y la capacidad de alimentarse de manera oportunista pueden hacer una crucial diferencia en aquellas especies que se enfrenten a dichos cambios. Una estrategia de alimentación oportunista, en la cual los individuos cazan presas en proporción a su disponibilidad aparenta ser una gran ventaja para algunas especies de aves playeras. Por lo que complementar el estudio de las egagrópilas con la disponibilidad de alimento fue de verdadera importancia ya que nos permitió identificar si la dieta de los zarapitos fue



especialista u oportunista. En base a los invertebrados capturados mediante trampas pitfall y redeo entomológico así como del análisis de las egagrópilas, se determinó que la dieta invernal del zarapito pico largo en los pastizales del Desierto Chihuahuense en México es completamente oportunista ya que aunque las aves prefirieron aquellos ítems más comunes y disponibles tales como los saltamontes, escarabajos y arácnidos, también aprovecharon aquellos menos abundantes cuando se les presentó la oportunidad.

Dos especies de aves playeras de gran tamaño como lo son las avocetas americanas (*Recurvirostra americana*) y los costureros pico largo (*Limnodromus scolopaceus*), capaces de manejar presas grandes, también han sido documentadas ajustando sus dietas a presas más pequeñas por encontrarse estas últimas más disponibles (McDonald *et al.* 2012) demostrando así que la flexibilidad en el comportamiento de forrajeo y tipos de presas puede resultar beneficiosa para las aves.



2.7 FOTOGRAFÍAS



Fotos 12 y 13. Egagrópila colectada en presón y almacenaje en botes de plástico.



Fotos 14 y 15. Diferentes contenidos y tamaños de las egagrópilas colectadas.



Foto 16. Análisis bajo el estereoscopio.

Foto 17. Identificación de ítems alimenticios.

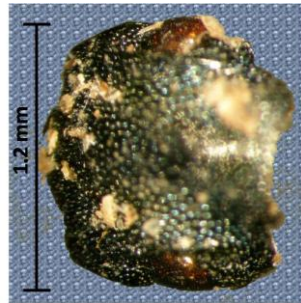
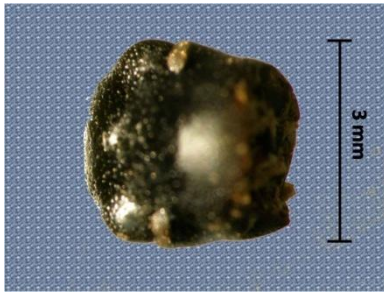




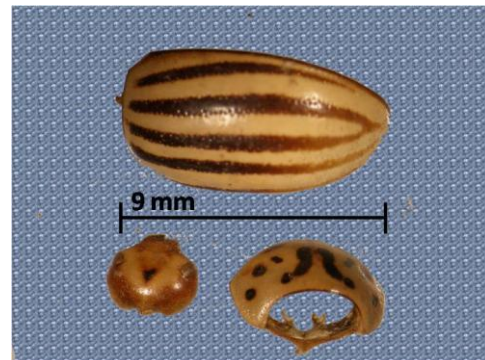
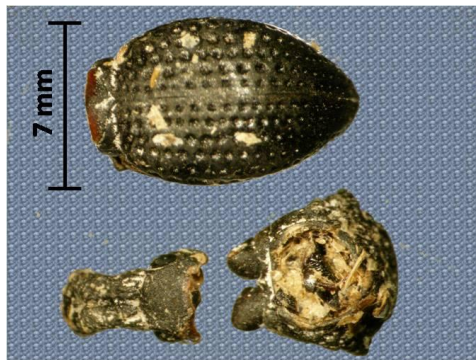
Foto 18. Insectos colectados como material de comparación y referencia.



Foto 19. Insectos colectados como material de comparación y referencia.

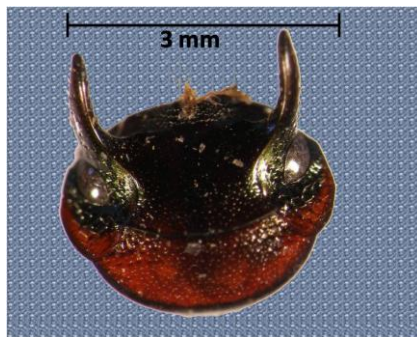
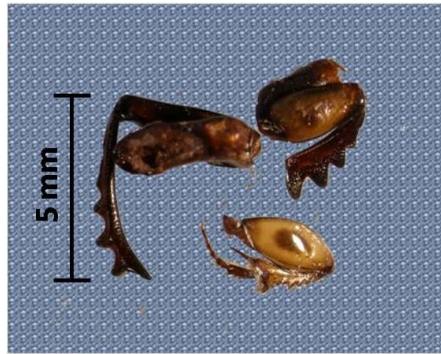


Fotos 20, 21 y 22. Representantes de la Familia Tenebrionidae (Coleoptera).



Fotos 23 y 24. Representantes de la Familias Curculionidae y Chrysomelidae (Coleoptera).



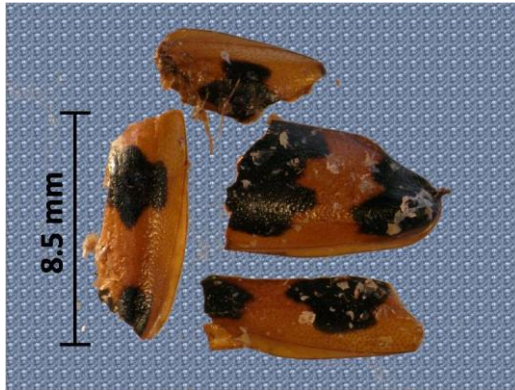


Fotos 25, 26 y 27. Representantes de la Familia Scarabaeidae (Coleoptera).

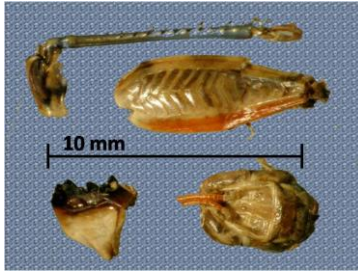


Fotos 28, 29, 30 y 31. Representantes de la Familia Carabidae (Coleoptera).

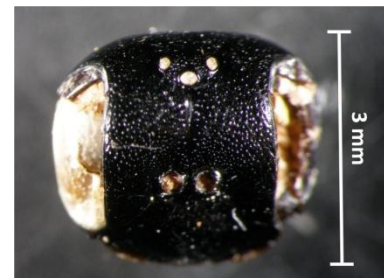
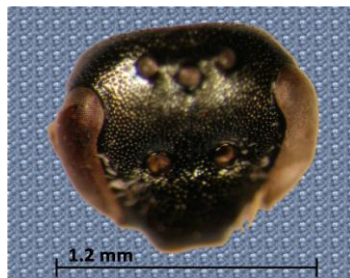




Fotos 32 y 33. Representantes de la Familias Silphidae e Histeridae (Coleoptera).

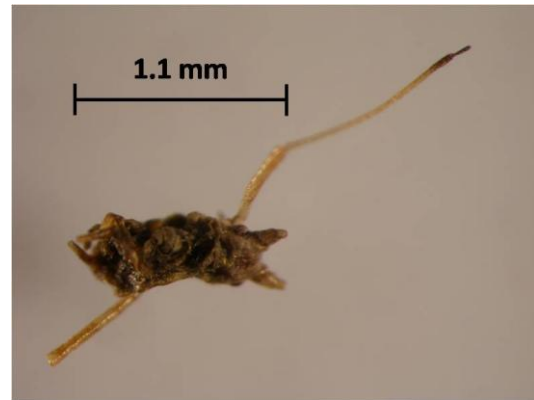
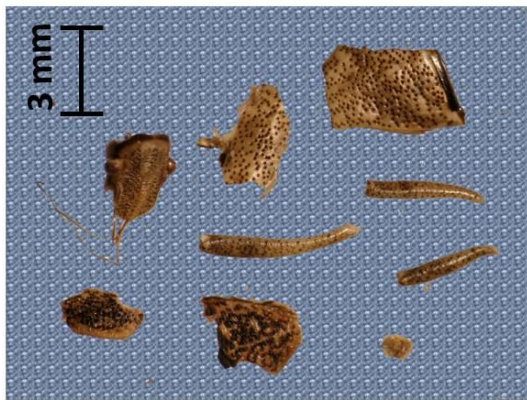


Fotos 34, 35 y 36. Representante de la Familia Acrididae y Morfo Especies 1 y 12 (Orthoptera).



Fotos 37, 38 y 39. Representantes de las Familias Formicidae, Chrysididae y Morfo especie 13 (Himenoptera).





Fotos 40 y 41. Representantes de las Familias Scutellaridae y Aphididae (Hemiptera).



Foto 42. Representante de las Familia Asilidae (Diptera).

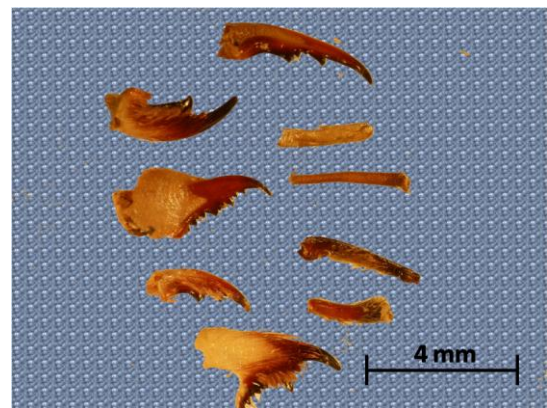
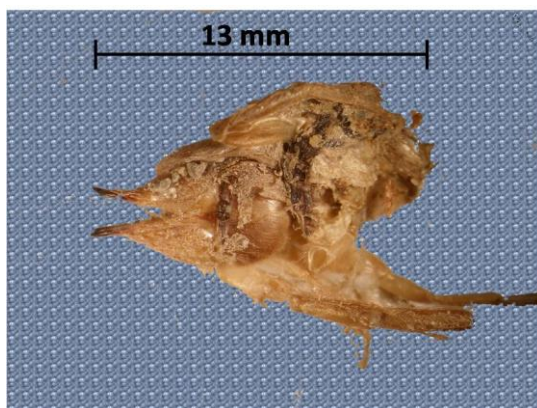


Foto 43. Representante del Orden Isoptera





Fotos 44, 45 y 46. Representantes de las Morfo Especies 2, 3, 4 y 10 (Insecta).



Fotos 47 y 48. Representantes de la Familia Eremobatidae y Morfo Especie 5 (Solpugida).





Foto 49. Representante de la Familia Lycosidae (Araneae).

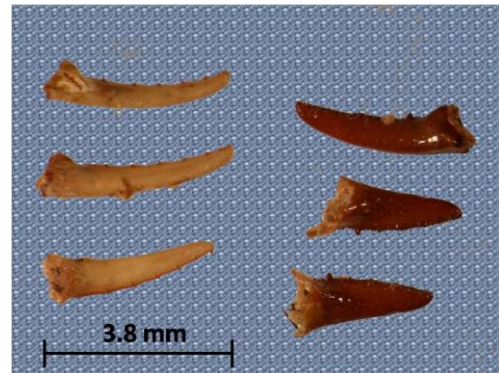


Foto 50. Representantes de las Familias Vaejovidae y Diplocentridae (Scorpiones).

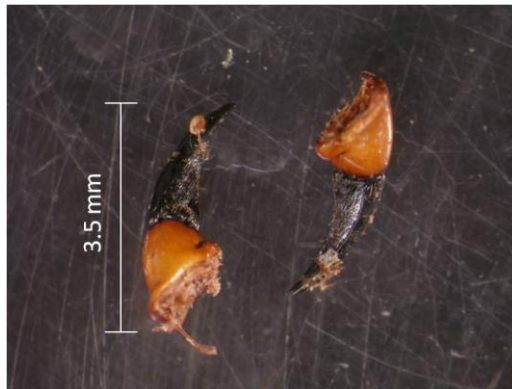
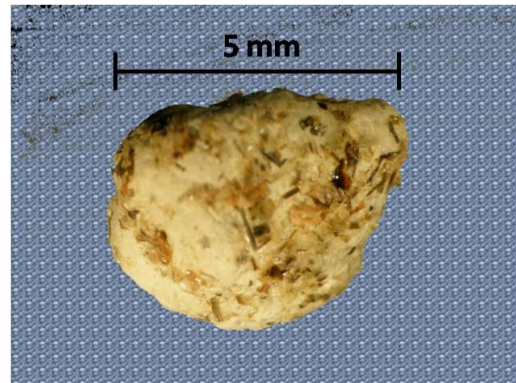
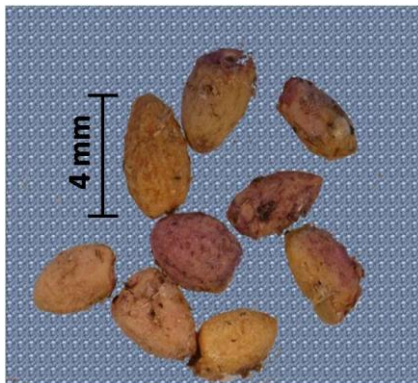


Foto 51. Representante de la Scolpennidae (Scolopendromorpha).

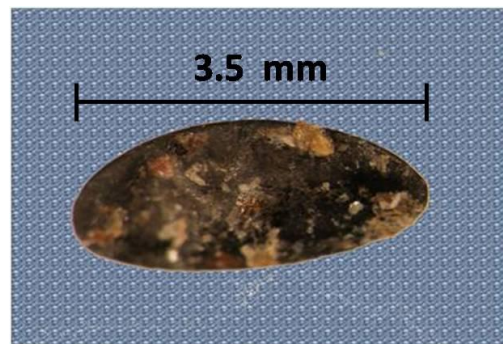
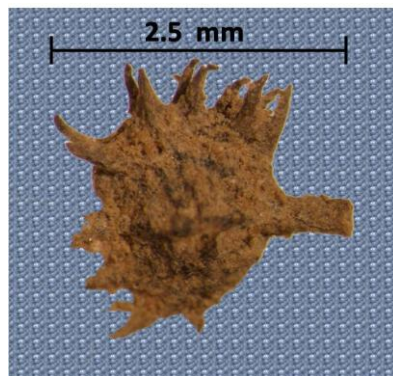
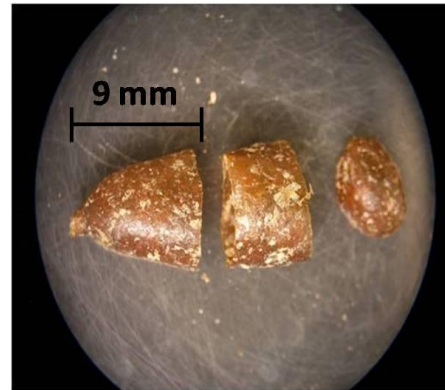
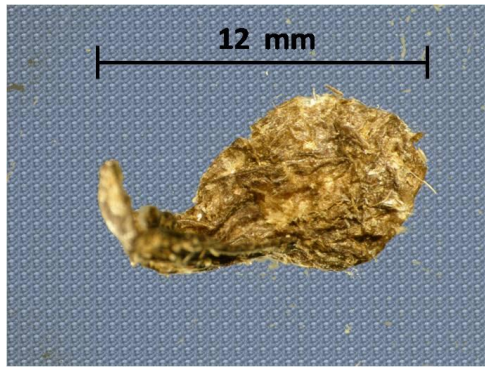


Foto 52. Representante de la Familia Phrynosomatidae (Squamata).



Fotos 53 y 54. Representantes de la Familia Poaceae (Poales) y de las pequeñas rocas.





Fotos 55, 56, 57 y 58. Representantes de las Morfo Especies 6, 7, 8 y 9 (Plantae).



Foto 59. Colocación de trampas pitfall.



Foto 60. Tenebriónido capturado en trampa pitfall.





Foto 61. Colecta de invertebrados con red entomológica.



Foto 62. Pesaje de ejemplar de Acrididae.



Foto 63. Pesaje de ejemplar de alacrán.



Foto 64. Pesaje de ejemplar de Tenebrionidae.

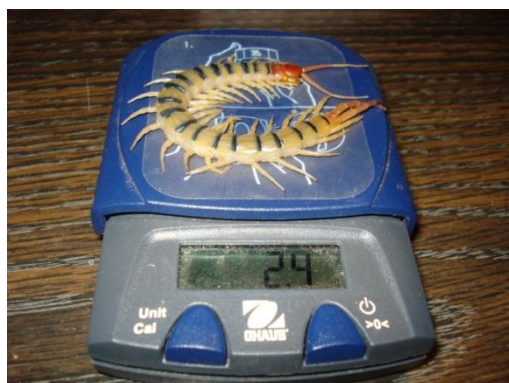


Foto 65. Pesaje de ejemplar de Scolopendridae.

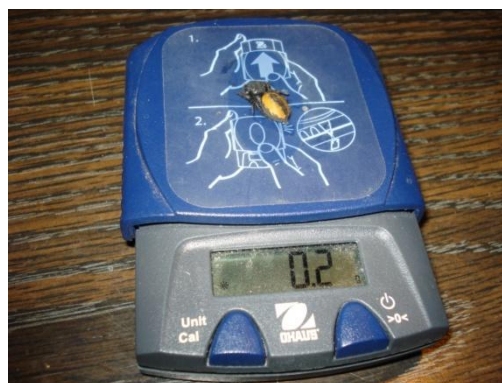


Foto 66. Pesaje de ejemplar de araña.



CAPÍTULO III

USO DE HABITAT INVERNAL, MOVIMIENTOS LOCALES Y MIGRATORIOS DEL ZARAPITO PICO LARGO *Numenius americanus*

3.1 RESUMEN

Año con año grandes números de zarapitos pico largo arriban al Llano La Soledad en Galeana N.L. a mediados de Octubre y comienza su migración de primavera a mediados de Marzo. La poca información sobre sus patrones de migración así como la falta de estudios sobre la especie en nuestro país, no ha permitido establecer medidas efectivas de conservación a nivel Norte América. Utilizando telemetría satelital y con el objetivo de conocer el uso de hábitat invernal así como sus patrones de migración y fidelidad a sitios invernales y reproductivos se capturaron 5 ejemplares entre los días 13 y 17 de Octubre de 2009, se seleccionaron 4 ejemplares (3M/1H) y fueron equipados con transmisores satelitales (solares y de batería). Los equipos solares fueron programados para emitir señal cada 3 días durante 2 años mientras que el de batería (500 hrs.) fue programado para emitir señal durante 7 meses. De las cuatro aves marcadas, un macho dejó de registrar movimientos en menos de un mes, los otros dos machos mostraron movimientos migratorios y la hembra permaneció en territorio invernal durante dos temporadas y después mostró movimientos migratorios. Se registraron los movimientos locales (en México) hasta el día 19 de marzo de 2010, obteniendo 2,056 lecturas de las cuales el 34% se encuentran dentro de las clases 3 y 2 consideradas como confiables, las demás fueron descartadas. Las lecturas se dividieron en horas de forrajeo y dormidero; el hábitat más utilizado como forrajeo fueron los cultivos vivos y barbechados con el 48.2% de las lecturas siendo la papa el de mayor representación, le siguen las colonias de perritos llaneros (21.4%) y la vegetación natural/secundaria (13.3%), los menos utilizados son los abrevaderos y aquellas sobre-pastoreadas o con tuberías expuestas (8.7%). En el caso de los dormideros se identificaron 14 y se caracterizó la vegetación en seis de ellos siendo la Rodadora (*Salsola kali*) la especie vegetal más importante. Se detectaron dos amenazas principales en terreno invernal: exposición a pesticidas y poco acceso al agua debido a la presencia de ganado. Documentamos exitosamente la migración de un macho desde México hasta el rango más norteño de la especie, estableciendo así la conectividad entre los pastizales de Canadá, Estados Unidos y México. Observamos una fuerte fidelidad a sus sitios de invernación, reproducción y descanso, no solamente en una escala geográfica sino en una escala local también.



3.2 INTRODUCCIÓN

Estudiar y comprender el ciclo anual de diferentes especies, especialmente aquellas migratorias es vital para establecer medidas efectivas de conservación a través de su rango. Determinar los niveles de conectividad entre las áreas reproductivas, migratorias y de invernada es de prioridad para comprender completamente la dinámica de las poblaciones (Cline y Haig 2011; Heckscher *et al.* 2011).

La importancia de entender el espacio utilizado por las aves y sus patrones de movimiento han ganado importancia en los últimos 20 años (Kenow *et al.* 2002; Johnson *et al.* 2010) y el uso de la radio-telemetría ha generado avances significativos en diferentes áreas de la ecología de vida silvestre incluyendo movimientos y distribución de especies crípticas o de rápidos movimientos, localización de animales para determinar ámbito hogareño, uso de hábitat, patrones migratorios, actividad, relación presa/depredador, localización de nidos y dormideros, supervivencia entre otros (Fuller 1987; Warnock y Takekawa 2003; Lindberg y Walker 2007).

Los estudios sobre migración de aves han aumentado y mejorado de manera exponencial debido a la reciente disponibilidad de los pequeños dispositivos de localización por satélite conocido como terminales de transmisión de plataforma o PTT por sus siglas en inglés (Martell *et al.* 2001; Kenow *et al.* 2002; Warnock y Takekawa 2003).

Dicha tecnología no sólo ha permitido el trazado de las rutas de migración, sitios de descanso y áreas de invernada de una gran variedad de aves, pero de igual importancia, ha permitido a los ecologistas describir no sólo el movimiento de unos cuantos individuos, sino hacer inferencias sobre los parámetros de población (Webster *et al.* 2002).



3.3 ANTECEDENTES

Telemetría en Aves Playeras

Algunas especies de aves playeras son conocidas por sus migraciones a larga distancia y debido en parte a la preocupación generalizada por su conservación, se ha prestado atención a la comprensión de sus patrones migratorios (Marks y Redmond 1994; Skagen 2006). La telemetría fue utilizada en aves playeras por primera vez a finales de los 60's en la especie agachona americana (*Scolopax minor*) de la familia Scolopacidae, el uso de telemetría en aves playeras ha crecido exponencialmente en la última década (Warnock y Takekawa 2003).

Algunos estudios recientes con aves playeras y llevados a cabo bajo la metodología de telemetría tradicional incluyen los de Cline y Haig (2011) que trabajaron con la especie agachona común (*Gallinago delicata*) en el 2007 al Oeste de Oregon EUA cuantificando los patrones de movimientos intra e inter estacionales, la fidelidad (regional y local) a los sitios y los patrones migratorios de 37 individuos, así como establecer los patrones de residencia en una región en la que se superponen áreas de crianza y de invernada.

Demers *et al.* (2011) trabajaron con avocetas americanas (*Recurvirostra americana*) en la Bahía de San Francisco, California, EUA para determinar el estatus poblacional (migrante o residente), uso de hábitat y selección de espacio. Sus datos sugirieron que los individuos de esta especie presentan una alta fidelidad al sitio mientras pasan el invierno, aunque la especie es plástica en su uso del espacio y selección del hábitat; esta plasticidad podría permitir que las aves migratorias y residentes se adapten a los cambios en sus hábitats.



Driscoll y Ueta en el 2002 publicaron el primer trabajo de aves playeras marcadas con transmisores satelitales, su especie de interés fue el *Numenius madagascariensis* (Scolopacidae) y su objetivo era registrar su migración desde Australia hasta sus terrenos reproductivos en el Ártico.

Podemos mencionar también el reciente trabajo de Johnson *et al.* (2010) donde siguieron satelitalmente a individuos de ostrero negro americano (*Haematopus bachmani*) provenientes de 5 sitios reproductivos (Vancouver en la Columbia Británica y Kodiak, Prince William Sound, Middleton y Juneau en Alaska) durante un ciclo anual y medio para documentar la migración en distancias medias y largas. Observaron una variación entre sitios de estudio en el momento en el que tuvo lugar la migración y en su extensión; los individuos demostraron fidelidad a los sitios reproductivos, sin embargo no observaron una conectividad migratoria fuerte.

Watts *et al.* (2008) capturaron 26 ejemplares de *Numenius phaeopus* o zarapito trinador en Virginia, E.U.A. entre abril y mayo de 2008 y a uno se le colocó un transmisor solar de 9.5 gr. para describir sus movimientos migratorios. El ave comenzó su ruta migratoria el día 23 de Mayo de 2008 y terminó 58 días después en el río Kuskokwin en la costa suroeste de Alaska. Se determinó que el ave voló los primeros 5,057 km sin parar durante 143 horas y 24 minutos a una velocidad promedio de 35.3 km/hr., descansó durante 5 días en los alrededores del río Mackenzie; prosiguió hasta Alaska y se quedó 35 días en el área de Colville watershed para posteriormente volar a la costa oeste y viajar hacia el sur hasta llegar a su destino final.

Hábitat de *Numenius americanus*

Área Reproductiva. Anida principalmente en hábitat de pastizales de pastos cortos con topografía plana o con lomas de poca pendiente. Los hábitats con árboles, alta densidad de matorral o pastos altos y densos son evitados. No está claro el por qué prefieren áreas abiertas ya que es aquí donde pueden ser detectados más fácilmente por depredadores pero en cambio les facilita el forrajeo por el tipo y longitud de su pico. Los polluelos suelen refugiarse en áreas donde los pastos comienzan a ser altos y densos. El área de



anidación está dictada más por la estructura vegetal que por la composición de especies vegetales. El clima también dicta los límites del área reproductiva encontrándoseles en rangos de temperatura desde $<-12.2^{\circ}\text{C}$ en el norte hasta $>24.9^{\circ}\text{C}$ en el sur (Dugger y Dugger 2002).

Durante la migración. Aunque han sido poco estudiados, se sabe que utilizan una amplia variedad de hábitats durante sus migraciones, incluyendo praderas de pastos cortos secos, humedales asociados a lagos de álcali, lagunas costeras, pastizales costeros húmedos, lagunas intermareales, pantanos salados, campos de alfalfa, cebada y arroz. En el norte del estado de Chihuahua en México se les ha visto asociados a colonias de perritos de las praderas (*Cynomis* spp.) durante el otoño. En aquellos sitios de lagunas, no utilizan aquellas áreas con una profundidad superior a los 16 cm de agua (Dugger y Dugger 2002).

Área Invernal. A lo largo de la costa del Pacífico utilizan estuarios, hábitats de pastos húmedos y playas arenosas, el uso de playas oceánicas es muy raro. Percha por lo común en elevaciones de los pantanos durante las mareas altas (Page *et al.* 1979; Danufsky 2000). Los pastizales no son utilizados durante las noches, sino que llegan a ellos unos 15-20 minutos después del amanecer y parten de ellos poco después del atardecer (Dugger y Dugger 2002).

Por el lado del Golfo de México utiliza casi exclusivamente lodazales ligeramente inundados con algunas porciones de pastos marinos como *Halodule beaudettei*, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* *Halophila engelmannii*. Se les suele ver en parvadas de entre 10-50 individuos asociados con garzas rojizas (*Egretta rufescens*), garza blanca (*Ardea alba*) e ibis blanco (*Eudocimus albus*). Se mueven frecuentemente entre las áreas de lodazal y tierras adentro pero estos sitios no han sido estudiados. El hábitat utilizado en el sur de Texas y en México es poco conocido (Dugger y Dugger 2002).



3.4 METODOS

3.4.1 Captura de ejemplares

- Se utilizaron trampas “leg hold noose mats” o de dogales de diferentes medidas con los siguientes materiales: malla de alambre, pintura para exterior color café nogal, espray texturizado y sedal para pescar camuflado (Mehl *et al.* 2003); así como una trampa de red de túnel descrita por Bub (1991). Foto 67.
- El sitio de captura fue en un presón ganadero en La Hediondilla, Galeana, Nuevo León. Figura 12.



Figura 12. Presón ganadero utilizado como sitio de captura de los zarapitos pico largo.

3.4.2 Marcaje y Rastreo

- Todos los ejemplares capturados fueron marcados individualmente con una banda metálica numerada y dos bandas plásticas verdes en la pata derecha así como 3 bandas de colores diferentes en la pata izquierda. Foto 68.
- Se seleccionaron cuatro ejemplares a los que se les colocaron 3 transmisores solares satelitales de 20 gr. de la compañía Microwave Inc. y 1 transmisor satelital de 20 gramos con batería de la compañía North Star. Fotos 69 a 72.
- La colocación de los transmisores se llevó a cabo bajo la metodología descrita por Sanzenbacher *et al.* (2000). Figura 13.



- El peso conjunto del transmisor y el arnés fue de aproximadamente 3.6% de la masa corporal promedio del ave (549 gr.), por lo cual se encontró por debajo del 5% recomendado por Gaunt *et al.* (1997).
- En el caso del PTT de batería (tiempo de vida=500 hrs.) fue programado con 9 ciclos y 57 sub ciclos de encendido/apagado para lograr una mayor eficiencia de recolección de datos durante aproximadamente 2 años. Los PTT solares fueron programados de tal manera que tuvieran ciclos de encendido/apagado 8-10 hrs cada tercer día durante un periodo de dos años.
- En base a observaciones de años anteriores, sabemos que *Numenius americanus* llega a mediados del mes de octubre a los pastizales de La Soledad a invernar y comienza su migración hacia terrenos reproductivos a mediados de marzo, por lo que la programación de los ciclos se hizo de tal manera que obtuviéramos una mayor cantidad de lecturas en los meses de marzo a mayo de 2010 y así poder establecer su ruta migratoria.
- Las señales emitidas fueron monitoreadas y descargadas mediante la página de Argos Satellite Network. Todas las locaciones fueron ingresadas en una base de datos y analizadas para filtrar aquellas consideradas de poca confiabilidad por el proveedor (ARGOS 2008). Solamente las clases 3 y 2 (rango de error de <150m y 150m << 350m respectivamente) fueron utilizadas; las lecturas clases 0, 1, A, B y Z (arriba de 350 m y hasta 1,500 m de rango de error) fueron descartadas para el análisis de uso de hábitat.

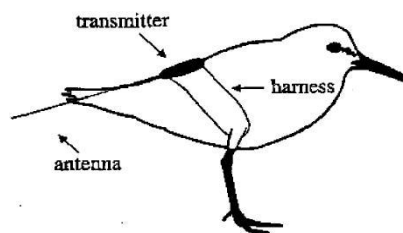


Figura 13. Método de colocación del transmisor en el ave.



3.4.3 Uso de hábitat invernal y movimientos migratorios.

- Las coordenadas recibidas a través de satélite fueron verificadas en campo y se agruparon en dos categorías: forrajeo y dormitorio. Se identificaron los diferentes tipos de hábitat utilizados para cada actividad.
- Una vez que los dormitorios fueron identificados se llevó a cabo un análisis de vegetación en cuadrantes para determinar su estructura (Bullock 2006).
- Se utilizaron 5 cuadrantes de 10x10 m (500m²) en cada dormitorio seleccionado.
- Se registraron los datos de altura, cobertura y especie de cada individuo: se calculó la altura promedio, densidad relativa (DR= número de individuos de una especie como una proporción del total de individuos de todas las especies), frecuencia relativa (FR= frecuencia de una especie como proporción de la suma de las frecuencias de todas las especies), cobertura relativa (CR= cobertura de cada especie expresada como una proporción de la cobertura total de todas las especies) y el valor de importancia (VI= DR + FR + CR, que nos da un estimado de la importancia de una especie dentro de la comunidad) (Brower *et al.* 1990).
- Los datos obtenidos por satélite fueron subidos al Google Earth y Arc View 3.2 para generar los mapas sobre las rutas migratorias y movimientos locales.
- Para obtener el área utilizada como ámbito hogareño durante la temporada invernal se utilizó el programa Home Range y se aplicaron dos estimadores: el Polígono Mínimo Convexo (Mohr 1947) en el cual se utilizaron el 100% de las locaciones clases 3 y 2, así como el estimador de Kernel al 95% con las funciones Cross-validated Fixed (Worton 1989; Seaman y Powell 1996).



3.5 RESULTADOS

Durante los días 13 al 17 de octubre de 2009 se colocaron trampas en el presón ganadero y se capturaron 5 ejemplares de *Numenius americanus* en total. El día 14 de octubre de 2009 fueron colocados 2 equipos de telemetría satelital, uno solar (ID 33089) y el otro de batería (ID 86873) a las 12:35 p.m. y las primeras lecturas fue recibidas a las 17:26 p.m. y 17:24 p.m. respectivamente de ese mismo día. El 16 de octubre de 2009 fueron colocados los otros 2 equipos de telemetría satelital solares (ID's 33088 y 33091) a las 11:20 a.m. y las primeras lecturas fue recibidas a las 11:51 a.m. y 12:18 p.m. respectivamente de ese mismo día (Fotos 71 y 72).

3.5.1 Rastreo Satelital

De 4 aves marcadas, un ♂ (ID 33091) dejó de registrar movimientos en menos de un mes, los otros dos ♂ (ID 33089 e ID 86873) mostraron movimientos migratorios y la ♀ (ID 33088) permaneció en territorio invernal durante dos temporadas y después mostró movimientos migratorios. Tabla 17.

Tabla 17. Identificación de transmisor, sexo, peso y captura de 5 individuos de zarapito pico largo.

ID_PTT	Sex	Peso (gr.)	Fecha captura	Locación	Coordenadas	Status Actual	Fecha última señal
86873 (B)	♂	524	14 Oct 2009	La Hediondilla	24°57' N, 100°43' O	Sin señal	13 Abr 2010
33089 (S)	♂	560	14 Oct 2009	La Hediondilla	24°57' N, 100°43' O	Sin señal	07 Mar 2012
33088 (S)	♀	610	16 Oct 2009	La Hediondilla	24°57' N, 100°43' O	Sin señal	22 May 2011
33091 (S)	♂	500	16 Oct 2009	La Hediondilla	24°57' N, 100°43' O	Depredado	06 Nov 2009
-	♂	480	16 Oct 2009	La Hediondilla	24°57' N, 100°43' O	-	-

B = batería; S = solar



3.5.2 Rendimiento de los transmisores

Los transmisores funcionaron por un promedio de 416 días (23 ± 874) y emitieron 7,685 coordenadas; las locaciones de alta calidad (LC3 y LC2) ocuparon el 32% del total. La proporción de locaciones obtenidas en las categorías de horas de alimentación y forrajeo fue prácticamente igual (49% y 51% respectivamente), como resultado de ello, fue posible identificar plenamente y catalogar todos los sitios utilizados por las aves dentro de estas dos categorías.

Para el análisis de los movimientos locales de uso de hábitat invernal, se tomaron en cuenta sólo las lecturas recibidas desde el momento de la liberación de las aves hasta que los primeros movimientos migratorios hacia el norte se registraron (18 de marzo de 2010). El resto del tiempo que la hembra ID 33088 permaneció en México así como las futuras vistas del macho ID 330809 fueron monitoreadas pero no fueron consideradas para el análisis de uso de hábitat. Un total de 2,056 lecturas fueron registradas dentro de territorio invernal mexicano de las cuales el 34% fueron clasificadas como LC3 y LC2. Tabla 18.

Tabla 18. Rastreo y parámetros de locaciones de 4 zarapitos pico largo.

PTT	DPTF / DPFM	*Días con locación	*Número total de locaciones	*Número locaciones aceptadas	*Número de locaciones por clases						
					B	A	Z	0	1	2	3
86873	184 / 155	30	181	58	16	14	0	48	45	33	25
33089	874 / 160	140	902	287	74	79	14	267	181	172	115
33088	584 / 158	142	856	311	65	76	9	193	202	159	152
33091	23 / 23	20	117	37	6	5	1	40	28	18	19

DPTF= días de período total de funcionamiento. DPFM= días de período de funcionamiento en México. * En México (uso de hábitat invernal).



3.5.3 Movimientos locales y uso de hábitat invernal (México)

El PTT ID 33089 es el que generó una mayor cantidad de transmisiones con 902 lecturas y 287 confiables, seguido por el ID33088, ID 86873 y finalmente el ID 33089 con 117 lecturas y 37 confiables. Tabla 18.

Es notoria la baja cantidad de lecturas recibidas por los ID's 86873 y 33091, en el primer caso, al ser un equipo de batería fue programado con ciclos de encendido/apagado cada 10 días durante el periodo de octubre a marzo, por lo que la cantidad de lecturas emitidas es menor en comparación con los PTT solares programados para emitir datos cada 3 días permanentemente. En el segundo caso (ID 33091), se trata de un PTT solar y la baja cantidad de lecturas emitidas se debe a que dicho equipo registró una baja de voltaje el día 6 de noviembre y continuó descendiendo así hasta el día 13 de noviembre, así como el registro de movimiento nulo a partir de esta fecha (Figuras 14 y 15), lo anterior es una clara indicación de que el equipo no estaba recibiendo radiación solar y que se encontraba en el suelo con el panel hacia abajo, las dos explicaciones posibles son: el ave fue depredada y el equipo quedó en el suelo o el ave se liberó del arnés junto con el transmisor.

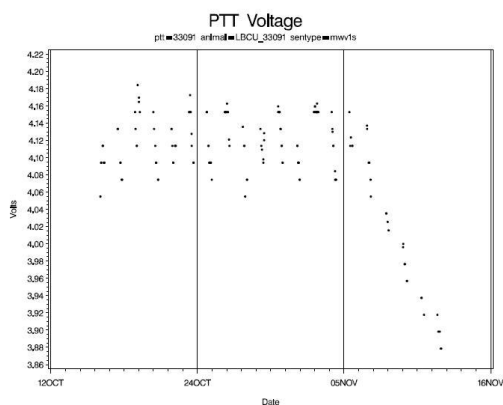


Figura 14. Disminución del voltaje del equipo satelital solar ID 33091.

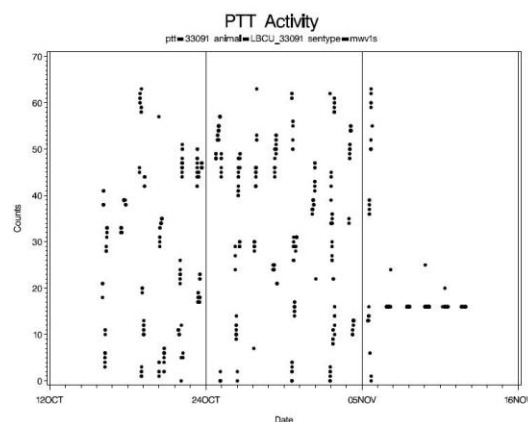


Figura 15. Registro de movimiento del equipo satelital solar ID 33091.



Las últimas locaciones se registraron en un predio localizado junto a la comunidad El Uno (Figura 16); se llevó a cabo la búsqueda del equipo con la intención de recuperarlo y poder colocarlo nuevamente más adelante. Se tomaron en cuenta las últimas coordenadas registradas desde la caída del equipo, así como sus rangos de error lo cual nos dio un área de búsqueda aproximada de 2 km^2 , el área trató de cubrirse a pie por 3 personas durante 2 días enteros pero al ser una zona utilizada por las aves como dormitorio presentaba una vegetación densa y de mediana altura (Foto 73) lo que dificultó la búsqueda del equipo de $5 \times 1 \times 1 \text{ cm}$. Posteriormente se elaboró un mapa en el cual se delimitaron zonas clave de búsqueda mediante cuadrantes de $30 \times 30 \text{ m}$ marcados en rojo seleccionados en base a la superposición del área de rango de error de cada lectura (Figura 17 a y b); en esta ocasión se recurrió a la ayuda de un detector de metales (Foto 74), cada cuadrante fue delimitado con estacas y cinta de colores y recorrido a pie con el uso del detector, se recorrieron 120 cuadrantes sin éxito. Se supuso que el ave fue depredada y los restos de su cadáver junto con el equipo de telemetría fueron enterrados.

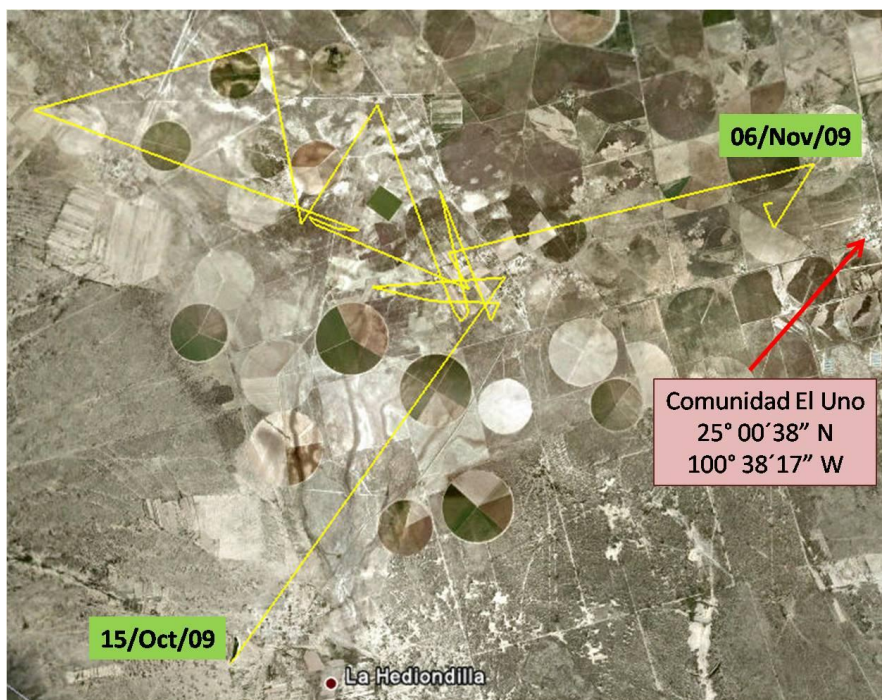


Figura 16. Movimientos registrados del zarapito pico largo ID 33091 antes de su muerte.



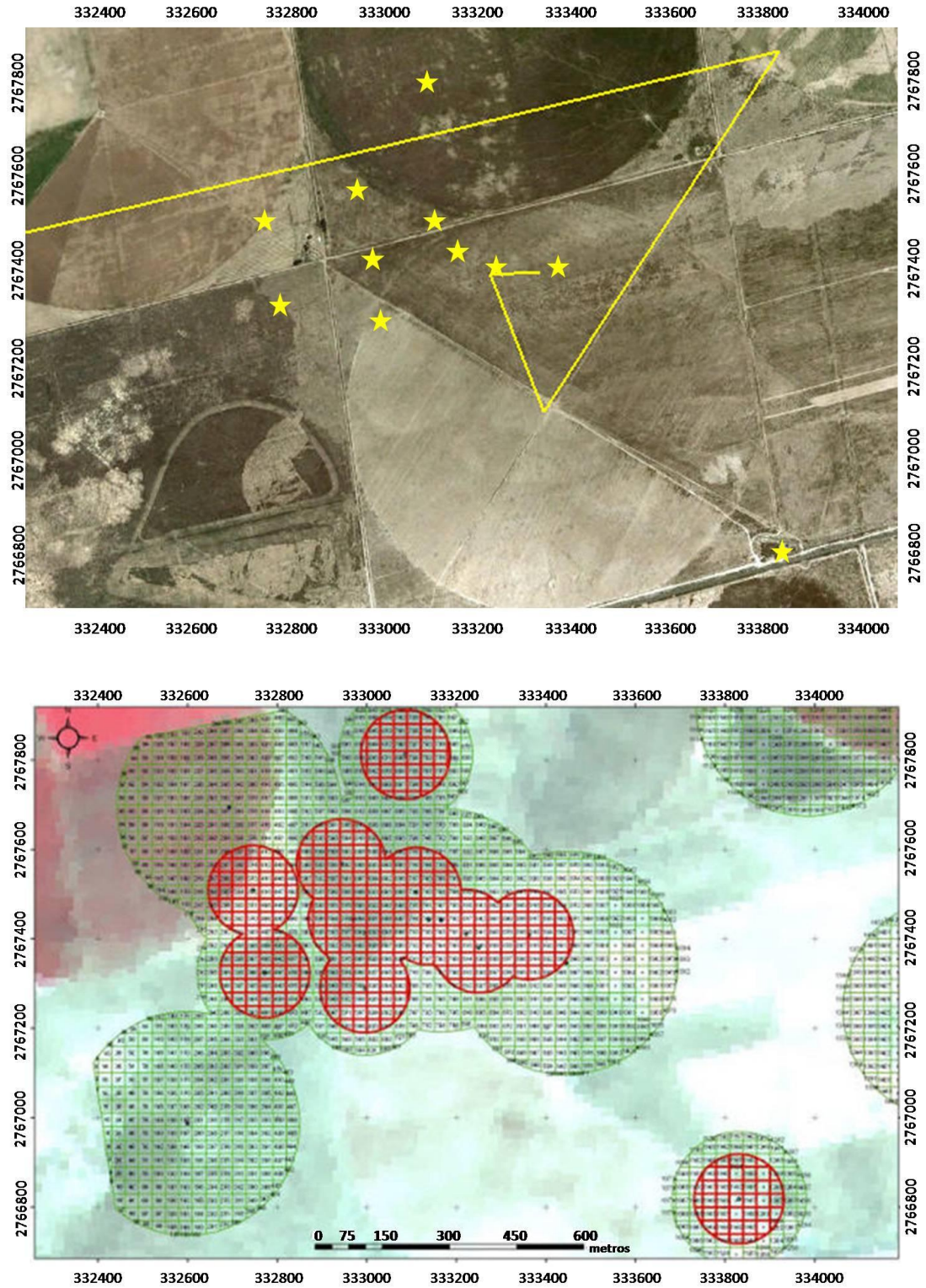


Figura 17 a y b. Zona de búsqueda del equipo satelital solar ID 33091.



En la Figura 18, se resumen los movimientos a través de los meses; como puede apreciarse, al inicio de la temporada invernal las aves permanecen juntas en el área cercana a la zona de captura haciendo visitas ocasionales al ANP estatal “La Soledad”. Posteriormente y como se ha observado a través de los años, las parvadas comienzan a dividirse en grupos más pequeños y hacen uso de diferentes zonas. El LBCU ID 86873 se trasladó unos 30 km al sureste, frente a la comunidad El Potosí, N.L. y el LBCU ID 33088 a unos 50 km al sureste y permanece en el área de San Roberto. En cambio el LBCU ID 33089 hace uso ocasional del Rancho Los Ángeles perteneciente a la Universidad Agraria Antonio Narro (UAAN) localizado en Coahuila, regresa y pasa algunos días en el área de San Rafael, Galeana, N.L. y se traslada 33 km al norte rumbo a San Antonio de las Alazanas, en Arteaga, Coah. y de ahí se dirige rumbo a General Cepeda, Coah. a unos 75 km al Oeste donde permanece y hace uso de sus cultivos para forrajear y vuela todas las noches a un dormitorio localizado en el entronque de Saltillo y la carretera antigua a General Cepeda.

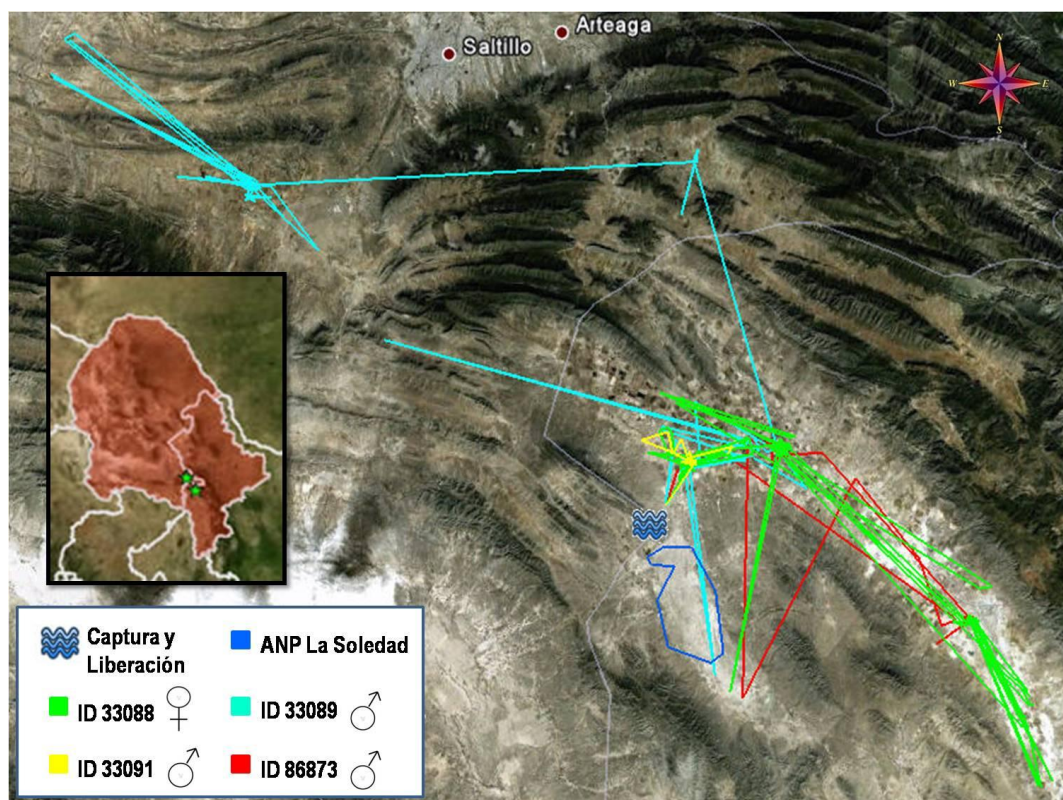


Figura 18. Movimientos de los Zarapitos en las áreas aledañas al Llano de la Soledad, Nuevo León, a través del tiempo (Octubre 2009-Marzo 2010).



Ámbito Hogareño

El Polígono Mínimo Convexo (PMC) agrupó todas las locaciones de cada ave en un solo polígono mientras que los estimadores de Kernel (EK) redujeron estas áreas a centros de actividad arrojando los siguientes datos: ♂ID 86873: PMC = 70, 205 ha, EK = 17, 764 ha; ♀ID 33088: PMC = 70, 695 ha., EK = 16, 653 ha y el ♂ID 33089: PMC = 226, 058 ha., EK = 44, 218 ha. En la Figura 19, se observa claramente una zona que esta definida por la sobreposición de los 3 polígonos, que equivale aproximadamente a 10, 800 ha. y que pertenece a la comunidad de San Rafael, siendo el sitio de uso común del zarapito pico largo al inicio de la temporada invernal antes de dividirse en grupos más pequeños y dispersarse en toda la zona.

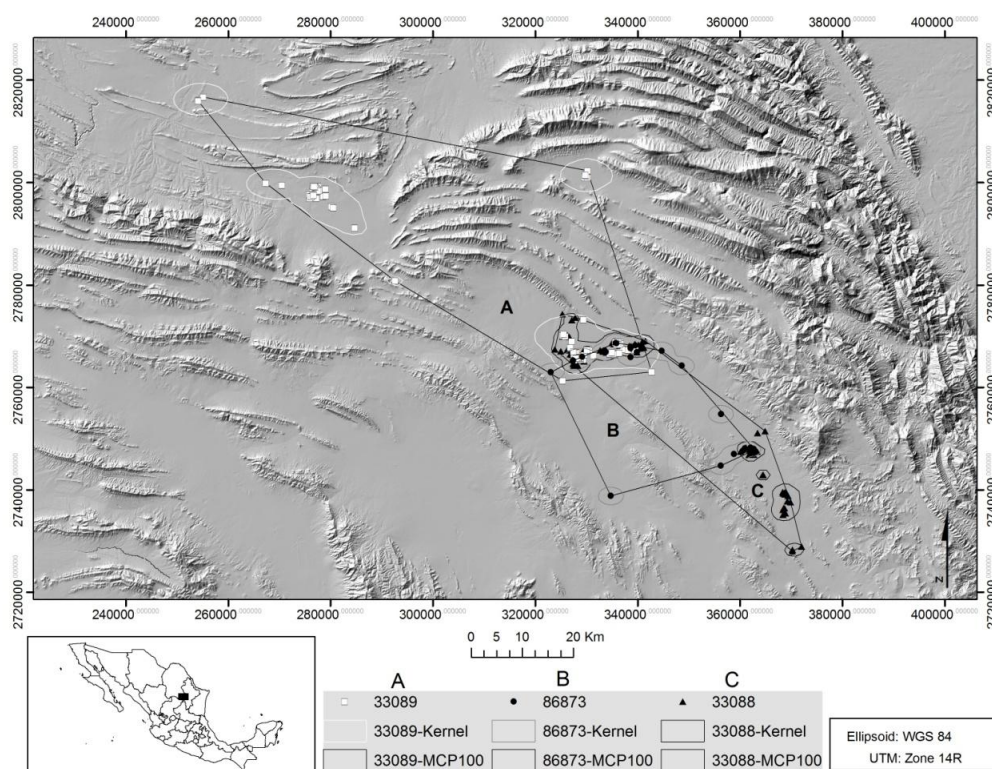


Figura 19. Ámbito hogareño de 3 zarapitos pico largo delimitados por el Polígono Mínimo Convexo y los Estimadores de Kernel.











Hábitats invernales utilizados

Los datos analizados comprenden el período del 14 de octubre de 2009 al 18 de marzo de 2010. De las 693 lecturas recibidas de las clases 2 y 3, se seleccionaron al azar 400 que fueron verificadas en campo y se dividieron en sitios de forrajeo y dormitorio obteniendo, tomando como criterio de inclusión la hora en la que se registró cada lectura, siendo de las 0700 a las 1759 para el forrajeo y de las 1800 a las 0659 para el dormitorio.

Forrajeo

Las lecturas recibidas fueron agrupadas en 7 tipos de “hábitat” principales que se enlistan en la Tabla 19. Como puede apreciarse en la Figura 20 son los cultivos verdes y los barbechos los que presentan la mayor cantidad de lecturas con un 24.1% cada uno y es la zona con tubería la de menor presencia con el 0.8% de representación.

Tabla 19. Tipos de hábitat utilizado por el Zarapito pico largo como forrajeo en Nuevo León y Coahuila.

	<u>Cultivo verde.</u> Cultivos vivos con riego (Fotos 75, 76 y 77).
	<u>Cultivo barbechado.</u> Zonas de cultivo que fueron barbechados en ese momento (Foto 78).
	<u>Col. perrito de la pradera.</u> Áreas abiertas, y extensas donde se localizan colonias de perritos de las praderas <i>Cynomys mexicanus</i> (Foto 79).
	<u>Vegetación natural y/o secundaria.</u> Área donde predomina o se mezclan algunos tipos de vegetación natural o secundaria (Foto 80).
	<u>Sin acceso.</u> Áreas a las que no se pudo llegar debido a ser privadas o sin caminos cercanos.
	<u>Charco en área abierta.</u> Presón ganadero (Foto 81) y zona abierta con humedad (Foto 82).
	<u>Área abierta.</u> Zona pastoreada por el ganado (Foto 83).
	<u>Tubería.</u> Áreas en las que se metió red de tubería por lo que pudo atraer a las aves por la humedad o la tierra removida (Foto 84).



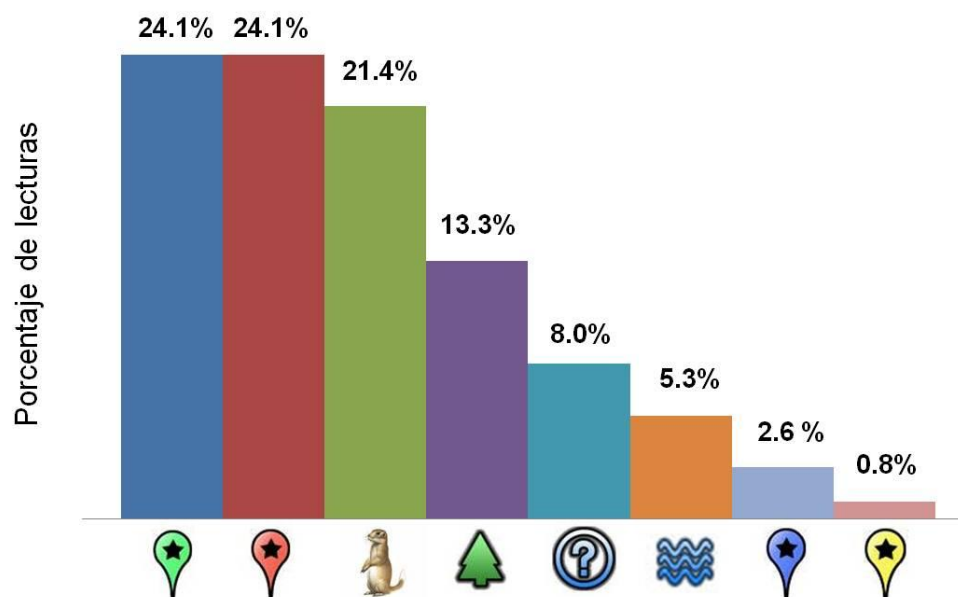


Figura 20. Número de lecturas en cada “hábitat” utilizado por el zarapito para forrajeo expresado en porcentaje.

Las colonias de perritos de las praderas son ampliamente utilizadas también como área de alimentación debido a que éstos al escarbar para construir sus túneles y al alimentarse de raíces propician que insectos se muevan y sean más visibles para las aves. Los cultivos vivos así como aquellos barbechados son atractivos para insectos por lo que estas aves hacen gran uso de ellos. En el caso del abrevadero, los registros pertenecen al presón ganadero de la Hediondilla y a una zona abierta con algo de humedad en el suelo.

De los 7 tipos de hábitat, 3 de ellos fueron sub clasificados debido a que presentaban diferentes variables, condiciones o asociaciones: cultivos verdes con 8 sub clasificaciones, perritos de las praderas con 6 sub clasificaciones y vegetación natural con 4 sub clasificaciones (Figuras 21, 22 y 23).



Dentro de los cultivos vivos tenemos 8 variedades: forrajes indeterminados, papa (*Solanum tuberosum*), trigo (*Triticum* sp.), avena (*Avena* sp.), cebada (*Hordeum vulgare*), alfalfa (*Medicago sativa*), nogal (*Juglans nigra*) y cilantro (*Coriandrum sativum*). La papa es el cultivo principal de la zona de Galeana, por lo que es este tubérculo el que presenta la mayor cantidad de locaciones, seguido por la avena y el trigo; el cilantro es el menos utilizado y en el caso del uso de nogaleras, al no ser un fruto que puedan ingerir estas aves ni presentar remoción de tierra, su actividad en ellos se deba quizás al uso del sistema de riego como abrevadero (Figura 21).

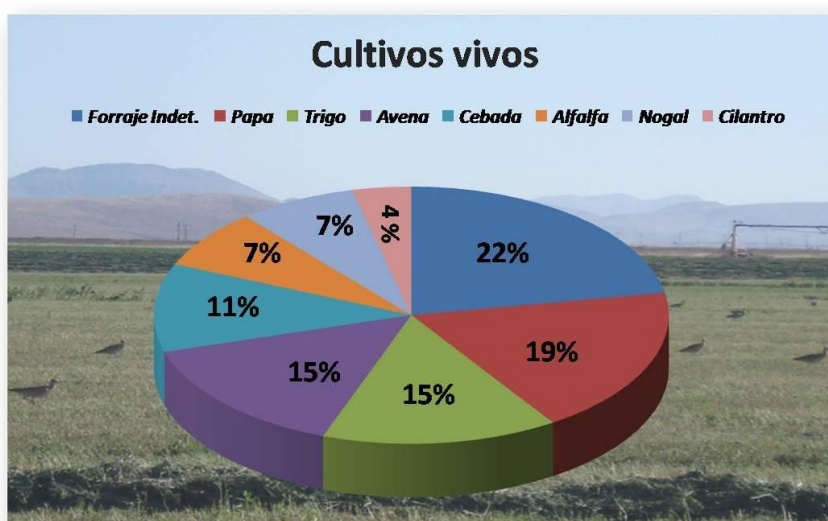


Figura 21. Locaciones de Zarapito pico largo en diferentes cultivos expresado en porcentaje.

Para las zonas donde se localizan perritos de las praderas, éstos fueron clasificados de acuerdo a sus asociaciones: áreas biertas, en valles, junto a cultivos de papa, junto a ejidos, junto a barbechos y en asociación con xoconoztles (*Opuntia imbricata*); siendo las zonas abiertas las preferidas por los zarapitos (Figura 22). En el caso de la vegetación natural y/o secundaria, lo más utilizado es la vegetación dominada por la “rodadora” (*Salsola kali*), seguida por la rúcula silvestre (*Eruca sativa*), y una combinación de sibara (*Sibara runcinata*) con marrubio (*Marrubium vulgare*); se tiene también locaciones en áreas de matorral cerrado por lo que es factible que las lecturas hayan sido registradas cuando las aves sobrevolaban el área al trasladarse de un sitio a



otro o también al arribar al presón ganadero ya que éste se encuentra rodeado de matorral bajo; las locaciones dentro de los primeros 3 subtipos son utilizadas durante las primeras horas de la mañana y las ultimas de la tarde, ya que estos sitios son utilizados como dormideros (Figura 23).



Figura 22. Lecturas obtenidas del Zarapito pico largo sobre colonias de perritos expresado en porcentaje.

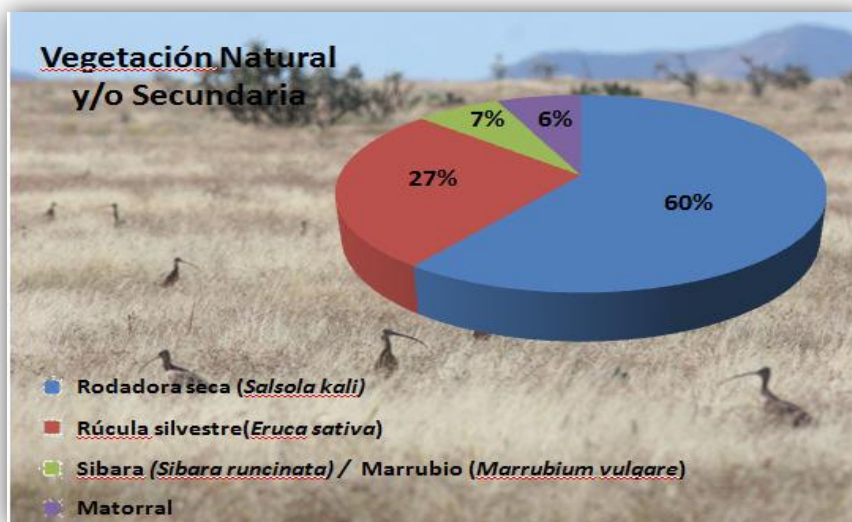


Figura 23. Vegetación natural y/o secundaria utilizada por los zarapitos expresado en porcentaje.



Dormidero

Se identificaron 14 dormideros diferentes (12 para N.L. y 2 para Coahuila) durante toda la temporada invernal (Figura 24 y Tabla 20); las aves mostraron un patrón de rotación de estos dormideros con una orientación oeste a este a través de los meses, iniciando con aquellos mas cercanos al sitio de captura y dispersándose cada vez más. Una posible explicación de este comportamiento es el de no acostumbrar a los depredadores a un solo sitio de descanso y así evitar la depredación.

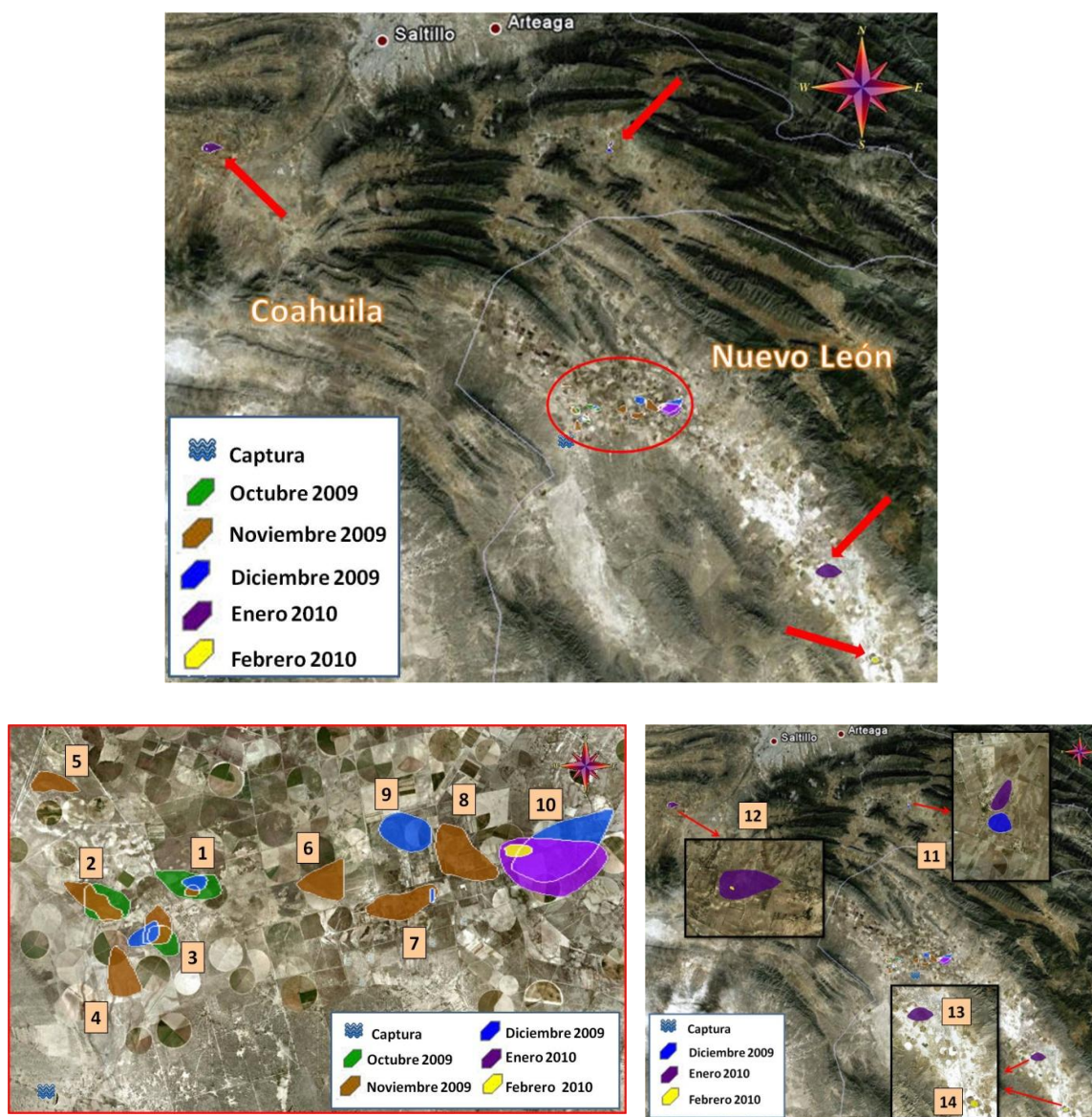


Figura 24. Dormideros utilizados por los zarapitos.










Tabla 20. Sitios utilizados como dormideros por los zarapitos durante la temporada invernal.

ID	Localidad	Municipio	Estado	Latitud N	Longitud O	Superficie aprox.
1	El Erial I	Galeana	Nuevo León	25° 00' 38.39''	100° 41' 12.77''	1.448 km ²
2	El Erial II*	Galeana	Nuevo León	25° 00' 23.49''	100° 42' 43.54''	1.784 km ²
3	El Erial III	Galeana	Nuevo León	24° 59' 57.64''	100° 41' 49.93''	1.738 km ²
4	Erial / Hediondilla	Galeana	Nuevo León	24° 59' 18.47''	100° 42' 21.02''	1.099 km ²
5	La Casita	Galeana	Nuevo León	25° 02' 10.85''	100° 43' 29.47''	0.848 km ²
6	El Uno I*	Galeana	Nuevo León	25° 00' 43.08''	100° 39' 02.21''	1.569 km ²
7	El Uno II*	Galeana	Nuevo León	25° 00' 19.56''	100° 37' 47.87''	1.494 km ²
8	El Uno III	Galeana	Nuevo León	25° 01' 03.40''	100° 36' 49.08''	2.037 km ²
9	El Uno IV	Galeana	Nuevo León	25° 01' 25.37''	100° 37' 41.79''	1.384 km ²
10	La Concha*	Galeana	Nuevo León	25° 01' 01.01''	100° 35' 16.58''	6.6 km ²
11	San Antonio Alazanas*	Arteaga	Coahuila	25° 19' 08.79''	100° 41' 24.92''	0.975 km ²
12	Sn Juan de la Vaquería*	Saltillo	Coahuila	25° 17' 15.52''	101° 12' 35.60''	3.38 km ²
13	El Potosí	Galeana	Nuevo León	24° 50' 07.74''	100° 22' 07.55''	4.8 km ²
14	San Roberto	Galeana	Nuevo León	24° 44' 10.00''	100° 18' 02.89''	0.708 ²

*Dormideros seleccionados para la caracterización de la vegetación

Los dormideros fueron agrupados en 7 tipos de “hábitat” principales que se enlistan a continuación (Tabla 21) y 1 cuenta con una sub clasificación.

Tabla 21. Tipos de hábitat utilizado por el zarapito pico largo como dormidero.

	Rodadora. Matorrales bajos de rodadora (<i>Salsola kali</i>). (Foto 85).
	Rúcula silvestre. Zonas donde la vegetación predominante es la rúcula silvestre (<i>Eruca sativa</i>). (Foto 86).
	Cultivo de papa. Cultivos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) con altura de vegetación de aproximadamente 50 cm. (Foto 87).
	Sibara y Marrubio. Zonas donde se presentan mogotes de la Sibaras (<i>Sibara runcinata</i>) y marrubios (<i>Marrubium vulgare</i>) (Foto 88).
	Vegetación alta post-cultivo. Zonas que alguna vez fueron cultivos de temporal y actualmente se encuentran cubiertas de vegetación secundaria. (Foto 89).
	Estipa o Esparto. Área donde predomina el zacate <i>Stipa tenuissima</i> (Foto 90).
	Matorral / Estipa. Matorrales bajos con zacates altos que se encontraban en un predio privado sin acceso (Foto 91).



De los 7 tipos de hábitat el más utilizado con un 54.0% del total es la rodadora (*Salsola kali*) y presenta una sub-clasificación con 7 asociaciones. El segundo hábitat más utilizado es la rúcula silvestre (*Eruca sativa*) con un 21.5% y los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) ocupan un 14.2%; siendo estos los más sembrados en Galeana, N.L. Se observa que los LBCU hacen uso de ellos al principio de la temporada invernal (octubre y principios de noviembre) y hasta que son barbechados (diciembre) y es entonces cuando hacen uso de las zonas con rodadoras durante el resto de la temporada (Figura 25). Dentro de las sub-clasificaciones es la rodadora seca (*Salsola kali*) la más ampliamente utilizada y la menos preferida es la combinación de rodadora con sibara (*Sibara runcinata*) y marrubio (*Marrubium vulgare*), tal vez por ser la menos densa y por lo tanto la que menos protección puede ofrecer (Figura 26).

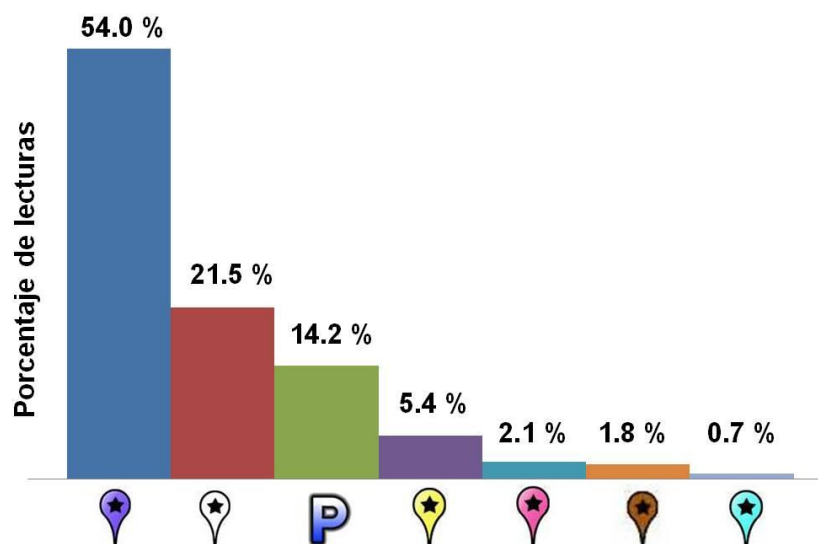


Figura 25. Hábitat utilizados por los Zarapitos pico largos como dormitorio.



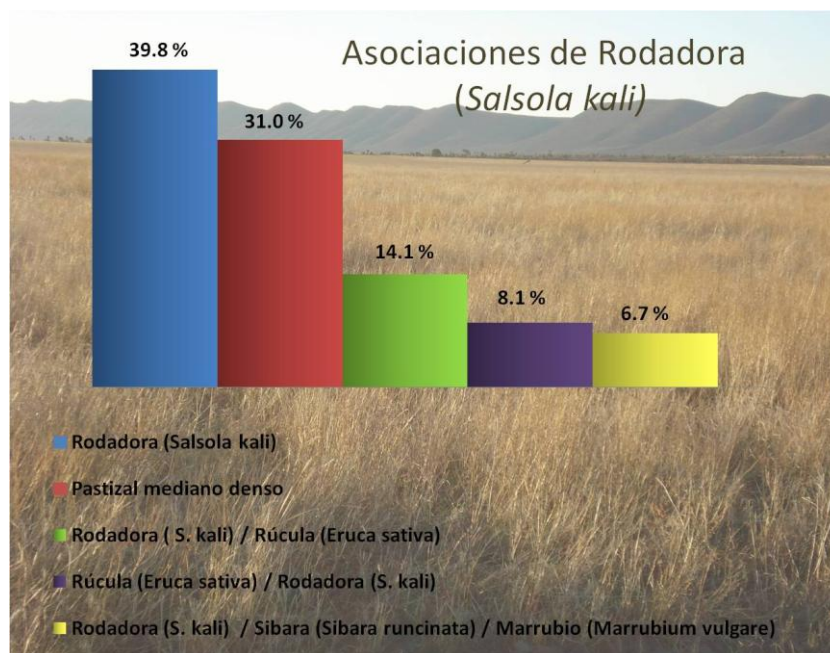


Figura 26. Dormideros preferidos por los zarapitos expresados en porcentaje.

Análisis de Vegetación de los dormideros

Se seleccionaron 6 dormideros basados en su mayor uso y fueron muestreados mediante cuadrantes de vegetación para obtener Valores de Importancia, así como datos sobre coberturas y densidad (Fotos 92, 93 y 94).

Se analizó únicamente el estrato arbustivo ya que por ser invierno el estrato herbáceo no presentaba condiciones adecuadas para ser medido y sobre todo identificarlo, la zona carece de un estrato arbóreo. Se contabilizaron 1,259 individuos pertenecientes a 2 Clases, 8 Ordenes, 10 Familias, 14 Géneros/Especies y 6 Morfoespecies (en algunos casos, los especímenes se encontraban secos o sin inflorescencias lo cual dificultó su plena identificación). Tabla 22.



Tabla 22. Especies vegetales encontradas dentro de los dormideros.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO_ESPECIE	No. IND.	
Monocotyledonaeae	Poales	Poaceae	<i>Erioneuron avenaceum</i>	7	
			<i>Stipa tenuissima</i>	23	
			<i>Eragrostis</i> sp.	96	
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Atriplex Canescens</i>	1	
			<i>Salsola kali</i>	190	
	Malvales	Malvaceae	Morfo Especie 6	2	
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Eruca sativa</i>	529	
			<i>Sibara runcinata</i>	79	
	Lamiales	Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	165	
		Loganiaceae	<i>Buddleja scordioides</i>	23	
	Scrophulariales	Scrophulariaceae	<i>Macranthera</i> sp.	1	
			Compositae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	1
	Asterales	Asteraceae	<i>Helianthus</i> sp.	13	
			<i>Parthenium incanum</i>	12	
	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum</i>	45	
			<i>pseudocapsicum</i>		
				Morfo Especie 1	26
				Morfo Especie 2	13
			Morfo Especie 3	8	
			Morfo Especie 4	15	
			Morfo Especie 5	10	
			TOTAL	1,259	

Análisis Global de los 6 dormideros. Los arbustos más comunes fueron la rúcula silvestre (n = 529, DR = 27.13, FR = 12.82), la rodadora (n= 190, DR = 41.78, FR = 12.82) y el marrubio (n= 165, DR = 8.46, FR = 10.26); mientras que el zacate amor (n = 96, DR = 0.25, FR = 7.69) fue el más común dentro de las monocotiledóneas. Aún y cuando la rúcula silvestre fue la especie más abundante, es la rodadora la que presenta un Valor de Importancia más alto debido a que esta segunda especie promedia densidades y alturas mayores lo cual le confiere una mejor estructura a la vegetación. El área muestreada comprendió un 38% de suelo desnudo. Tabla 23



Nomenclatura: I= Individuos; A= Altura; D=Densidad; DR=Densidad Relativa; Ab=Abundancia; AbR= Abundancia Relativa; F= Frecuencia; FR= Frecuencia Relativa; Dm= Dominancia; DR= Dominancia Relativa; VI= Valor de Importancia.

Especies: ATCA= *Atriplex canescens*; BUSC= *Buddleja scordioides*; ERAV= *Erioneuron avenaceum*; ERSA = *Eruca sativa*; ERsp= *Eragrostis sp.*; GYGL= *Gymnosperma glutinosum*; HEsp= *Helianthus sp.*; MAsp= *Macranthera sp.*; MAVU= *Marrubium vulgare*; MFSP= MorfoEspecie; PAIN= *Parthenium incanum*; SAKA= *Salsola kali*; SIRU= *Sibara runcinata*; SOPS= *Solanum pseudocapsicum*; STTE= *Stipa tenuissima*.

Tabla 23. Análisis global de vegetación global de los 6 dormideros utilizados por los zarapitos.

Especie	I	A	D	DR	Ab.	AbR	F	FR	Dm	DR	VI
ATCA	1	0.41	0.00	0.05	0.00	0.08	0.17	2.56	0.10	3.07	5.69
BUSC	23	0.59	0.00	0.25	0.02	1.83	0.17	2.56	0.08	2.36	5.17
ERAV	7	0.39	0.00	0.36	0.01	0.56	0.17	2.56	0.11	3.24	6.17
ERSA	529	0.45	0.18	27.13	0.42	42.02	0.83	12.82	0.24	6.95	46.90
ERsp.	96	0.53	0.00	0.25	0.08	7.63	0.50	7.69	0.07	2.07	10.01
GYGL	1	0.40	0.00	0.25	0.00	0.08	0.17	2.56	0.10	2.90	5.71
HEsp	13	0.77	0.00	0.25	0.01	1.03	0.17	2.56	0.14	4.21	7.03
MAsp	1	0.38	0.00	0.05	0.00	0.08	0.17	2.56	0.20	5.97	8.58
MAVU	165	0.51	0.06	8.46	0.13	13.11	0.67	10.26	0.20	5.94	24.65
MFSP 1	26	0.73	0.01	1.78	0.02	2.07	0.17	2.56	0.12	3.66	8.01
MFSP 2	13	0.74	0.00	0.67	0.01	1.03	0.17	2.56	0.06	1.69	4.92
MFSP 3	8	0.37	0.00	0.41	0.01	0.64	0.17	2.56	0.05	1.46	4.43
MFSP 4	15	0.77	0.01	0.77	0.01	1.19	0.33	5.13	0.13	3.76	9.65
MFSP 5	10	0.36	0.00	0.51	0.01	0.79	0.17	2.56	1.06	31.40	34.48
MFSP 6	2	0.56	0.02	2.46	0.00	0.16	0.17	2.56	0.19	5.73	10.76
PAIN	12	0.46	0.05	7.17	0.01	0.95	0.33	5.13	0.06	1.68	13.98
SAKA	190	0.47	0.27	41.78	0.15	15.09	0.83	12.82	0.14	4.10	58.71
SIRU	79	0.43	0.03	4.05	0.06	6.27	0.50	7.69	0.16	4.60	16.35
SOPS	45	0.29	0.02	2.31	0.04	3.57	0.50	7.69	0.05	1.44	11.44
STTE	23	0.36	0.01	1.18	0.02	1.83	0.17	2.56	0.13	3.78	7.53
	1,259	0.50	0.65	100.13	1.00	100.00	6.50	100.00	3.39	100.01	300.14

Se destaca en color rojo la especie que presentó el Valor de Importancia más alto



Análisis Individual de los 6 dormideros. Son cuatro las especies más importantes dentro de los dormideros: *Eruca sativa* (El Erial, El Uno, La Concha) *Marrubium vulgare* (San Antonio de las Alazanas), *Sibara runcinata* (El Uno) y *Salsola kali* (San Juan de la Vaquería). Tabla 24.

Nomenclatura: I= Individuos; A= Altura; D=Densidad; DR=Densidad Relativa; Ab=Abundancia; AbR= Abundancia Relativa; F= Frecuencia; FR= Frecuencia Relativa; Dm= Dominancia; DR= Dominancia Relativa; VI= Valor de Importancia.

Especies: ATCA= *Atriplex canescens*; BUSC= *Buddleja scordioides*; ERAV= *Eriosema avenaceum*; ERSA = *Eruca sativa*; ERsp= *Eragrostis sp.*; GYGL= *Gymnosperma glutinosum*; HEsp= *Helianthus sp.*; MAsp= *Macranthera sp.*; MAVU= *Marrubium vulgare*; MFSP= MorfoEspecie; PAIN= *Parthenium incanum*; SAKA= *Salsola kali*; SIRU= *Sibara runcinata*; SOPS= *Solanum pseudocapsicum*; STTE= *Stipa tenuissima*.

Tabla 24. Análisis individual de vegetación individual de los 6 dormideros utilizados por los zarapitos.

El Erial II (N.L.)											
Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
ERSA	79	0.45	0.16	79.00	0.50	49.69	1.00	19.23	0.16	16.70	114.93
ERsp	14	0.41	0.00	0.80	0.09	8.70	1.00	19.23	0.14	15.00	35.03
MAVU	12	0.49	0.02	8.00	0.07	7.45	1.00	19.23	0.19	20.48	47.71
MFSP 4	2	0.60	0.00	2.00	0.01	1.24	0.40	7.69	0.13	13.41	23.10
PAIN	3	0.42	0.01	3.00	0.02	1.86	0.40	7.69	0.05	5.24	15.93
SAKA	43	0.46	0.00	0.80	0.27	26.71	1.00	19.23	0.14	14.74	34.77
SIRU	7	0.33	0.01	7.00	0.04	4.35	0.40	7.69	0.14	14.43	29.12
	160	0.45	0.20	100.60	1.00	100.00	5.20	100.00	0.94	100.00	300.60

El Uno I (N.L.)

Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
ERSA	338	0.45	0.68	97.97	0.93	93.11	1.00	50.00	0.26	63.6567	211.63
SAKA	25	0.47	0.02	2.32	0.07	6.89	1.00	50.00	0.15	36.4706	88.79
	363	0.46	0.69	100.29	1.00	100.00	2.00	100.00	0.4045	100.1273	300.42

Se destaca en color rojo la especie que presentó el Valor de Importancia más alto



Continuación Tabla 24.

El Uno II (N.L.)

Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
ERSA	33	0.40	0.07	24.09	0.24	24.09	0.80	25.00	0.11	21.46	70.54
MAVU	31	0.55	0.06	22.63	0.23	22.63	0.80	25.00	0.19	36.97	84.60
SIRU	69	0.44	0.14	50.36	0.50	50.36	1.00	31.25	0.16	30.40	112.01
SOPS	4	0.28	0.01	2.92	0.03	2.92	0.60	18.75	0.06	11.36	33.03
	137	0.42	0.27	100.00	1.00	100.00	3.20	100.00	0.52	100.19	300.19

La Concha (N.L.)

Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
ATCA	1	0.41	0.00	0.57	0.01	0.56	0.20	2.78	0.10	3.96	7.30
ERAV	7	0.39	0.01	3.99	0.04	3.89	0.60	8.33	0.11	4.18	16.50
ERSA	60	0.44	0.12	34.19	0.33	33.33	1.00	13.89	0.15	5.58	53.66
GYGL	1	0.40	0.00	0.46	0.01	0.56	0.20	2.78	0.10	3.73	6.97
MAsp.	1	0.38	0.00	0.57	0.01	0.56	0.20	2.78	0.20	7.69	11.04
MAVU	11	0.48	0.00	0.46	0.06	6.11	0.80	11.11	0.19	7.09	18.65
MFSP 5	10	0.36	0.02	5.70	0.06	5.56	0.60	8.33	1.06	40.47	54.50
MFSP 6	2	0.56	0.02	4.56	0.01	1.11	0.40	5.56	0.19	7.39	17.51
SAKA	40	0.45	0.08	22.79	0.22	22.22	0.60	8.33	0.15	5.83	36.95
SIRU	3	0.52	0.01	1.71	0.02	1.67	0.60	8.33	0.14	5.18	15.22
SOPS	21	0.34	0.04	11.97	0.12	11.67	1.00	13.89	0.11	4.13	29.99
STTE	23	0.36	0.05	13.11	0.13	12.78	1.00	13.89	0.13	4.88	31.87
	180	0.42	0.35	100.06	1.00	100.00	7.20	100.00	2.63	100.11	300.16

San Antonio de las Alazanas (Coah.)

Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
ERSA	18	0.48	0.04	6.79	0.07	6.79	0.20	3.85	0.70	55.00	65.64
ERsp.	57	0.59	0.11	21.51	0.22	21.51	1.00	19.23	0.05	3.66	44.40
HEsp.	13	0.77	0.03	4.91	0.05	4.91	1.00	19.23	0.14	11.16	35.30
MAVU	111	0.50	0.22	41.89	0.42	41.89	1.00	19.23	0.21	16.09	77.21
SAKA	46	0.39	0.09	17.36	0.17	17.36	1.00	19.23	0.12	9.09	45.68
SOPS	20	0.25	0.04	7.55	0.08	7.55	1.00	19.23	0.06	5.07	31.85
	265	0.49	0.53	100.00	1.00	100.00	5.20	100.00	1.28	100.07	300.07

Se destaca en color rojo la especie que presentó el Valor de Importancia más alto



Continuación Tabla 24.

San Juan de la Vaquería (Coah.)											
Especie	I	A	D	DR	Ab.	AR	F	FR	Dm	DR	VI
BUSC	23	0.59	0.05	15.03	0.15	15.03	1.00	13.51	0.08	10.95	39.49
ERsp.	25	0.47	0.05	16.34	0.16	16.34	0.80	10.81	0.08	11.56	38.71
MFSP 1	26	0.73	0.05	16.99	0.17	16.99	1.00	13.51	0.12	16.99	47.49
MFSP 2	13	0.72	0.03	8.50	0.08	8.50	1.00	13.51	0.06	8.45	30.46
MFSP 3	8	0.37	0.02	5.23	0.05	5.23	0.80	10.81	0.05	6.76	22.80
MFSP 4	13	0.80	0.03	8.50	0.08	8.50	1.00	13.51	0.13	17.48	39.49
PAIN	9	0.47	0.02	5.88	0.06	5.88	0.80	10.81	0.06	8.19	24.88
SAKA	36	0.63	0.07	23.53	0.24	23.53	1.00	13.51	0.15	20.33	57.37
	153	0.60	0.31	100.00	1.00	100.00	7.40	100.00	0.74	100.69	300.69

Se destaca en color rojo la especie que presentó el Valor de Importancia más alto

Se utilizaron los Valores de Importancia de las especies y se aplicó el Índice de similitud de Bray-Curtis, se determinó que los dormideros San Antonio y El Erial son los más similares entre sí con un 60% (Figura 27).

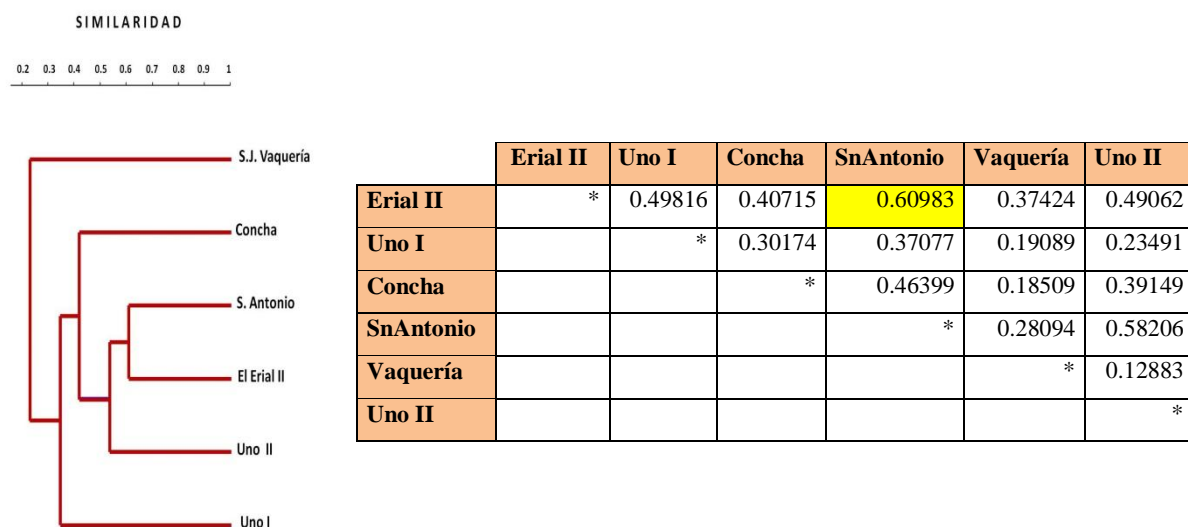


Figura 27. Dendrograma y valores obtenidos por el Índice de Similitud de Bray-Curtis.



3.5.4 Migración

Se registraron los movimientos migratorios de los machos ID 33089 e ID 86873. La hembra ID 33088 permaneció en el área invernal durante todo el primer año y fue hasta la segunda temporada que registró movimiento migratorio. La descripción completa y puntual de los movimientos migratorios de las 3 aves son descritos más adelante.

Patrones de Migración Globales macho ID 33089

El transmisor asignado a esta ave tuvo una vida operacional de 876 días (14 octubre 2009–7 marzo 2012). Durante este período de tiempo, el zarapito completó dos ciclos anuales y mostró una gran fidelidad a sitios reproductivos (Canadá), invernación (México) y de parada (EUA y México). En resumen el zarapito viajó una distancia lineal euclidiana promedio de 2,910 km durante las migraciones de primavera, una distancia ligeramente mayor fue registrada durante las migraciones de otoño con un promedio de 3,311 km. La máxima distancia recorrida en un solo día fue de 1,836 km durante la migración de otoño de 2011 (Tabla 25).

La migración de otoño fue completada en un período de tiempo mayor que la migración de primavera (otoño = 126 ± 5 días; primavera = 30 ± 5 días). El zarapito también viajó distancias más largas durante el otoño que durante la primavera, con una distancia promedio entre sitios consecutivos de dormitorio de 740 ± 87 km en otoño contra 582 ± 26 km registrados en primavera (Tabla 25). Todos los movimientos migratorios fueron registrados durante la noche y madrugada.

Fidelidad a Sitios

Sitios de parada-descanso de primavera. Se identificó un sitio principal utilizado durante ambos años (2010 = 22 dc, 2011 = 28 dc; dc= días consecutivos). Es un área de aproximadamente 1,272 km² de tierras de cultivo localizada en los límites de los condados de Parmer, Deaf Smith, Castro (Texas) y Curry (Nuevo México) (34°30'N, 102°35'W). Otros sitios utilizados en menor grado incluyen Adobe Creek Reservoir, Fort Collins y Cheyenne en Colorado, Big Horn y la porción noreste de Wyoming así como Petroleum y Garfield en Montana (EUA).



Sitios de parada-descanso de otoño. Durante ambos años, el zarapito se detuvo a descansar por un día en los campos de cultivo de los condados de Reeves (30°53'N, 104°45'W) y Culberson, en Texas (31°03'N, 103°39'W) antes de cruzar la línea fronteriza entre EUA y México. Otros sitios incluyen los condados de Thomas (Kansas) y Curry (Texas).

Territorio reproductivo (Canadá). El ave arribó exactamente al mismo sitio con solamente 5 días de diferencia entre un año y otro. El sitio comprende campos de cultivo irrigados y pastizales nativos con presencia de bombas de petróleo y se localiza en los límites de Division no.1 and Division no. 2, a mitad de camino entre las ciudades de Lethbrige y Medicine Hat dentro de la provincia de Alberta en Canadá (49°58'N, 111°46'W).

Territorio invernal (México). Se identificaron 3 zonas principales utilizadas durante 3 temporadas invernales (2009, 2010 y 2011): los límites entre los estados de Durango y Coahuila (26°10'N, 103°40'W y 25°32'N, 103°12'W, respectivamente), General Cepeda en Coahuila (25°22'N, 101°28'W), y San Rafael y Llano La Soledad en Nuevo León (25°01'N, 100°39'W y 24°50'N, 100°41'W, respectivamente). Estas áreas contienen cultivos, matorrales y pastizales.

Tabla 25. Parámetros migratorios de un macho adulto de zarapito pico largo monitoreado a través de telemetría satelital durante 2009-2012.

Parámetro	Migración primavera		Migración otoño		
	2010	2011	2010	2011	
Partida	24 marzo	18 marzo	23 junio	27 junio	
Llegada destino final	16 abril	21 abril	20 octubre	4 noviembre	
Días utilizados en la migración	24	35	120	131	
DEV*/DSPDM**	4/20	5/30	4/116	4/127	
Distancia Lineal (Km)	2,975	2,845	3,486	3,137	
Distancia promedio entre dormideros consecutivos (Km)	595	569	697	784	
Parámetro	Temporada Reproductiva		Temporada Invernal		
	2010	2011	09-10	10-11	11-12
Días en territorio reproductivo (Canadá)	68	68	-----	-----	-----
Días en territorio invernal (México)	-----	-----	161	263	247

*DEV=Días efectivos de vuelo; **DSPDM= Días utilizados en los sitios de parada y descanso durante las migraciones.



Cronología de Migración Detallada

Migración de Primavera 2010

En la Figura 28 se detalla gráficamente la cronología de migración de los LBCU ID 33089 e ID 86873, en el caso del LBCU ID 33089 el día 24 de marzo de 2010 deja el área de General Cepeda en Coahuila y comienza su migración al norte volando 600 km hasta el Condado de Schleicher en Texas USA, al día siguiente viaja 250 km al condado de Lynn y el día 27 de marzo se desplaza 185 km hasta el Condado de Castro donde permanece hasta el 15 de abril forrajearo en las áreas de cultivo de la zona. El 15 de abril se mueve 1000 km en línea recta hasta Wyoming donde gira un poco a la izquierda y vuela 300 km más hasta Montana donde descansa por un día entre las áreas de Petroleum y Garfield. El ave realiza un vuelo de 560 Km y llega a territorio canadiense la mañana del 16 de abril de 2010 al norte de Medicine Hat en la Provincia de Alberta; en los días siguientes se mueve longitudinalmente unos 80 km y se establece ahí. Por su parte, el ave LBCU ID 86873 parte del territorio de San Rafael, Galeana, N.L. entre los días 18 y 20 de marzo de 2010 y viaja 950 km hasta llegar al área de Prairieview en Nuevo México, USA en el límite con el Condado de Yoakum en Texas; el ave permanece en los cultivos de la zona hasta el 13 de abril de 2010, fecha en la cual el transmisor registra movimiento nulo por lo que se presume el ave fue depredado o se liberó del arnés con el transmisor.



Figura 28. Cronología de migración de dos machos de zarapito pico largo hacia sus terrenos de reproducción (marzo – abril 2010).



Migración de Otoño 2010, Invierno 2010

En la Figura 29 se detalla la cronología de migración del LBCU ID 33089, el día 23 de junio de 2010 parte de territorio reproductivo en Canadá, vuela 1,438 km en línea recta hasta el condado de Thomas en Kansas donde descansa por dos días, viaja 950 km hacia Balmorhea en Texas el 25 de junio y se detiene por tres días, el 29 de junio cruza la frontera y llega a Parral, Chihuahua donde descansa por unas horas y continua su viaje hasta Torreón, Coahuila donde permanece por cuatro meses en las zonas de cultivos y finalmente el día 20 de octubre de 2010 regresa al sitio de invernación donde fue capturado un año antes. El ave permanece en el área durante todo el invierno utilizando los mismos sitios de forrajeo y dormidero que el año anterior y es a principios de Enero de 2011 cuando se mueve de nueva cuenta a los sitios de cultivo de General, Cepeda en Coahuila.



Figura 29. Cronología de migración de un macho de zarapito pico largo hacia sus terrenos de invernación (Junio – Octubre 2010).



Migración de Primavera y Otoño 2011, Invierno 2011

En la Figura 30 se resume la ruta migratoria seguida por el LBCU ID 33089 durante la temporada 2011. Parte nuevamente de General Cepeda, Coahuila con una semana de diferencia en relación al año anterior, vuela 940 km y se dirige nuevamente a los límites de Texas y Nuevo México donde vuelve a descansar por tres semanas en el condado de Castro, el 14 de abril viaja 450 km y llega al Adobe Creek Reservoir en Colorado, el 16 de abril vuela 315 km y se establece entre Forth Collins y Cheyenne; el 19 de abril vuela 460 km hacia Big Horn, Wyoming y finalmente llega de nueva cuenta a terreno reproductivo en Medicine Hat en Canadá el día 21 de abril tras volar otros 680 km. El 27 de junio parte nuevamente de territorio reproductivo y se dirige en línea recta por 1,836 km hacia Curry, en los límites de Texas y Nuevo México donde descansa por una semana, el día 4 de julio viaja 455 km hacia Culverson, Texas; al día siguiente cruza la frontera y llega nuevamente a los sitios de cultivo de Torreón, Coah. donde permanece por 4 meses antes de regresar por tercer año consecutivo al mismo sitio invernal. De nueva cuenta hace uso de los sitios de forrajeo y dormidero ya mencionados y se mueve de nueva cuenta a General Cepeda donde el 7 de marzo de 2012 se le pierde la señal.

Es evidente la alta fidelidad que presentó este individuo hacia sus sitios de invernación, reproducción y parada durante la migración.



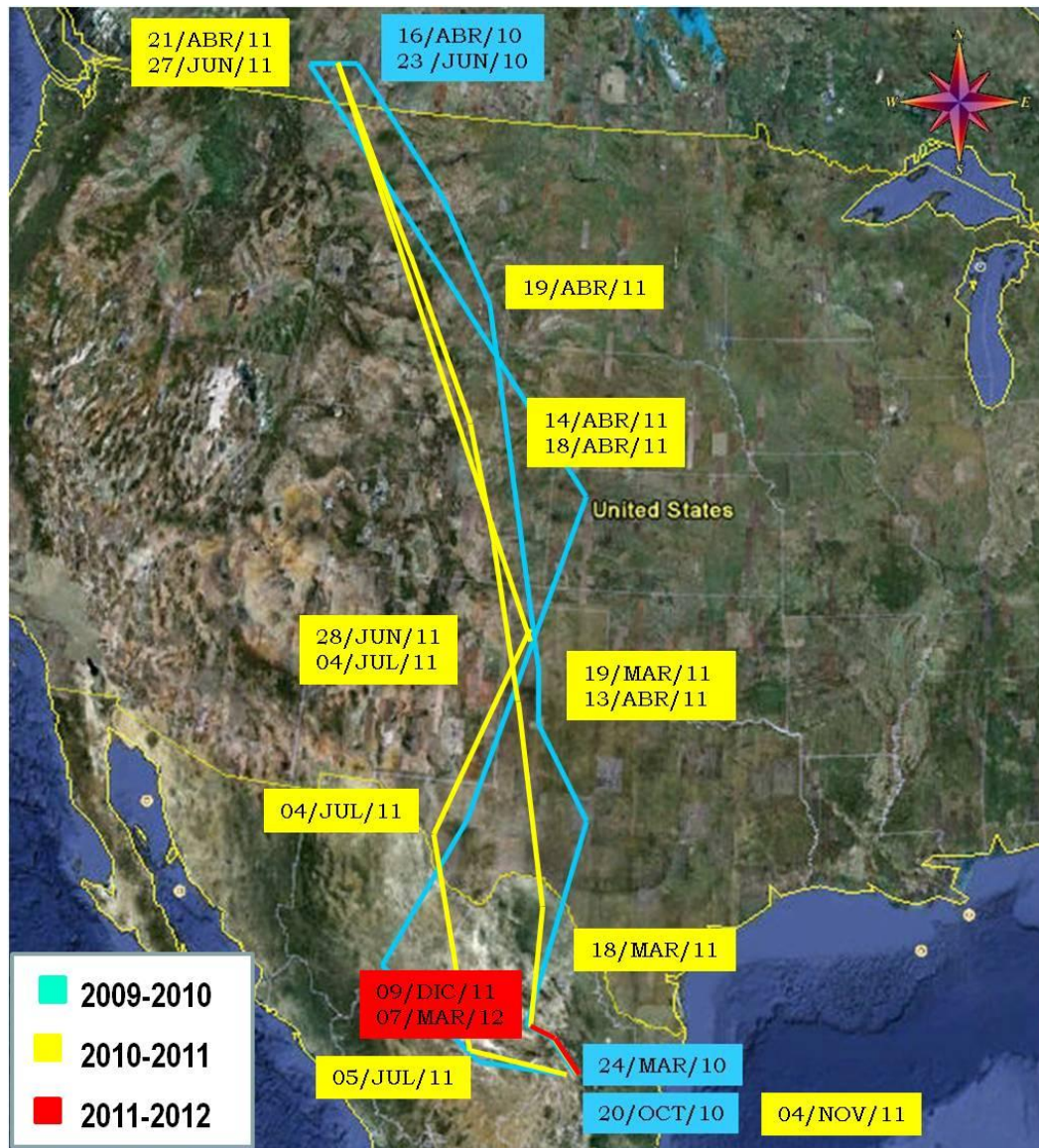


Figura 30. Cronología de migración de un macho de zarapito pico largo hacia sus terrenos de reproducción e invernación.



LBCU ID 33088

Esta hembra fue capturada el día 16 de octubre de 2009 y permaneció en el área invernal hasta el 5 de abril de 2011. Presentó únicamente un movimiento fuera de la zona los primeros días de junio de 2010 y se dirigió a una laguna localizada en el municipio de Ocampo en Coahuila, sin embargo regresó casi de inmediato a nuestra área de estudio (Figura 31).

Durante el verano el ave permaneció con un grupo de aproximadamente 50 individuos en la localidad conocida como San Roberto, Galeana, Nuevo León. No tuvo intento de reproducción, al regresar en octubre de 2010 los grandes grupos migratorios se unió a ellos y pasaron el invierno en las zonas ya conocidas y descritas anteriormente como sitios de forrajeo y dormitorio.

Entre el 5 y 8 de abril, durante la migración de primavera 2011, deja la zona invernal y se dirige 930 km al Noroeste hacia la frontera en los límites de Chihuahua y Texas y se establece en los cultivos de El Paso hasta que el día 22 de mayo de 2011 se pierde contacto con la señal; se presume que el ave falleció.

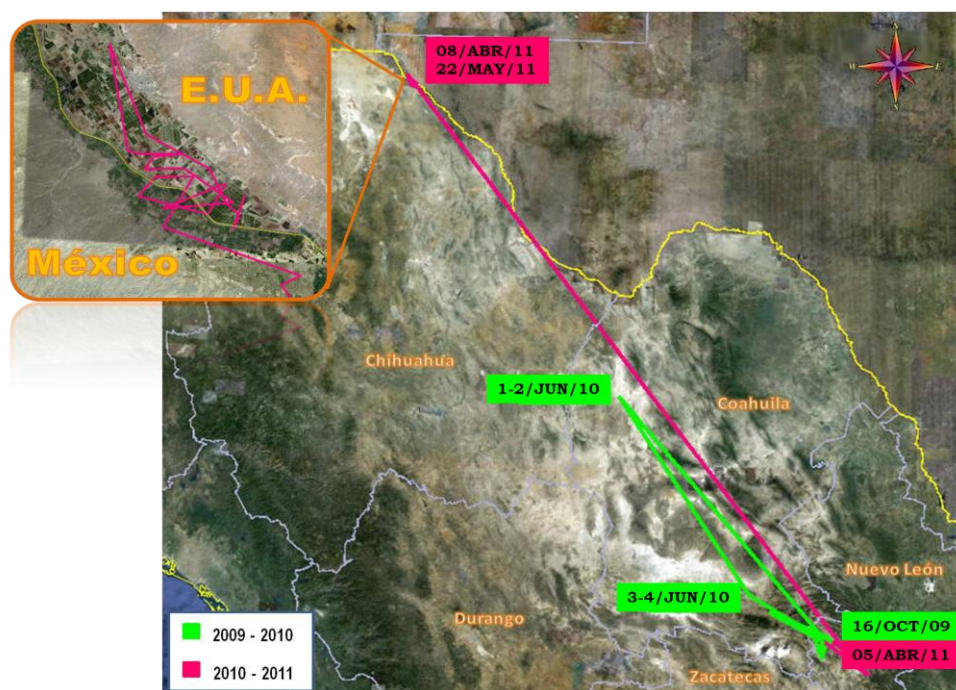


Figura 31. Movimientos del ave ID 33088.



3.6 DISCUSIONES

Se ha sugerido que la migración en grupo confiere beneficios energéticos y de navegación a los miembros de la parvada, por lo que se podría esperar grandes bandadas al inicio de la migración (Marks y Redmond 1994). Con respecto al zarapito pico largo, a través de los 5 años del presente estudio así como de años previos, pudimos documentar el arribo de grandes bandadas en los territorios invernales de Nuevo León ($\pm 2,500$ individuos) y Chihuahua (± 900 individuos) y su posterior dispersión en grupos más pequeños a través de la temporada y antes de partir hacia territorio reproductivo en la primavera; este patrón es consistente con lo descrito por Wolfe (1931), Forsythe (1970), Renaud (1980) y Jenni *et al.* (1981) quienes para el caso de la migración de primavera reportaron parvadas pequeñas de entre 2 y 50 individuos, sin embargo se difiere ligeramente de Allen (1980), Campbell *et al.* (1990), Roy (1996), Pampush (1981) y Russell y Monson (1998) quienes para el caso de la migración de otoño también reportan grupos mayores pero con un máximo de 500 individuos.

Uso de Hábitat

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la telemetría satelital y las observaciones en campo, el zarapito pico largo pasa arriba del 50% de su tiempo de forrajeo y dormidero en campos de cultivo y barbechos, alimentándose de los insectos encontrados por lo común en estos sitios; un problema resultante de lo anterior es la exposición a plaguicidas utilizados en ellos. Este tema se abordará en el Capítulo IV: Amenazas.

Sin embargo, si los cultivos están generando hábitats de calidad en términos de disponibilidad de alimento y protección contra depredadores durante la noche, o si son los más utilizados porque se encuentran ampliamente disponibles en México no está claro del todo, se necesitan estudios más específicos de comparación de los diferentes hábitats invernales en temas no solo de disponibilidad de alimento sino también estructura de la vegetación y protección contra depredadores.



Según los datos recabados por el presente estudio, los zarapitos invierten un porcentaje bajo de su tiempo en zonas pastoreadas y tienen baja tolerancia al ganado. Este tema se abordará también en el Capítulo IV: Amenazas. Contrariamente, los hábitats utilizados por el zarapito pico largo durante la temporada reproductiva así como la selección de sitios para la anidación han sido ampliamente documentados y descritos y todos concuerdan en el hecho de que el zarapito evita árboles, malezas altas y arbustos densos en la anidación (Dechant *et al.* 2003) y que prefiere áreas pastoreadas y cultivos para el forrajeo y que incluso podría eventualmente anidar en estos últimos (Saafeld *et al.* 2010).

Disponibilidad de abrevaderos, tamaño mínimo de bloque, altura de vegetación, densidad, estructura y composición de especies son características cuya importancia en sus zonas reproductivas ha sido debatida (Fellows y Jones 2009); estudios sobre la estructura de la vegetación han concluido que el zarapito anida en pastizales de baja altura (< 10 cm) y densidad ($< 50\%$ de cobertura) con pocos árboles o arbustos (Pampush 1980; Pampush y Anthony 1993; Dugger y Dugger 2002; Dechant *et al.* 2000; Foster-Willifong 2003; Clarke 2006). El presente estudio reporta el primer estudio de estructura de la vegetación de los dormideros durante el invierno, aún y cuando los resultados no pueden ser comparados de manera directa y considerando que las aves buscan diferentes características en los hábitats dependiendo la actividad que realicen en ellos, para los dormideros invernales se identificaron tres principales diferencias: 1) los zarapitos pico largo prefieren las áreas dominadas por arbustos (11 especies; 1,059 individuos) que por pastos (3 especies; 126 individuos), 2) promedios mayores de alturas (46.8 cm y 42.4 cm para arbustos y pastos respectivamente), y 3) mayor densidad con un 62% de cobertura.

Debido a que el 100% de las especies de plantas identificadas dentro de los dormideros son anuales y que su presencia y dominancia varían considerablemente de un año a otro, creemos que los zarapitos seleccionan los sitios de dormideros basados en su estructura (protección contra depredadores) más que en la afinidad hacia ciertas especies de plantas, concordando así con Saafeld *et al.* (2010) quienes mencionan que



“la selección de hábitat es tanto resultado de la estructura de la vegetación local como de la disponibilidad de hábitat que puede variar de manera anual e impredecible”.

A través del tiempo, los dormideros han sido descritos como “tradicionales” debido a que grandes concentraciones de individuos predictivamente se congregan en ellos para descansar, incluso durante décadas; entre las aves, los dormideros de aves playeras invernantes son especialmente bien conocidos (Hale 1980), sin embargo podrían ser más dinámicos de lo que se cree, Conklin y Colwell (2007) reportaron una gran fidelidad del playero dorso rojo (*Calidris alpina*) hacia un territorio invernal pero una baja fidelidad a dormideros específicos debido a que las aves cambiaban de dormidero muy seguido, incluso hasta 8 veces durante una misma noche. Durante la noche, los beneficios de pertenecer a grandes parvadas disminuyen en gran medida ya que la oscuridad previene el avistamiento de depredadores quienes pueden fácilmente detectar y sorprender a una gran bandada, debido a esto las aves playeras tienden a dormir en grupos reducidos durante la noche (Evans-Ogden 2002; Gillings *et al.* 2005), lo anterior concuerda en parte con las observaciones del presente trabajo, los zarapitos duermen todos juntos en un solo grupo y aunque no cambiaron de dormidero durante la noche, sí lo hicieron dentro del mismo dormidero.

Como se mencionó anteriormente, la gran parvada al inicio de la temporada invernal se dividió en grupos más pequeños que se dispersaron a través del área y por consiguiente se incrementaron los ámbitos hogareños, el presente trabajo supone que lo anterior se debe a una respuesta a la disponibilidad de alimento; Taft *et al.* (2008) asumió la misma teoría al reportar que el playero dorso rojo puede ajustar sus movimientos en respuesta a los cambios en la disponibilidad de alimento durante el invierno en un paisaje de humedales y cultivos en Estados Unidos.



Migración y Conectividad

Se documentaron los movimientos de 3 individuos, pero solamente uno fue exitoso lo cual hace difícil inferir o dar conclusiones concernientes al grupo migratorio en general, por lo que los resultados son estrictamente descriptivos; sin embargo debido al éxito del macho ID 33089 se logró registrar dos hechos importantes: la conectividad que existe entre los pastizales de Canadá, Estados Unidos y México, y la gran fidelidad de esta ave hacia sus sitios reproductivos, invernales y migratorios, no solamente a escala geográfica sino local también ya que utilizó exactamente los mismos sitios de forrajeo y dormidero a través de los años.

El 100% de las locaciones registradas durante la migración ocurrieron durante la noche o madrugada, este comportamiento ha sido documentado anteriormente en aves playeras (Marks y Redmond 1994) y diferentes teorías se han descrito: orientación, navegación, enfriamiento corporal, condiciones atmosféricas menos turbulentas entre otras; la hipótesis que el presente trabajo cree es la más apropiada es la descrita por Lank (1989) quien sugirió que los viajes nocturnos permiten a las aves forrajear durante las horas más productivas del día.

Los zarapitos pico largo, junto con otras 37 especies de aves playeras, hacen uso de la ruta migratoria de la región de las planicies centrales y “Playa Lakes” dentro de la ruta central de Norte América. De acuerdo con Fellows *et al.* (2001), la hidrología de la mayoría de los humedales dentro de dicha región ha sido alterada por drenaje, prácticas de agricultura y urbanización, esta última afectando particularmente a las aves playeras ya que ellas dependen de los invertebrados presentes en los humedales; debido a que los insectos y arañas forman gran parte de la dieta del zarapito pico largo (Erlich *et al.* 1998) y que la especie hace uso también de tierras interiores, al parecer el zarapito, tal y como se discutió en el capítulo III: Dieta Invernal, utiliza una técnica oportunista y obtiene grandes ventajas al utilizar ampliamente los campo de agricultura de Texas y Nuevo México (EUA) y Durango-Coahuila (México) durante sus migraciones de primavera y otoño.



La migración de primavera por lo común es una carrera contra el tiempo hacia terrenos reproductivos mientras que la migración de otoño suele ser un viaje más relajado y sin prisa; aunque en ambos viajes, las aves vuelen distancias más o menos similares, sus estrategias conductuales y fisiológicas difieren. Aparentemente, el macho ID 33089 siguió el patrón de migración descrito por O'Reilly y Wingfield (1995) como “*intermediate distance bout*”, en el cual la distribución de hábitats ideales para forrajeo puede no ser regular y por lo tanto vuelos largos (100- 2,000 km) son intercalados con vuelos relativamente cortos durante la migración.

Los resultados del presente trabajo muestran que segmentos largos de vuelo fueron más frecuentes durante la migración de otoño que durante la migración de primavera en prácticamente el mismo período de tiempo (4 días de vuelo para completar cada migración), lo que implica un mayor desgaste físico para el ave. Debido a esto, se cree que ésta pueda ser la razón por la que el ave pasó sorprendentemente el 77% de su tiempo de rastreo en territorio invernal (México), un comportamiento que no había sido documentado anteriormente. Un hecho interesante que soporta la teoría, es el tiempo que el ave pasó en el área de Durango y Coahuila (118 días consecutivos en promedio) antes de alcanzar su destino invernal final; debido a que los meses involucrados (junio, julio, agosto y septiembre) son tradicionalmente considerados como ventanas de migración más que temporada invernal y debido a que el zarapito no se encuentra bajo presión para reproducirse, es muy posible que esos sitios (Durango y Coahuila) sean el último punto de descanso y recarga antes de alcanzar sitios de invernación (Nuevo León).

Fenológicamente, los zarapitos pico largo arriban a Texas durante la migración de primavera a mediados de marzo y aquellos que se reproducen en la porción más norteña de su rango (Columbia Británica y Alberta en Canadá) lo hacen a mediados de abril; durante la migración de otoño, los zarapitos parten de Canadá a finales de agosto (Dugger y Dugger 2002; Fellows y Jones 2009). Ambos machos (ID 33089, ID 86873) siguieron el patrón descrito, al menos con respecto a la migración de primavera, ya que para la migración de otoño el ave ID 33089 partió de terreno reproductivo 2 meses antes de lo esperado; al inicio se atribuyó de manera hipotética un intento fallido de nidada o



incluso cambios en las condiciones meteorológicas, pero cuando el ave repitió el comportamiento en la siguiente temporada descartamos ambas explicaciones. Este macho ya era un adulto en el momento de su captura, por lo que quizás deja el terreno reproductivo de forma temprana como lo hacen algunos adultos para permitir a los juveniles migrar un poco más tarde en la temporada, sin embargo nunca sabremos la verdadera razón.

Las implicaciones del cambio climático en las aves han ganado atención significativa en los últimos años, los efectos potenciales incluyen reproducciones tempranas, cambios en los tiempos de migración, rendimiento de la reproducción, el tamaño de la población, etc. Sería muy arriesgado si no imposible decir, que la salida anticipada de un solo individuo hacia terreno invernal se debe al cambio climático, además si este comportamiento se llevó a cabo por otros miembros del grupo reproductivo o fue solo un patrón individual es incierto, lo que está claro es la gran fidelidad de esta ave hacia sus sitios reproductivos, invernales y de parada durante la migración, así como los tiempos de salida y de llegada a cada uno de ellos.

Fidelidad

El presente estudio muestra por primera vez la gran fidelidad a sitios reproductivos, de internación y de parada-descanso de un individuo marcado de zarapito pico largo (*Numenius americanus*) a través de los años.

Las aves migratorias podrían tener la capacidad de elegir entre diferentes hábitats en los sitios de parada basándose en sus requerimientos energéticos, competidores y depredadores (Butler *et al.* 2002), muchos son los factores interactuantes que influyen las decisiones de las aves y por lo tanto su supervivencia durante el invierno y su posterior éxito reproductivo en la siguiente primavera (Monroy-Ojeda *et al.* 2013); algunos de estos factores incluyen la cantidad de alimento necesario, su capacidad de maniobra de escape, cantidad de depredadores, condiciones atmosféricas idóneas durante el viaje así como la posición del individuo dentro de la parvada o grupo migratorio entre otros (Butler *et al.* 1997; Clark y Butler 1999; Butler *et al.* 2002; Burns



y Ydenberg 2002; Ydenberg *et al.* 2002), las aves playeras también seleccionan sitios en respuesta a su sistema digestivo incluídos la forma y tamaño de su pico (Sutherland *et al.* 2000).

Debido a que los sitios de descanso adecuados durante las migraciones son escasos y esparcidos, una estrategia que podría incrementar la probabilidad de supervivencia individual así como futuros éxitos reproductivos sería el regreso anual no solamente a los mismos sitios de invernación y reproducción, sino también a puntos específicos mostrando así una alta fidelidad de sitio (Taylor y Bishop 2008; Monroy-Ojeda *et al.* 2013); la familiaridad con los sitios tiene ventajas potenciales en términos de dominancia territorial, conocimiento del espacio, conciencia de las variaciones diarias y temporales de la disponibilidad de alimento así como incremento en la habilidad para evadir depredadores.

Trabajos previos han documentado la fidelidad a sitios de invernación y reproducción por parte de aves playeras tales como *Charadrius melodus*, *Calidris canutus*, *Calidris mauri*, *Calidris pusilla*, *Tringa totanus*, *Gallinago delicata*, *Pluvialis fulva* entre otros, sin embargo son pocos los que han registrado la fidelidad a sitios de parada-descanso durante la migración (Smith y Stiles 1979; Gratto *et al.* 1985; Harrington *et al.* 1988; Burton 2000; Butler *et al.* 2002; Fernández *et al.* 2003; Johnson *et al.* 2004; Noel y Chandler 2008; Taylor y Bishop 2008, Cline y Haig 2011).

Cualquiera que sea el motivo de la migración y la fidelidad a sus sitios, ésta asegura que las especies puedan adaptar y mantener patrones de movimientos que le permita a los individuos sobrevivir y procrear adecuadamente a través de sus ciclos anuales (Newton 2008), por lo que es de suma importancia para los grupos migratorios encontrar hábitats de calidad que cubran sus necesidades.



3.7 FOTOGRAFÍAS



Foto 67. Zarapito pico largo capturado mediante una trampa con dogales.



Foto 68. Zarapito pico largo marcado con bandas de colores y metálica.



Foto 69. Transmisor satelital de batería.



Foto 70. Transmisores satelitales solares.





Foto 71. Zarapito pico largo marcado con un transmisor satelital de batería.



Foto 72. Zarapito pico largo marcado con un transmisor satelital de panel solar.



Foto 73. Dormidero y zona de búsqueda del transmisor ID 33091.



Foto 74. Búsqueda del transmisor ID 33091 con la ayuda de un detector de metales.



Foto 75. Cultivo de avena utilizado como forrajeo.
25/Feb/10. General Cepeda, Coahuila



Foto 76. Cultivo de alfalfa utilizado como forrajeo.
29/Oct/08. San Juan del Prado, Galeana, N.L.





Foto 77. Cultivo de cilantro utilizado como forraje. 25/Feb/10. General Cepeda, Coahuila.



Foto 78. Cultivo barbechado. 24/Feb/10. San Rafael, Galeana, N.L..



Foto 79. Colonia de perrito llanero *Cynomis mexicanus*. 02/Mar/09. La Trinidad, Galeana.N.L.



Foto 80 . Vegetación natural/secundaria dominada por la rúcula silvestre (*Eruca sativa*). 25/Feb/10. San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.



Foto 81. Presón ganadero utilizado como abrevadero. 17/Oct/07. Ejido La Hediondilla, Galeana, N.L



Foto 82. Zona abierta con húmedad que pudo haber sido utilizada como abrevadero. 25/Feb/10. Ejido La Casita, Galeana, N.L.





Foto 83. Área sobrepastoreada utilizada como forrajeo. 25/Feb/10. Ejido La Casita, Galeana, N.L



Foto 84. Área con tubería reciente que puedo atraer a las aves al remover la tierra. 26/Feb/10. San Roberto, Galeana, N.L.



Foto 85. Dormidero dominado por rodadora (*Salsola kali*). 26/Feb/10. LaTrinidad, Galeana, N.L.



Foto 86. Dormidero dominado por la rúcula silvestre (*Eruca sativa*). 26/Feb/10. Comunidad El Uno, Galeana, N.L.



Foto 87. Cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) utilizado como dormidero. 02/Oct/09. Ejido La Hediondilla, Galeana, N.L.



Foto 88. Dormidero donde se combinan Sibaras (*Sibara runcinata*) y marrubios (*Marrubium vulgare*). 26/Feb/10. Comunidad La Concha, Galeana, N.L.





Foto 89. Área que alguna vez fue cultivo y ahora presenta vegetación secundaria. 26/Feb/10. Tierras Prietas, Arteaga, Coahuila



Foto 90. Dormidero con al presencia de zacates (*Stipa tenuissima*). 26/Feb/10. Comunidad La Concha, Galeana, N.L



Foto 91. Matorral bajo sin acceso por ser privado. 26/Feb/10. San Rafael, Galeana, N.L



Foto 92. Análisis de vegetación de un dormidero.



Foto 93. Medición de una rúcula silvestre (*Eruca sativa*).



Foto 94. Medición de un marrubio (*Marrubium vulgare*).



CAPÍTULO IV

AMENAZAS QUE LIMITAN LA POBLACIÓN DEL ZARAPITO PICO LARGO *Numenius americanus* DURANTE SU ESTANCIA INVERNAL EN MEXICO

4.1 RESUMEN

En una especie migratoria como el zarapito pico largo, la reproducción y la mayor parte de la mortalidad pueden ocurrir en regiones apartadas por varios cientos de kilómetros de distancia, lo cual complica en gran medida el estudio de los factores influyentes. Se hicieron observaciones durante diferentes temporadas invernales para determinar cuáles actividades humanas podrían afectar negativamente la estadía invernal del zarapito pico largo en los pastizales del Desierto Chihuahuense (Janos, Chih. y La Soledad, N.L.). Se identificaron 2 amenazas potenciales para la especie: uso de plaguicidas y malas prácticas ganaderas. En el caso de los plaguicidas se comprobó el uso de éstos (organoclorados, organofosforados, carbamatos, entre otros) en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en Nuevo León. Se tomaron muestras sanguíneas a 6 individuos para ser analizados mediante cromatografía de gases con detector selectivo de masas, obteniendo resultados negativos. En cuanto a la ganadería se determinó que las áreas sobrepastoreadas no son utilizadas en gran medida por éstas aves, se observó que tanto en Chihuahua como en Nuevo León, los zarapitos no presentan gran tolerancia al ganado y deben esperar durante varias horas para acceder a abrevaderos cuando el ganado se encuentra presente.



4.2 INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos más obvios de las aves es su capacidad de volar, esta facilidad les proporciona una gran movilidad, incluso a través de cientos y miles de kilómetros de distancia.

A diferencia de las aves residentes, las poblaciones de especies migratorias pueden verse influenciadas por condiciones presentes en más de una parte del mundo, ya que sus sitios de reproducción e invernación pueden estar ampliamente separados geográficamente, estos sitios pueden diferir grandemente en la cantidad de aves que pueden soportar y por lo tanto factores operantes en los sitios de reproducción, parada-descanso e invernación pueden influir o limitar los números poblaciones en zona reproductiva y viceversa (Newton 2008), lo anterior complica en gran medida el estudio de todos los factores influyentes (Lack 1954).

Ya sea en sitios de invernación o reproducción, las poblaciones pueden verse afectadas por factores denso-dependientes que resultan por ejemplo en competencia por alimento o vulnerabilidad contra depredadores mientras mayor sea el número de aves agrupadas, o por factores denso-independientes como las alteraciones del hábitat y condiciones medio-ambientales. La situación se complica aún más cuando estos factores influyen negativamente en ambas áreas (Newton 2008).

Además de la muerte por causas naturales (vejez, enfermedades, depredadores), las aves enfrentan retos tremendos a su supervivencia todos los días. La gran mayoría de estos retos se encuentran relacionados a actividades humanas. Un gran número de aves muere debido a colisiones con estructuras humanas, envenenamiento por plaguicidas y contaminantes, ataques de gatos y otros animales introducidos, sin dejar de mencionar la más grande amenaza: la pérdida del hábitat por la fragmentación (USFWS 2002).



4.3 ANTECEDENTES

Se sabe en base a diversos estudios, que las poblaciones de aves de pastizal en Norte América han declinado abruptamente en los últimos 40 años, una posible explicación es la disminución de la supervivencia invernal debido al deterioro del hábitat (Macías-Duarte y Panjabi 2013).

En cuanto a las aves playeras, se han detectado fluctuaciones en las densidades poblacionales de algunas especies en diferentes partes del mundo debido a cambios en factores denso-dependientes y/o denso-independientes ya sea en sus zonas reproductivas, invernales o ambas; dichas especies son: *Pluvialis apricaria*, *Actitis hipoleucos*, *Recurvirostra americana*, *Calidris alpina*, *C. canutus*, *C. minuta*, *C. ferruginea*, *C. ruficollis*, *Vanellus vanellus* y *Burhinus oediconemus* (Soikkeli 1970; Summers y Underhill 1987; Holland y Yelden 1991; Parr 1992; Peach *et al.* 1994; Hill, 1988; Aebischer *et al.* 2000; Blomqvist *et al.* 2002; Minton 2003).

Es de vital importancia que los individuos encuentren sitios adecuados de internación ya que aquellos que logren hacerlo tendrán mejores oportunidades para prepararse correctamente para la migración de primavera, tendrán la capacidad de partir más temprano, llegar a terreno reproductivo antes y así poder seleccionar el mejor hábitat para la colocación del nido y por lo tanto, mejores probabilidades de éxito reproductivo (Newton 2008). Un estudio que demostró lo anterior con la especie *Limosa limosa* fue el de Gunnarsson *et al.* (2005).

La continua declinación de las poblaciones del zarapito pico largo ha llevado a investigar posibles factores ambientales; Strum *et al.* (2010) menciona que las aves frecuentemente se alimentan y descansan en tierras agrícolas, pero el uso de éstas puede estar aumentando el riesgo a la exposición a plaguicidas que podrían causarles efectos fisiológicos negativos y hasta la muerte.



Los plaguicidas organofosforados, organoclorados y carbamatos son agroquímicos de uso común en el hemisferio occidental (Strum *et al.* 2008) y principalmente en Latinoamérica. Las aves playeras migratorias pueden atravesar grandes distancias durante sus movimientos anuales, con la pérdida de humedales y pastizales, algunas de ellas se ven forzadas a utilizar sitios alterados por el hombre (como cultivos) durante sus paradas de descanso y es aquí donde entran en contacto con ellos. Como la mayoría de los compuestos organoclorados fueron prohibidos en EUA, se sugiere que el zarapito pico largo se expone a ellos durante su temporada migratoria e invernal en México (Blus *et al.* 1985; Oring 2006; Fellows y Jones 2009).

Estudios sobre exposición de aves playeras a metales pesados, plaguicidas organoclorados y bifenilos polyclorinados incluyen aquellos hechos por McFarland *et al.* (2002), Hui *et al.* (2001) y Burger *et al.* (1993); otros han investigado sobre aquellos plaguicidas que inhiben los niveles enzimáticos de la colinesterasa (Mitchell y White 1982; Fair *et al.* 1995; Iko *et al.* 2003; Strum *et al.* 2010).

En el caso particular de *Numenius americanus*, existen dos estudios enfocados a determinar niveles de pesticidas y los efectos que han tenido para la especie.

Blus *et al.* (1985) analizaron el cascarón de 7 huevos así como los cerebros de 3 ejemplares colectados después de haber sido observados con convulsiones en Oregon, EUA, mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas en los cerebros fueron detectados 6 contaminantes (DDE, Heptacloro epóxido, Oxyclordano, *cis*-clordano, *trans*-nonaclaro y Bifenilos policlorinados como el Aroclor 1260), otros contaminantes como el DDT, Dieldrin, *cis*-nonaclaro, *trans*-clordano y Endrin fueron detectados en menor proporción. En el caso de los huevos, aunque se determinó que todos presentaban residuos de DDE, heptacloro epóxido, oxyclordano y PCB, no se encontró un adelgazamiento significativo del cascarón. Por su parte, Oring (2006) observó un 20% de pérdida de nidadas lo cual lo llevó a realizar análisis de pesticidas en los cascarones así como de su grosor y compararlos con ejemplares colectados antes del uso del DDT; se determinó un adelgazamiento significativo.



4.4 METODOS

- Durante las salidas a campo (temporadas invernales 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010, 2010-2011) se registraron todas las actividades antropogénicas en ambas zonas y sí es que éstas estaban afectando o no el comportamiento de las aves.
- En octubre de 2011 se capturaron 6 ejemplares (4♂ y 2♀) en el presón ganadero de la hediondilla (ver ubicación y técnica en el Capítulo III).
- A cada uno de ellos se les extrajo 500µl de sangre de la vena axilar para obtener aproximadamente 250 µl de suero (Foto 95).
- Las muestras fueron colocadas en viales plásticos y puestos inmediatamente en refrigeración (Foto 96).
- Las muestras fueron enviadas al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) para ser analizadas mediante Cromatografía de gases con detector selectivo de masas con el objetivo de detectar la presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados en plasma (Dhananjayan y Muralidharan 2010).



4.5 RESULTADOS

Mediante las observaciones en campo a través de los años que abarcó el presente estudio, se pudieron identificar 2 amenazas principales que podrían estar limitando a la población de zarapitos pico largo: la exposición a plaguicidas y la ganadería.

4.5.1 Plaguicidas

Como se mencionó en el Capítulo III, los datos de telemetría satelital así como las observaciones directas nos indicaron que los zarapitos pico largo pasan el 48% de su tiempo de forrajeo en sitios de cultivos activos y/o barbechados y de ese tiempo, el 18% de las locaciones correspondieron a cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), por el lado de los sitios de dormidero, el 14% de las locaciones pertenecieron a cultivos de papa.

En nuestro país aún se utilizan plaguicidas organoclorados (OC) así como organosfosforados (OP) y carbamatos (CB). En los cultivos de papa de la zona de estudio, dentro de El Tokio en Nuevo León por lo menos en la temporada 2009-2010 se utilizaron los siguientes agroquímicos:

Tabla 26. Plaguicidas utilizados en cultivo de papa en N.L. durante la temporada 2009-2010.

Organoclorados (OC)	Organosfosforados (OP)	Carbamatos (CB)	Otros
Pentaclor 600	Thimet	Velfuran B 50	Monceren 25 (Fenilurea)
Actara 25WG	Velcron	Manzate 200	Busan 30 (Benzotiazol)
Pervel 340	Metamidofos	Acrobat	Tecto 60 (Benzimidiazol)
Endosulfán	Parathion		Aliette (Sal de ácido fosfórico)
Strike	Gusathion		Karate zeon (Piretroide)
			Plenum (Piridina azometina)
			Sencor 480 (Triazina)
			Reglone (Bipiridilo)



Análisis de suero

A las 6 muestras se les corrió la prueba para detección de 11 plaguicidas organoclorados y 5 organofosforados encontrando que en ninguno de los casos se obtuvieron valores más arriba de los límites mínimos de cuantificación (Tablas 27 y 28).

Tabla 27. Plaguicidas organoclorados analizados en las 6 muestras de zarapito pico largo.

Determinación	Unidad	Resultado	Límite de cuantificación
2,4´DDT	(mg/Lt)	< 0.29	0.29
4,4´-DDT	(mg/Lt)	< 0.35	0.35
Aldrin	(mg/Lt)	< 0.17	0.17
G-clordano	(mg/Lt)	< 0.34	0.34
Dieldrin	(mg/Lt)	< 0.059	0.059
Heptacloro epoxido	(mg/Lt)	< 0.45	0.45
Hexacloro benceno	(mg/Lt)	< 0.15	0.15
Gamma-BHC (lindano)	(mg/Lt)	< 0.36	0.36
Metoxicloro	(mg/Lt)	< 0.73	0.73
Keltane (Dicofol)	(mg/Lt)	< 0.28	0.28
Heptacloro	(mg/Lt)	< 0.44	0.44

Tabla 28. Plaguicidas organofosforados analizados en las 6 muestras de zarapito pico largo.

Determinación	Unidad	Resultado	Límite de cuantificación
Diazinon (espectracide)	(mg/Lt)	< 0.05	0.05
Etion (Nialate)	(mg/Lt)	< 0.34	0.34
Malation (cithion)	(mg/Lt)	< 0.30	0.30
Parathion metil	(mg/Lt)	< 0.45	0.45
Clorpirifos	(mg/Lt)	< 0.24	0.24



4.5.2 Ganadería

Se identificó al mal manejo ganadero como una amenaza para el *Numenius americanus* en ambas zonas (Chihuahua y Nuevo León). Estas aves tienden a ser fieles a sus sitios de invernación, sobre todo a ciertos presones o abrevaderos y si éstos se encuentran con exceso de ganado las aves no hacen uso de ellos aún y cuando existan otros presones en los alrededores. En el caso de Chihuahua un claro ejemplo fue observado en Janos, el día 17 de Octubre de 2007 se observó un grupo de aproximadamente 700 individuos haciendo uso del presón localizado en la comunidad de Tierras Prietas, un año después, el día 22 de octubre de 2008, era el ganado el que estaba haciendo uso del mismo presón (Fotos 97 y 98); aunque las aves se encontraban en el área no hicieron uso del abrevadero y optaron por beber el agua acumulada en los surcos de los cultivos cercanos.

Para el estado de Nuevo León se documentó también el mismo problema; el presón ganadero del ejido La Hediondilla es utilizado año con año por las poblaciones invernantes de Zarapito pico largo; una de las principales limitantes para su uso es precisamente la presencia de ganado ya que las aves no son tolerantes hacia este tipo de animales y se retiran cuando las vacas llegan y deben esperar durante horas para que el ganado les deje espacio y puedan beber (Foto 99). A pesar de existir otros presones en la zona con cantidades mucho menores de ganado y en mejores condiciones, las aves han mostrado una gran fidelidad al sitio de La Hediondilla y no hacen uso de los demás abrevaderos, por lo que una recomendación para la conservación de sus hábitats y necesidades sería el cercado de los presones utilizados por ellos y dejando acceso sólo para pequeñas especies de mamíferos durante el invierno y dejando libre acceso al ganado durante el verano cuando las aves se encuentren anidando en el Norte, así mismo la construcción de presones adicionales para uso exclusivo del ganado durante todo el año.



4.6 DISCUSIONES

Plaguicidas

Aún y cuando el determinar el nivel de exposición de los zarapitos a plaguicidas en México no era parte de los objetivos particulares, se hizo el esfuerzo de captura y análisis de muestras de sangre, a pesar de que las muestras analizadas resultaron negativas, no se puede concluir que las aves no se vean expuestas o se contaminen en los cultivos de Nuevo León.

Tomando en cuenta varios factores, 1) La N de 6 muestras representa solamente 0.17% de la población invernal estimada de zarapitos en los pastizales de Nuevo León, 2) El muestreo se llevó a cabo al inicio de la temporada invernal, cuando las aves aún no han utilizado ampliamente toda la zona, 3) No se tomaron muestras a mediación ni a finales de la temporada y basándose en los datos obtenidos sobre el uso del hábitat invernal (Capítulo III) y el hecho de que en México aún no existe una prohibición legal sobre el uso de agroquímicos, se apoya la hipótesis sugerida por Oring (2006) y Fellows y Jones (2009) de que las poblaciones de zarapito pico largo quedan expuestas a contaminantes durante su época de migración e internación en México. Estos resultados también abren la puerta a futuros estudios sobre la exposición de pesticidas zarapito pico largo en temporada invernal.

Ganadería

Generalmente las prácticas de manejo que existen se enfocan principalmente en la producción ganadera y el uso uniforme de la vegetación; como resultado, la variación en la estructura de la vegetación puede no ser la adecuada a escalas espaciales y temporales para llevar a cabo estrategias de conservación (Derner *et al.* 2009).



La declinación de poblaciones de aves de pastizal puede asociarse en gran parte a estas prácticas de manejo que reducen la variabilidad en la estructura de la vegetación y por lo tanto reducen el hábitat disponible tanto para especies dependientes del pastoreo y de aquellas intolerantes al pastoreo (Saab *et al.*, 1995). Historicamente, las interacciones entre grandes herbívoros, fuego, sequía y perritos de las praderas (*Cynomys* spp.) han creado y mantenido diferentes comunidades de plantas resultando en un mosaico de estructura y composición vegetal que ha sustentado diversas poblaciones de aves. Estas interacciones han sido reemplazadas en gran medida por prácticas de manejo que pretenden aumentar la distribución del ganado ya que el uso desigual de las tierras de pastoreo es un gran problema para los terratenientes; como resultado de todo lo anterior, se cree que prácticas de manejo que incrementen la heterogeneidad de la vegetación serán positivas para las aves de pastizal (Holechek *et al.* 1998; Brennan y Kuvlesky 2005; Derner *et al.* 2009).

Los hábitats utilizados por el zarapito pico largo durante la temporada reproductiva así como la selección de sitios para la anidación han sido ampliamente documentados y descritos y todos concuerdan en el hecho de que el zarapito evita árboles, malezas altas y arbustos densos en la anidación (Dechant *et al.* 2003) y que prefiere áreas pastoreadas o recién quemadas y que incluso podría eventualmente anidar en cultivos (King 1978; Saafeld *et al.* 2010); sorprendentemente King (1978) menciona que los zarapitos pico largo utilizan una forma de ocultamiento al mimetizarse con las pilas de excremento bovino. Por otra parte, cuando los adultos se encuentran ya en compañía de los polluelos, entonces eligen sitios con una vegetación más alta (10-40 cm) que les proporcione una mayor protección contra depredadores (King 1978; Dechant *et al.* 2003; Derner *et al.* 2009).

De acuerdo con Gillihan (1999) el pastoreo intenso en los alrededores de abrevaderos puede proveer la vegetación baja que prefiere el zarapito, pero en el caso del presente estudio, lo anterior no resulta necesariamente así, ya que el uso de las zonas altamente pastoreadas abarcó únicamente el 3% (uso de hábitat) y además se tuvo la oportunidad de observar la baja tolerancia de las aves hacia el ganado.



Si bien Derner *et al.* (2009), mencionan que en sitios reproductivos los zarapitos sí se ven beneficiados de prácticas de manejo de pastoreo adecuadas, al generar hábitats alternados de pastos cortos y vegetación mediana, aparentemente en los pastizales del Desierto Chihuahuense donde pasan el invierno (México), y donde no existen prácticas adecuadas, el pastoreo indiscriminado les resulta perjudicial ya que al ser aves gregarias durante la invernación, lo que más necesitan es pasar inadvertidas ante los depredadores.

Las condiciones invernales del hábitat en los pastizales del Desierto Chihuahuense están determinadas en gran medida por el pastoreo, lo que destaca la necesidad de mejorar el manejo de los pastizales, especialmente en México, como un medio para revertir la disminución de las poblaciones de aves de pastizal (Macías-Duarte y Panjabi 2013), incluido el zarapito pico largo. Conflictos de intereses entre ganaderos y ecologistas podrían reducirse si se implementan estrategias de manejo regionales que mejoren la calidad del hábitat para las aves (Derner *et al.* 2009; Isacch y Cardoni 2011).



4.7 FOTOGRAFIAS



Foto 95. Extracción de sangre de la vena axilar.



Foto 96. Colocación de la muestra en viales.



Fotos 97 y 98. Ganado desplazando al zarapito pico largo en Janos, Chihuahua.



Foto 99. Zarapitos esperando “turno” para tener acceso al abrevadero de la Hediondilla.



CONCLUSIONES

Medidas efectivas de conservación para poblaciones de aves migratorias, requieren del conocimiento de todos los aspectos de la biología de una especie a lo largo de su rango de distribución, incluyendo densidades poblacionales, éxito reproductivo, dieta, enfermedades, amenazas, uso de hábitat, rutas migratorias, sitios de invernación, entre otros. Los resultados del presente trabajo expanden de manera confiable la información disponible sobre la ecología invernal de la especie, no solamente en Estados Unidos, sino por primera vez en México.

A continuación se exponen conclusiones puntuales sobre diferentes aspectos de la ecología invernal del zarapito pico largo en los pastizales del Desierto Chihuahuense (México):

Poblaciones Invernales

1. Los pastizales de Nuevo León son utilizados como destino final de invernación.
2. Los pastizales de Janos son utilizados como sitios de descanso entre vuelos.
3. Las grandes parvadas llegan juntas al inicio de la temporada (octubre) y se dispersan posteriormente.
4. Se sugiere el conteo de parvadas en dormideros más que el muestreo con distancia para la especie.

Dieta Invernal

1. El zarapito pico largo es una especie completamente oportunista.
2. Se identificaron 32 ítems alimenticios: Invertebrados (78%), Vegetales (16%), Reptiles (3%) y Rocas (3%).
3. Sí existe una diferencia significativa entre las egagrópilas analizadas de Chihuahua y Nuevo León en cuanto a tamaño, peso y contenidos.



Disponibilidad de alimento, aporte energético y biomasa

1. Se recolectaron individuos pertenecientes a 15 familias o grupos de invertebrados.
2. La familia Acrididae fue la más abundante, bien distribuida y con mayores pesajes, aunado a esto, es la que le brinda un mejor aporte energético al ave (mayores valores de minerales, proteína y grasa); se establece la importancia que representan dentro de la dieta de los zarapitos pico largo.

Uso de hábitat

1. Se monitorearon los movimientos locales de 3 zarapitos pico largo para el uso de hábitat dentro de los Estados de Coahuila y Nuevo León.
2. Se estableció un ámbito hogareño promedio de 122, 318 km² y centros de actividad promedio de 26, 211 km².
3. Se identificaron 7 tipos de hábitat utilizados como forrajeo siendo los cultivos vivos y barbechos los más utilizados.
4. Se identificaron 14 dormideros diferentes. La especie vegetal más importante dentro de ellos es la rodadora (*Salsola kali*).
5. Aparentemente, los zarapitos pico largo seleccionan sus dormideros en base a su estructura (protección contra depredadores) más que en la afinidad hacia ciertas especies vegetales.

Movimientos migratorios

1. Se monitoreó exitosamente los movimientos migratorios de un macho durante dos ciclos anuales logrando establecer la conectividad migratoria entre Canadá, Estados Unidos y México.
2. Se confirmó una alta fidelidad a sitios reproductivos, de parada-descanso e invernales, no solo a escala geográfica sino local al hacer uso exactamente de los mismos sitios año tras año.

Amenazas

1. Uso de plaguicidas en cultivos utilizados como sitios de forrajeo y dormidero.
2. Malas prácticas ganaderas.



PERSPECTIVAS

La información recabada por el presente trabajo resulta fundamental y de gran valía para complementar los datos existentes sobre la ecología de la especie a nivel trinacional (México, Estados Unidos y Canadá), lo anterior permite sentar las bases para las estrategias de conservación a nivel internacional.

Los datos aquí presentados, han sido y siguen siendo utilizados por ONG's como Pronatura Noreste para aplicar medidas de conservación para la especie en los pastizales del Desierto Chihuahuense en nuestro país, en particular en El Llano La Soledad (Nuevo León) y Janos (Chihuahua).

Entre algunas de las medidas aplicadas está la construcción de bordos ganaderos para aumentar los abrevaderos disponibles para las aves, resiembra de pastos nativos así como la construcción de cercados para evitar el sobrepastoreo en ciertas áreas.

¿Qué es lo que sigue? 1) Monitoreo continuo de las poblaciones invernales en ambos sitios de estudio para determinar si existen cambios en las tendencias poblacionales y si es que estos cambios se deben a las amenazas ya detectadas o a nuevas, 2) Un estudio más profundo y detallado sobre la posible contaminación por plaguicidas utilizados en los cultivos de ambas zonas, 3) Mantenerse en constante contacto con instituciones gubernamentales y ONG's nacionales e internacionales para la continua implementación de estrategias de conservación que contra resten las amenazas presentes y 4) La elaboración de un plan de manejo para el zarapito pico largo en México.



BIBLIOGRAFÍA

- Aebischer NG, Green RE, Evans AD. 2000. From science to recovery: four case studies of how research has been translated into conservation action in the U.K. En *Ecology and conservation of lowland farmland birds* (eds NJ Aebischer, AD Evans, PV Grice & JA Vickery). Tring, British Ornithologists' Union. Pp. 43–54.
- Allen JN. 1980. The ecology and behavior of the Long-billed Curlew in southeastern Washington. *Wildl. Monogr.* 73:1–67.
- American Ornithologist's Union. 1998. Check-list of North American Birds. 7^a ed. American Ornithologist's Union. Washington, D. C., USA, pp 829.
- ARGOS. 2008. User's manual. CLS/Service Argos, Toulouse, Francia. [Online]. Disponible en: www.argos-system.org/manual/
- Arnett RH, Downie NM, Jaques WG, Bamrick J, Cawley ET. 1951. How to Know the Beetles. McGraw-Hill Science. USA, pp 424.
- Audubon's Society Christmas Counting. 2005.
- Bibby C, Jones M, Marsden S. 1998. Bird Surveys. Expedition Field Techniques. Expedition Advisory Centre. London, pp137.
- Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA, Mustoe SH. 2000. Bird Census Techniques. Academic Press. USA, pp 302.
- Blackman RL, Eastop VF. 2007. Aphidids on the world's herbaceous plants and shrubs. John Wiley and sons. England, pp 1439.
- Blomqvist S, Holmgren N, Åkesson S, Hedenström A, Petterson J. 2002. Indirect effects of lemming cycles on sandpiper dynamics: 50 years of counts from southern Sweden. *Oecologia* 133: 146–158.
- Blus LJ, Henny CJ, Krynitsky AJ. 1985. Organochlorine-induced mortality and residues in Long-billed Curlews from Oregon. *The Condor* 87:563-565.
- Borror DJ, DeLong DM, Triplehorn CA. 1954. An Introduction to the Study of the Insects. Fourth edition. Holt, Rinehart and Winston. USA, pp 852.



- Brabata G, Carmona R. 1999. Feeding Behavior of Four Beach Bird Species (Charadriiformes: Scolopacidae) in Chametla, Baja California, Sur, México. *Revista de Biología Tropical*. 47: 239-243.
- Brennan LA, Kuvlesky jr. WP. 2005. North American grassland birds: an unfolding conservation crisis? *Journal of Wildlife Management* 69:1–13.
- Brower JE, Zar JH, Von ende CN. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3rd ed. W.C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Brown S, Hickey C, Harrington B, Gil R. (eds.) 2001. The U.S. Shorebird Conservation Plan. 2nd ed. Manomet Center for Conservation Sciences, Manomet, MA. USA, pp 61.
- Brush T. 1995. Habitat use by wintering shorebirds along the lower Laguna Madre of south Texas. *Texas J. Sci.* 47: 179–190.
- Bub H. 1991. Bird trapping and bird banding: a handbook for trapping methods all over the world. Cornell University Press. USA, pp 328.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L. 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press. Oxford, UK, pp 448.
- Bullock JM. 2006. Plants. In: *Ecological Census Techniques*, Sutherland WJ (ed). Cambridge University Press, pp 186-212.
- Burger J, Seyboldt S, Morganstein N, Clark K. 1993. Heavy metals and selenium in feathers of three shorebird species from Delaware Bay. *Environmental Monitoring and Assessment* 28:189–198.
- Burger J, Gochfeld M. 2003. Parrot behavior at Rio Manu (Peru) clay lick: temporal ptpatterns, associations, and predator responses. *Acta Ethol* 6:23-34.
- Butler RW, Shepherd PCF, Lemon MJF. 2002. Site fidelity and local movements of migrating Western sandpipers on the Fraser river estuary. *Wilson Bull.* 114(4):485-490.
- Burns JG, Ydenberg RC. 2002. The effects of wing loading and gender on the escape flights of least sandpiper (*Calidris minutilla*) and western sandpiper (*Calidris mauri*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 52:128-136.



- Burton NHK. 2000. Winter site fidelity survival of Redshank (*Tringa totanus*) at Cardiff, South Wales. *Bird Study* 47: 102-112.
- Butler RW, Williams TD, Warnock N, Bishops MA. 1997. Wind assistance: a requirement for migration in shorebirds?. *The Auk* 114:456-466.
- Canavos GC. 1988. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. McGraw-Hill. México, pp 651.
- Conklin JR, Colwell MA. 2007. Diurnal and nocturnal roost site fidelity of Dunlin (*Calidris alpina pacifica*) at Humboldt Bay, California. *The Auk* 124:677-689.
- Campbell RW, Dawe NK, McTaggart-Cowan I, Cooper JM, Kaiser GW, McNall MCE. 1990. The birds of British Columbia. Volume 2. University of British Columbia Press, Vancouver, British Columbia, Canada, pp 636.
- Canevari P, Castro G, Sallaberry M, Naranjo LG. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia, pp. 151.
- Castillo-Guerrero A, Fernández G, Arellano G, Mellink E. 2009. Diurnal abundance, foraging behavior and hábitat use by non-breeding Godwits and Willets at Guerrero Negro, Baja California Sur, Mexico. *Waterbirds* 32(3):400-407.
- Chandler RJ. 1989. North Atlantic shorebirds. Facts on File. New York. USA, pp 208.
- Clark CW, Butler RW. 1999. Fitness components of avian migration: a dynamic model of Western sandpiper migration. *Evol. Ecol. Res.* 1:443-457.
- Clarke JN. 2006. Reproductive ecology of Long-billed Curlew breeding in grazed landscapes of western South Dakota. Thesis (M.Sc). South Dakota State University, Brooklings, South Dakota, pp 94.
- Cline BB, Haig SM. 2011. Seasonal movement, residency, and migratory patterns of Wilson's Snipe (*Gallinago delicata*). *The Auk* 128:543-555.
- Colwell MA, Mathis RL, Leeman LW. 2002. Space Use and Diet of Territorial Long-Billed Curlews (*Numenius americanus*) during the Non-Breeding Season. *Northwestern Naturalist* 83(2): 47-56.



- Conklin JR, Colwell MA. 2007. Diurnal and nocturnal roost site fidelity of Dunlin (*Calidris alpina pacifica*) at Humboldt Bay, California. *The Auk* 124:677-689.
- Cooper RJ, Whitmore RC. 1990. Arthropod Sampling Methods in Ornithology. *Studies in Avian Biology* 13: 29-37.
- Cooperrider AY, Boyd RJ, Stuart HR. 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. Denver Co, Service Center, Bureau of Land Management, US Department of Interior, pp858.
- Cotera M, Guadarrama E, Brenner J, Arango AM, García ME, Ganem A, Bell G, Yanoff S, Sullivan T, Nájera S, Gronmeyer P, Weigel J, Karges J, McCready B, Mehlman D, Bergan J, King J, Gallyoun M, Certain DL, Potts R, Wrinkle J, Bezauri J, Arias HM, Atchley J, Parra IE. 2004. Ecoregional conservation assessment of the Chihuahuan Desert. PRONATURA Noreste and The Nature Conservancy, World Wildlife Found. [Online]. Disponible en: www.worldwildlife.org/wildplaces/cd/science.cfm.
- Cotera-Correa M, Scott-Morales L. 2000. Pradera de Tokio. En: Del Coro-Arizmendi M y Márquez L (eds). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CONABIO y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Pp. 440.
- Cruz-Nieto MA. 2006. Ecología invernal de la lechuza llanera (*Athene cunicularia*), en los pastizales ocupados por el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), Nuevo León, México. Tesis (Doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Danufsky, T. 2000. Winter shorebird communities of Humboldt Bay: species diversity, distributions, and habitat characteristics. Master's thesis, Humboldt State Univ., Arcata, CA.
- Dechant JA, Sondreal ML, Johnson DH, Igl LD, Goldade CM, Rabie PA, Euliss DBR. 2003. Effects of management practices on grassland birds: Long-billed Curlew. U.S. Department of Interior, U.S. Geological Survey, Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, North Dakota, pp 19.
- Del Coro-Arizmendi M, Márquez L. (eds). 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en Mexico. CONABIO y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Pp 440.



- Demers SA, Takakewa JY, Ackerman JT, Warnock N, Athearn ND. 2010. Space Use and Habitat Selection of Migrant and resident American Avocets. *The Condor* 112:511-520.
- Derner JD, Lauenroth WK, Stapp P, Augustine DJ. 2009. Livestock as Ecosystem Engineers for Grassland Bird Habitat in the Western Great Plains of North America. *Rangeland Ecology & Management* 62(2):111-118.
- Desmond M, Atchley MJ. 2006. Evaluación del estado y distribución de los pastizales del desierto chihuahuense en los Estados Unidos y México. En: Basurto X, Hadley D. (eds). *Grasslands ecosystems, endangered species and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, Colorado, pp. 138.
- Dhananjayan V, Muralidharan S. 2010. Levels of Organochlorine Pesticide Residues in Blood Plasma of Various Species of Birds from India. *Bull Environ Contam Toxicol* 85:129–136.
- Dieni JS, Howe HW, Jones HL, Manzano–Fischer P, Melcher CP. 2003. New Information on Wintering Birds of Northwestern Chihuahua. The 103rd Christmas Bird Count. *American Birds*. Pp 26-31.
- Dinerstein E, Olson ED, Atchley J, Loucks C, Contreras-Balderas S, Abell R, Iñigo E, Enkerlin E, Williams CE, Castilleja E (eds). 2000. *Ecoregion Based Conservation in the Chihuahuan Desert: A Biological Assessment*. World Wildlife Found, CONABIO, The Nature Conservancy, PRONATURA Noreste and ITESM. Pp 376.
- Donaldson GM, Hyslop C, Morrison RIG, Dickon HL and Davidson I (eds). 2000. *The Canadian Shorebird Conservation Plan*. The Canadian Wildlife Service. Pp. 27.
- Driscoll PV, Ueta M. 2002. The migration and behavior of Eastern Curlews *Numenius madagascariensis*. *Ibis* 144:19–30.
- Dugger BD, Dugger KM. 2002. Long-billed Curlew (*Numenius americanus*). In: *The Birds of North America*, No. 628. Poole A & Gill F (eds). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA. Pp. 44.
- ECOPAD. 2007. Aguirre C, Hoth J, Lafon A (eds). *Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense, Chihuahua, México*. Pp. 23.



- Emlen JT. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. *The Auk* 88: 323-342.
- Erlich PR, Dobkin DS, Whye D. 1998. *The Birder's Handbook. A Field Guide to the Natural History of North American Birds*. Simon & Schuster, Inc. USA, pp 785.
- Estrella SM, Masero JA. 2010. Prey and prey size selection by the near-threatened Black-tailed Godwit foraging in non-tidal areas during migration. *Waterbirds* 33(3): 293-299.
- Evans-Ogden LJ. 2002. Non-breeding shorebirds in a coastal agricultural landscape: winter habitat use and dietary sources. Thesis (Ph.D). Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia. Pp 241.
- Fair JM, Kennedy PL, McEwen LC. 1995. Effects of carbaryl grasshopper control on nesting Killdeer in North Dakota. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14:881-890.
- Farmer A, Durbian F. 2006. Estimating Shorebird Numbers at Migration Stopover Sites. *The Condor*. 108(4):792-807.
- FCB/UANL. 2005. Reporte Interno. Monitoreo invernal de aves de pastizal en el Llano La Soledad, Galeana, Nuevo León, México.
- Fellows S, Stone K, Jones S, Damude N, Brown S. 2001. Central Plains/Playa Lakes Regional Shorebird Conservation Plan, version 1.0. Pp 25. [Online]. Disponible en: <http://www.shorebirdplan.org/wp-content/uploads/2013/01/CPPLR.pdf>
- Fellows SD, Jones SL. 2009. Status assessment and conservation action plan for the Long-billed Curlew (*Numenius americanus*). U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technical Publication, FWS/BTP-R6012-2009, Washington, D.C.
- Fernández G, De la Cueva H, Warnock N, Lank DB. 2003. Apparent survival rates of Western Sandpiper wintering in northwest Baja California, México. *The Auk* 120:55-61.
- Forsythe DM. 1970. Vocalizations of the Long-billed Curlew. *The Condor* 72:213-224.



- Foster-Willifong JM. 2003. Census methodology and habitat use of Long-billed curlew (*Numenius americanus*) in Saskatchewan. Thesis (M. Sc.). University of Regina, Regina, Saskatchewan, pp 230.
- Fuller MR. 1987. Applications and considerations for wildlife telemetry. *Journal of Raptor Research* 21:126-128.
- Gaunt AS, Oring LW, Able KP, Anderson DW, Baptista LF, Barlow JC, Winfield JC. 1997. Guidelines to the use of wild birds in research. Ornithological Council, Washington, D.C.
- Gilardi JD, Duffey SS, Munn CA, Tell La. 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and protective effects. *Journal of Chemical Ecology* 25(4):897-922.
- Gillihan SW. 1999. Best management practices for select bird species of the Comanche National Grassland. U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service, Cimarron and Comanche National Grassland, Pueblo, Colorado.
- Gillihan SW, Hanni DJ, Hutchings SW, Toombs T, VerCauteren T. 2001. Sharing your land with shortgrass prairie birds. Rocky Mountain Bird Observatory (RMBO). EUA, pp. 37.
- Gillings S, Fuller RJ, Sutherland WJ. 2005. Diurnal studies do not predict nocturnal habitat and site selection of European Golden-Plovers (*Pluvialis apricaria*) and Northern Lapwings (*Vanellus vanellus*). *The Auk* 122:1249-1260.
- Gleason RL, Craig TH. 1979. Food habits of Burrowing owls in Southeastern Idaho. *Great Basin Naturalist* 39(3): 274-276.
- González-Rojas JI, Olalla-Kerstupp A, Ruiz-Ayma G, Ruvalcaba-Ortega I, Canales-del Castillo R. 2009. Manejo del zarapito pico largo en dos sitios de invernación del Desierto Chihuahuense. Informe Técnico Final. U.S. Fish and Wildlife Service. Pp 97.
- Gratto CL, Morrison RIG, Cooke F. 1985. Philopatry, site tenacity and mate fidelity in the Semipalmated sandpiper. *The Auk* 102:16-24.
- Green GA, Fitzner RE, Anthony RG, Rogers LE. 1993. Comparative diets of Burrowing owls in Oregon and Washington. *Northwest Science* 67(2):88-93.



- Green HW, Jacksic FM. 1983. Food-niche relationships among sympatric predators: effects of level of prey identification. *Oikos* 40:151-154
- Gunnarsson TG, Gill JA, Newton J, Potts PM, Sutherland WJ. 2005. Seasonal matching of habitat quality and fitness in migratory birds. *Proc R. Soc. Lond. B* 272: 2319–2323.
- Hale WG. 1980. *Waders*. Editorial Collins, London, pp 296.
- Harrington BD, Hagan JM, Leddy LE. 1988. Site fidelity and survival differences between two groups of new world Red knots (*Calidris canutus*). *The Auk* 105:439-445.
- Heckscher CM, Taylor SM, Fox JW, Afanasyev V. 2011. Veery (*Catharus fuscescens*) wintering location, migratory connectivity, and a revision of its winter range using geolocator technology. *The Auk* 128:531-542.
- Helfer JR. 1972. *How to Know the Grasshoppers, Crickets, Cockroaches and their Allies*. Dover Publications. USA, pp 363.
- Hill DA. 1988. Population dynamics of Avocets (*Recurvirostra avosetta* L.) breeding in Britain. *J. Anim. Ecol.* 57: 669–683.
- Hill DP. 1998. Status of the Long-billed Curlew (*Numenius americanus*) in Alberta. Alberta Environmental Protection, Fisheries & Wildlife Management Division, and Alberta Conservation Association, Wildlife Status Report No. 16, Edmonton, Alberta, Canada, pp 20.
- Holechek JL, Pieper RD, Herbel CH. 1998. *Range management: principles and practices*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall. Pp 542.
- Holland PK, Yalden DW. 1991. Population dynamics of Common Sandpipers *Actitis hypoleucos* breeding along an upland river system. *Bird Study* 38: 151–159.
- Howell SNG, Webb S. 1995 *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press Inc., New York. USA, pp 868.
- Hui CA, Takekawa JY, Warnock SE. 2001. Contaminant profiles of two species of shorebirds foraging together at two neighboring sites in South San Francisco Bay, California. *Environmental Monitoring and Assessment* 71:107–121.



- Hutchinson GE. 1978. An introduction to population ecology. New Haven, CT, Yale University Press, pp 271.
- Hutto RL. 1990. Measuring the availability of food resources. *Studies in Avian Biology* 13:20-28.
- Iko WM, Archuleta AS, Knopf FL. 2003. Plasma cholinesterase levels of Mountain Plovers (*Charadrius montanus*) wintering in central California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* 22:119–125.
- Isacch JP, Cardoni DA. 2011. Different grazing strategies are necessary to conserve endangered grassland birds in short and tall salty grasslands of the flooding pampas. *The Condor* 113(4): 724-734.
- Isacch JP, Darrieu CA, Martinez MM. 2005. Food abundance and dietary among migratory shorebirds using grasslands during the non-breeding season. *Waterbirds* 28(2):238-245.
- IUCN. 2006-2013. Red List. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). [Online]. Disponible en: www.iucnredlist.org
- Jenni DA, Redmond RL, Bicak TK. 1981. Behavioral ecology and habitat relationships of Long-billed Curlew in western Idaho. A final report to U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, Boise District, Boise, Idaho.
- Johnson M, Clarckson P, Goldstein MI, Haig SM, Lanctot RB, Tessler DF, Zwiefelhofer D. 2010. Seasonal movements, winter range use, and migratory connectivity of the Black Oystercatcher. *The Condor* 112:731-743.
- Johnson OW, Johnson PM, O'Daniel DL. 2004. Site fidelity and other features of Pacific Golden-Plovers *Pluvialis fulva* wintering on Johnston Atoll, central Pacific Ocean. *Wader Study Group Bulletin* 104: 60-65.
- Johnston MC. 1963. "Past and present grassland of southern Texas and northeastern Mexico." *Ecology* 44: 456-466.
- Jones SL, Nations CS, Fellows SD, McDonald LL. 2008. Breeding Abundance of Long-billed Curlews (*Numenius americanus*) in North America. *Waterbirds* 31(1):1-14.



- Kenow KP, Meyer MW, Evers DD, Douglas DC, Hines J. 2002. Use of satellite telemetry to identify Common Loon migration routes, staging areas and wintering range. *Waterbirds* 25:449-458.
- King R. 1978. Habitat use and related behaviors of breeding long-billed curlews. Thesis. Fort Collins, CO, USA. Colorado State University. Pp 69.
- Kimsey LS, Bohart RM. 1990. The chrysidid wasps of the world. Oxford University Press, pp 652.
- Kuskimies P, Vaisanen RA. 1991. Monitoring bird populations. Zoological Museum, Finnish Museum of Natural History, University of Helsinki, pp 145.
- Lack D. 1954. The natural regulation of animal numbers. Oxford, Oxford University Press, pp 343.
- Lank DB. 1989. Why flight by night? Inferences from tidally-induced migratory departures of sandpipers. *Journal of Field Ornithology* 60:154-161.
- Leeman LW. 2000. Diet composition and energy intake rates of Long-billed Curlews (*Numenius americanus*) at the Elk River estuary, CA. M.S. thesis, Humboldt State Univ., Arcata, California, pp 120.
- Leeman LW, Colwell MA, Leeman TS, Mathis RL. 2001. Diets, energy intake, and kleptoparasitism of nonbreeding Long-billed Curlews in a northern California estuary. *Wilson Bull.* 113: 196–203.
- Leeman TS, Colwell MA. 2005. Coastal pasture use by Long-billed curlews at the northern extent of their non-breeding range. *J. Field Ornithol.* 76(1):33-39.
- Lindberg MS, Walker J. 2007. Satellite telemetry in avian research and management: sample size considerations. *Journal of Wildlife Management* 71:1002-1009.
- Lindsay MCM, Meathrel CE. 2008. When, where and how? Limitations of the techniques used to examine dietary preference of pacific gulls (*Larus pacifica*) using non-consumed parts of prey and regurgitated pellets of prey remains. *Waterbirds* 31(4): 611-619.
- Little CJ, Williford D. 2007. Diet of western burrowing owls wintering in southern Texas. *J. Raptor Res.* 41(4):307-313.



- Macías-Duarte A, Panjabi AO. 2013. Association of habitat characteristics with winter survival of a declining grassland bird in Chihuahuan Desert grasslands of Mexico. *The Auk* 130(1): 141-149.
- Magurran AE 1988. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Editorial Vedral. España., pp 200.
- Manzano-Fisher P, List R, Ceballos G, Cartron JE. 2006. Avian diversity in a priority area for conservation in North America: The Janos-Casas Grandes Prairie Dog Complex and adjacent habitats in northwestern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 3801-3825.
- Manzano-Fisher P, Ceballos G, List R, Moctezuma O, Pecheco J. 2000. Janos-Nuevo Casas Grandes. En: Del Coro-Arizmendi (Ed). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. CONABIO y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Pp. 440.
- Marks JS, Redmond RL. 1994. Migration of Bristle-thighed Curlews on Laysan Island: timing, behavior and estimated flight range. *The Condor* 96:316-330.
- Martell MS, Henny CJ, Nye PE, Solensky MJ. 2001. Fall migration routes, timing, and wintering sites of North American Ospreys as determined by satellite telemetry. *The Condor* 103:715-724.
- McCracken JG, Uresk DW, Hansen RM. 1985. Burrowing owl foods in Conata Basin, South Dakota. *Grate Basin Naturalist* (45) 2:287-290.
- McDonald EC, Ginn MG, Hamilton DJ. 2012. Variability in foraging behavior and implications for diet breadth among Semipalmated Sandpipers staging in the Upper Bay of Fundy. *The Condor* 114(1):135-144.
- McFarland CN, Bendell-Young LI, Guglielmo C, Williams TD. 2002. Kidney, liver and bone cadmium content in the Western Sandpiper in relation to migration. *Journal of Environmental Monitoring* 4:791-795.
- McNeil R, Rodriguez JR, Mercier F. 1985. Winter range expansion of the Long-billed Curlew (*Numenius americanus*) to South America. *The Auk* 102: 174-175.
- Mee A, Denny R, Fairclough K, Pullan DM, Boyd-Wallis W. 2005. Observation of parrots at a geophagy site in Bolivia. *Biota Neotropica* 5(2):1-4.



- Mehl KR, Drake KL, Page GW, Sanzenbacher PM, Haig SM, Thompson JE. 2003. Capture of breeding and wintering shorebirds with leg-hold noose-mats. *Journal of Field Ornithology* 74:401-405.
- Minton C. 2003. The importance of long-term monitoring of reproduction rates in waders. *Wader Study Group Bull.* 199: 178–182.
- Mitchell CA, White DH. 1982. Seasonal brain acetylcholinesterase activity in three species of shorebirds overwintering in Texas. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 29:360–365.
- Mohr CO. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Naturalist* 37:223-249.
- Montalti D, Arambarri AM, Soave GE, Darrieu CA, Amperi AR. 2003. Seeds in the diet of the White-rumped Sandpiper in Argentina. *Waterbirds* 26(2): 166-168.
- Monroy-Ojeda A, Grosselet M, Ruiz Georgita, Del Valle E. 2013. Winter site fidelity and Winter residency of six migratory neotropical species in Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology* 125(1): 192-196.
- Morrison ML, Ralph CJ, Verner J, Jehl JR (eds). 1990. *Avian Foraging: Theory, Methodology and Applications*. Studies in Avian Biology No. 13. Pp 526.
- Morrison RIG, Gill RE, Harrington BA, Skagen SK, Page GW, Gratto-Trevor CL, Haig SM. 2000. Population Estimates of Nearctic Shorebirds. *Journal of the Waterbird Society* 23(3): 337-552.
- Morrison RIG, Ross RK, Guzman J, Estrada A. 1993. Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: Preliminary results of surveys on the Gulf of Mexico and Caribbean coasts. *Can. Wildl. Serv. Prog. Notes* 206:1-14.
- Morrison RIG, Ross RK, Torres MS. 1992. Aerial surveys of Nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. *Canadian Wildlife Service Progress Notes* No. 201. Canadian Wildlife Service, Ottawa, pp 11.
- Morrison RIG, McCaffery BJ, Gill RE, Skagen SK, Jones SL, Page GW, Gratto-Trevor CL, Andres BA. 2006. Population estimates of North American shorebirds, *Wader Study Group Bull.* 111:67–85



- National Geographic Society. 2006. Field Guide to the Birds of North America. Washington, USA, pp. 503.
- NatureServe (eds). 2004. Landcover descriptions for the Southwest Regional Gap Analysis Project. NatureServe, Arlington, Virginia, pp. 179.
- Navedo JC, Sauma-Castillo L, Fernández G. 2012. Foraging activity and capture rate of large nearctic shorebirds wintering at a tropical coastal lagoon. *Waterbirds* 35(2):301-312.
- Newton I. 2008. The migration ecology of birds. Academic Press. United Kingdom, pp 984.
- Noel BL, Chandler CR. 2008. Spatial distribution of non-breeding Piping plovers on the Georgia Coast. *Waterbirds* 31(2): 241-251.
- Norling W, Jeske CW, Thigpen T, Chadwick PC. 2012. Estimating shorebird populations during spring stopover in rice fields of the Louisiana and Texas Gulf Coastal Plain. *Waterbirds* 35(3): 361-370.
- Norvell RE, Howe FP, Parrish JR. 2003. A seven-year comparison of relative abundance and distance-sampling methods. *The Auk* 120:1013–1028.
- Olalla A. 2003. Aves Playeras de La Laguna Madre, Tamaulipas, México. TESIS. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 153.
- O'Reilly KM, Wingfield JC. 1995. Spring and autumn migration in arctic shorebirds: same distance, different strategies. *Amer. Zool*, 35:222-233.
- Oring LW. 2006. Long-billed Curlew symposium. *Wader Study Group Bulletin* 109:30.
- Page GW, Stenzel LE, Wolfe CM. 1979. Aspects of the occurrence of shorebirds on a central California estuary. *Stud. Avian Biol.* 2: 15–32.
- Page GW, Palacios E, Alfaro L, González S, Stenzel LE, Jungers M. 1997. Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *J. Field Ornithology* 68:562-574.
- Pampush GJ. 1980. Status report on the Long-billed Curlew in the Columbia and Northern Great Basins. Department of Interior, U.S. Fish Wildlife Service, Portland, OR, pp 55.



- Pampush GJ. 1981. Breeding chronology, habitat utilization, and nest site selection of the Long-billed Curlew in northcentral Oregon. M. Sc. dissertation, Oregon State University, Corvallis, pp 98.
- Pampush GJ, Anthony RG. 1993. Nest success, habitat utilization and nest-site selection of Long-billed Curlews in the Columbia Basin, Oregon. *The Condor* 95: 957–967.
- Parr R. 1992. The decline to extinction of a population of Golden Plover in north-east Scotland. *Ornis Scand.* 23: 152–158.
- Paulson D. 2003. Shorebirds of the Pacific Northwest. Univ. of Washington Press, Seattle, pp 422.
- Peach WJ, Thompson PS, Coulson JC. 1994. Annual and long-term variation in the survival rates of British Lapwings *Vanellus vanellus*. *J. Anim. Ecol.* 63: 60–70.
- Ralph CJ, Geupel GR, Pyle PM, Thomas E, DeSante DF, Milá B. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Pp. 46.
- Ralph CJ, Smith JM (eds). 1981. Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* No. 6. Pp 630.
- Redmond RL, Jenni DA. 1985. Note on the diet of Long-billed Curlew chicks in western Idaho. *Great Basin Nat.* 45: 85–86.
- Renaud WE. 1980. Long-billed Curlew in Saskatchewan: status and distribution. *Blue Jay* 38: 221–237.
- Rivera, E. 2006. Caracterización y productividad invernal de tres áreas de pastizal hábitat para la lechuga llanera (*Athene cucularia*) en el Municipio de Galeana, Nuevo León, México. Tesis. FCB.UANL. México. Pp 72.
- Rojas-Mendoza P. 1965. Generalidades sobre la Vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Facultad de Ciencias. México D.F, Universidad Nacional Autónoma de México, pp 124.
- Rose M, Nol E. 2010. Foraging behavior of non-breeding Semipalmated Plovers. *Waterbirds* 33(1):59-69.



- Roy JF. 1996. Birds of the Elbow. Saskatchewan Natural History Society. Calin Series no. 3. Publ. no. 21:158–159.
- Russell SM, Monson G. 1998. The birds of Sonora. University of Arizona Press, Tucson. Pp 360.
- Ruthrauff DR, Tibbitts TL, Gill Jr. RE, Dementyev MN, Handel CM. 2012. Small population size of the Pribilof Rock Sandpiper confirmed through distance-sampling surveys in Alaska. *The Condor* 114(3): 544-551.
- Saab VA, Bock CE, Rich TD & Dobkin DS. 1995. Livestock grazing effects in western North America. En: TE Martin, DM Finch (eds). *Ecology and management of Neotropical migratory birds: a synthesis and review of critical issues*. New York, NY, USA: Oxford University Press. Pp. 311–353.
- Saafeld ST, Conway WC, Haukos DA, Rice M, Jones SC, Fellows SD. 2010. Multiscale habitat selection by Long-billed curlews (*Numenius americanus*) breeding in the United States. *Waterbirds* 33:148-161.
- Salinas MM. 2006. Poblaciones invernales de três espécies de aves: *Athene cunicularia*, *Charadrius montanus* y *Numenius americanus* en la región de los pastizales de Janos Chihuahua, México. TESIS. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 76.
- Samson FB, Knopf FL. 1994. Prairie conservation in North America. *Bioscience* 44:418-421.
- Sanzenbacher PM, Haig SM, Oring LW. 2000. Application of a modified harness design for attachment of radio transmitters to shorebirds. *Wader Study Group Bulletin* 91:16-20.
- Sauer JR, Hines JE, Fallon J. 2008. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966 - 2007. Version 5.15.2008. USGS Patuxent Wildlife Research Center. [Online]. Disponible en: www.mbr-pwrc.usgs.gov/bbs
- Saunders EJ. 2001. Population estimate and habitat associations of the Long-billed Curlew (*Numenius americanus*) in Alberta. Alberta Sustainable Resource Development. Fish and Wildlife Division. Alberta Species in Risk Report No. 25. Edmonton, AB. Pp. 58.



- Schmutz EM, Smith EL, Orden PR, Cox ML, Klemmedson JO, Norris JJ, Fierro LC. 1991. Desert Grassland. In: Coupland RI (Ed). *Natural Grasslands: Introduction and Western Hemisphere Ecosystems of the World*. Elsevier, Amsterdam, Holland, pp 337-362.
- Scott-Morales L, Estrada E, Chavez-Ramirez F, Cotera M. 2004. Continued Decline in Geographic Distribution of the Mexican Prairie Dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy* 85(6): 1095-1101.
- Seaman DE, Powell RA. 1996. An evaluation of the accuracy of the Kernel density estimators for home range analyses. *Ecology* 77:2075-2085.
- Shuford WD, Page GW, Evans JG, Stenzel LE. 1998. Seasonal abundance of waterbirds at Point Reyes: a coastal California perspective. *West. Birds* 20:137-265.
- Sibley DA. 2000. *The SIBLEY Guide to Birds*. National Audubon Society. USA, pp 560.
- Simons TR, Alldredge MW, Pollock KH, Wettroth JM. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts. *The Auk* 124(3):986-999.
- Skagen SK. 2006. Migration stopovers and the conservation of arctic-breeding calidridine sandpipers. *The Auk* 123:313-322.
- Skagen SK. 1997. Stopover ecology of transitory populations: the case of migrant shorebirds. *Ecological Studies* 125: 244-269.
- Skagen SH, Oman HD. 1996. Dietary flexibility of shorebirds in the western hemisphere. *Canadian Field-Naturalist* 110:419-444.
- Slater JA, Baranowski RH. 1978. *How to know the true Bugs*. Wm. C. Brown Company Publishers, USA, pp 256.
- Smith GA, Lamolino MV. 2004. Black-tailed prairie dogs and the structure of avian communities on the shortgrass plains. *Oecología* 138:592-602.
- Smith KG, Rotenberry JT. 1990. Quantifying Food Resources in Avian Studies: present problems and future needs. *Studies in Avian Biology* 13:3-5.



- Smith SM, Stiles FG. 1979. Banding studies of migrant shorebirds in Northwestern Costa Rica. *Studies in Avian Biology* 2:41-47.
- Soikkeli M. 1970. Dispersal of Dunlin *Calidris alpina* in relation to sites of birth and breeding. *Ornis Fenn.* 47: 1-9.
- Somershoe SG, Twedt DJ, Reid B. 2006. Combining Breeding Bird Survey and Distance Sampling to Estimate Density of Migrant and Breeding Birds. *The Condor* 108(3):691-699.
- Sprandel GL, Gore JA, Cobb DT. 2000. Distributions of Wintering Shorebirds in Coastal Florida. *Journal of Field Ornithology* 71(4):708-720.
- Stanley TR, Skagen SK. 2007. Estimating the Breeding Population of Long-billed Curlew in the United States. *Journal of Wildlife Management* 71(8):2556-2564.
- Stenzel LE, Harriet R, Page GW. 1976. Feeding Behavior and Diet of the Long-billed Curlew and Willet. *The Wilson Bulletin* 88(2): 314-332
- Strum KM, Hooper MJ, Johnson KA, Lanctot RB, Zaccagnini ME, Sandercockl BK. 2010. Exposure of Nonbreeding Migratory Shorebirds to Cholinesterase-Inhibiting Contaminants in the Western Hemisphere. *The Condor* 112(1):15-28.
- Strum KM, Alfaro M, Haase B, Hooper MJ, Johnson KA, Lanctot RB, Lesterius AJ, López L, Matz AC, Morales C, Paulson B, Sandercockl Torres-Dowdall BJ, Zaccagnini ME. 2008. Plasma cholinesterases for monitoring pesticide exposure in nearctic-neotropical migratory shorebirds. *Ornitología Neotropical* 19 (Suppl.): 641-651.
- Summers RW, Underhill LG. 1987. Factors related to breeding production of Brent Geese *Branta bernicla* and waders (Charadrii) on the Taimyr Peninsula. *Bird Study* 34:161-171.
- Sutherland TF, Shepherd PCF, Elnor RW. 2000. Predation of meiofaunal invertebrates by Western sandpipers (*Calidris mauri*): evidence of dual foraging modes. *Mar. Biol.* 137:983-993.
- Taft OW, Sanzenbacher PM, Haig SM. 2008. Movements of wintering Dunlin *Calidris alpina* and changing habitat availability in an agricultural landscape. *Environmental Management* 33:750-763.



- Taylor AR, Bishop MA. 2008. Stopover site fidelity of a Western Sandpiper on the Copper River Delta, Alaska. *Waterbirds* 31(2): 294-297.
- Thomas L, Laake JL, Strindberg S, Marques FFC, Buckland ST, Borchers DL, Anderson DR, Burnham KP, Hedley SL, Pollard JH, Bishop JRB, Marques TA. 2006. Distance 5.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. [Online]. Disponible en: <http://www.ruwpa.stand.ac.uk/distance/>
- Thompson WT. 2002. Toward reliable bird surveys: accounting for individuals present but not detected. *The Auk* 119: 18-25.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2002. Migratory Bird Mortality. Many human-caused threats afflict our bird populations. US Fish and Wildlife Service. Division of Migratory Bird Department, US, pp 2.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2008. Birds of Conservation Concern. [internet]. U.S. Fish and Wildlife Service Division of Migratory Bird Management. Arlington, Virginia. Pp 85. [Online]. Disponible en: <http://www.fws.gov/migratorybirds/NewReportsPublications/SpecialTopics/BCC2008/BCC2008.pdf>
- Valdés-Peña R, Ortiz-Maciel SG, Valdés-Juárez SO, Enkerlin-Hoeflich EC, Snyder NF. 2008. Use of clay licks by Maroon-fronted parrots (*Rynchopsitta terrisi*) in Northern Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(1):176-180.
- Warnock N, Takekawa JY. 2003. Use of radio telemetry in studies of shorebirds: past contributions and future directions. *Wader Study Group Bulletin* 100:138-150.
- Watts BD, Truitt BR, Smith FM, Mojica EK, Paxton BJ, Wilke AL, Duerr AE. 2008. Whimbrel tracked with satellite transmitter on migratory flight across North America. *Wader Study Group Bull.* 115 (2):119-121.
- Webster MS, Marra PP, Haig SM, Bench S, Holmes RT. 2002. Links between worlds: unraveling migratory connectivity. *Trends in Ecology and Evolution* 17:76-83.
- WHSRN. 2005. Designación de Sitio en Categoría de Importancia Internacional para la conservación de aves playeras. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. [Online]. Disponible en: <http://www.whsrn.org/site-profile/llano-de-la-soledad>



- Winter M, Faaborg J. 1999. Patterns of area sensitivity in grassland-nesting birds. *Conservation Biology* 13(6):1424-1436.
- Wolfe LR. 1931. The breeding Limicolae of Utah. *The Condor* 33:49–59.
- Worton BJ. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164-168.
- Ydenberg RC, Butler RW, Lank DB, Guglielmo C, Lemon MJF, Wolf N. 2002. Trade-offs, condition dependence and stopover site selection by migrant sandpipers. *J. Avian Biol.* 33:47-55.



RESUMEN BIOGRÁFICO

Alina Olalla Kerstupp

Candidato para el Grado de

Doctor en Ciencias con Acentuación en Manejo
de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable

Tesis: ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL ZARAPITO PICO LARGO *Numenius americanus* (Bechstein, 1812) EN DOS SITIOS DE INVERNACIÓN DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE.

Campo de Estudio: Ecología y Conservación de Aves Playeras de Patizal

Datos Personales: Nacida en México D.F. el 22 de octubre de 1980. Hija de Juan Jesús Olalla Serrano y Ma. de Lourdes Kesrtupp Medina.

Educación: Biólogo. Título de la tesis: “Aves Playeras de la Laguna Madre, Tamaulipas, México”. Con Mención Honorífica. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 14 de Noviembre de 2003. Cédula Profesional 4308154.

Experiencia Profesional: *Profesor por horas. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Agosto de 2012 a la fecha.

*Coordinador Estatal del programa de Prevención y Control del Virus del Oeste del Nilo en Nuevo León. Servicios de Salud de Nuevo León. Monterrey, N.L. Mayo de 2004 a Octubre de 2007.

*Investigador principal y /o auxiliar en 11 proyecto de investigación. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 2000 a la fecha.

