



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Departamento de Biología

Tesis de Diploma

Relación de los gremios tróficos con los caracteres morfométricos en aves forestales de ecosistemas insulares de Cuba



Autora: Ana Laura Acosta Alonso

Tutor: M.Sc. Antonio García Quintas

Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros

Villa Clara
Septiembre de 2016



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Departamento de Biología

Tesis de Diploma

Relación de los gremios tróficos con los caracteres morfométricos en aves forestales de ecosistemas insulares de Cuba

Autora: Ana Laura Acosta Alonso

Tutor: M.Sc. Antonio García Quintas
Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros

Villa Clara
Septiembre de 2016

A Gabela, por plantar en mí los deseos de conocer la biología y hacer que me enamorara perdidamente de ella.

A mi abuela, por no perder las esperanzas en mí.

Agradecimientos

Ponerle el punto final a mi documento de tesis fue lo que más anhelé meses atrás, llegó a hacerme muy difícil al punto de cuestionarme si era capaz de lograrlo y casi me rindo, de no ser por personas que creyeron en mí aun cuando ni yo creía. Mi más sincero agradecimiento a todos por devolverme la confianza y enseñarme que con constancia y fuerza de voluntad se le puede poner fecha de caducidad a cualquier sueño.

Gracias a mi madre por ese inmenso amor, por ser mi primera maestra, mi primera amiga, por sus consejos, por cada cosa que me ha enseñado, por buscar todas las maneras posibles de hacerme el estudio fácil. Por ser verdaderamente feliz con mis alegrías y sufrir en todos los momentos que me ha tocado perder. Por ser dura conmigo cuando hacía falta aunque por dentro se derrumbara. Porque aunque no fuera yo, sé que me amarías igual. Por estos 23 años de sacrificio y amor que me ha dedicado. Tú eres mi mayor ejemplo de superación y siempre serás la primera en la que pensaré cuando me toque dar las gracias.

A Edel, por ser mi padre siempre, por estar cuando me hizo falta y cuando no. Por su protección y su cariño incondicional. Por no hacerme dudar un segundo que soy su hija también.

A Mileydi por su cariño y a mi padre, mi Sol, la persona por la que grito en cada momento difícil desde que era una niña y que a pesar de estar a millas de distancias lo llevo en mi corazón y en mi mente en todo momento. Por hacerme sentir la necesidad de luchar para obtener mis sueños, porque lo amo y eso me hace sentir que no debo defraudarlo.

A mis Leo, Daniel y Frank. Especialmente a Frank por ser la primera persona que veo cuando abro los ojos y la última antes de dormir y darme la fuerza para empezar el día. Además, sin él no hubiera podido escribir mi tesis. Gracias Frank por entender lo necesaria que era tu computadora y renunciar a ella todos estos meses para dármele.

A mis abuelos. A mi abuelo Demetrio por estar orgulloso de mí siempre. A ti abuela Aurelia, por estar tan pendiente de mis estudios, por tu vasito de agua para aclararme la mente en cada prueba, por ser la primera en llamar los viernes para saber de mi semana. Mi tesis es para ti.

A Víctor por estar para mí siempre, a mis tías que no dejaron de verme un solo domingo y a toda la familia que no menciono y a la que tanto quiero.

Gracias a mi tutor Tony. Por abrirme las puertas sin dudar cuando lo necesité. Por no abandonar aun atravesando un momento difícil en su vida. Porque no se rindió conmigo, por ser tan indulgente a pesar de mis fallos. Por enseñarme a investigar y a escribir cuestionándome cada palabra. Por hacer de esta tesis una lección de superación personal y profesional.

A todos los trabajadores del CIEC, especialmente a Yunier, Julio y Dillian por ayudarme con el trabajo, facilitarme bibliografía y por su amistad.

A mis tutores anteriores Armando y Elisa por ser excelentes maestros y a Gabela por ser el responsable de que me enamorara de esta profesión.

A todos mis amigos, los de verdad, los que me han querido siempre en los mejores y peores momentos, y que sé disfrutan el feliz término de este trabajo como yo.

A mis viejos amigos que siguen estando a mi lado. A Ili, por su amistad que no pierde la fuerza. A Hallén, mi amigo fiel, a Pelusa, a Dayana, a Betty.

A los que se han alejado pero siguen siendo especiales: Anay, Adriana y Lisandra.

A Carlos J. por ser inolvidable.

A la familia que hice durante los cinco años de Universidad, que me cuesta tanto decirle adiós y en la que a partir de ahora no podré pensar sin emocionarme.

A Dayli, por ser mi ángel de la guarda, porque desde el primer día fuimos inseparables, por entenderme sin hablar. Por su amistad sin condiciones, quien me ayudó con el trabajo duro sin vacilar y le buscó una solución a todos mis problemas, por ser quien me levanta cuando nadie sabe que me he caído. Y a su familia, que me abrió las puertas como un miembro más en mis momentos más difíciles, por su apoyo y sus atenciones gracias.

A mi madre Odle por tanta dulzura y protección, por estar siempre a mi lado, por secarme tantas veces las lágrimas y ayudarme a encontrar el camino. Por ser tan especial.

A Ivis, por su nobleza, por cuidarme tanto y alimentarme. Por su paciencia a la hora de explicar como si fuera un deber, por esforzarse para hacerme ver fácil hasta lo más difícil. Por estar siempre dispuesta ante mis caprichos.

A Zulema, por ser parte de las tres Fantásticas, por tantas locuras, por enseñarme el placer de compartirlo todo a partes iguales, por haber conocido Cienfuegos, por su amistad.

A Claudia Chaviano, mi compañera de seminarios, gracias por ayudarme con todos los trabajos en estos cinco años y madrugar conmigo en la predefensa.

A Sheila, por su sonrisa, por hacerme reír en los días más tristes, por permitirme el lujo de ser su amiga.

A Diana, por sus consejos y soluciones, por su amistad intransigente y servicial, por ser mi flotador en la playa y enseñarme a nadar.

A Claudia de Jesús, mi bomboncito de chocolate, por reírse de mis "enlechugamientos" y así enseñarme a reír de los problemas. Por ser tan buena amiga.

A Osnel, que me ha demostrado que, a pesar de los inconvenientes, con voluntad de hierro puedo conseguirlo todo.

A Eric, por ser tan gentil, porque siempre está dispuesto a ayudarme cuando lo necesito.

Gracias a Susett por su cariño y por reírse de todas mis historias, a Milder, Divaldo, Yoandry, Shara, Clairra, Lili, Frank, Carlos, Lisbet y Abel. Gracias a todos por ser tan buenos amigos y a los que imperdonablemente no menciono pero los llevo en mi corazón.

A Leo, por demostrarme que las mejores cosas pasan cuando menos las esperas, por llenar de ilusión y poesía estos últimos meses. Por encontrar la paz en sus ojos.

A mis profesores por su dedicación, a los que poner cada conocimiento en mí supuso un esfuerzo. Por inculcarme valores de los que ahora estoy muy orgullosa y por enseñarme a hablar y escribir mejor de lo que pienso. A Katia por el orgullo que me hizo sentir al ser su alumna de 5 +++ y a Orelvis por sus lecciones de vida además. A Elizabeth que además de ser buena profesora fue una excelente guía y me ayudó cuando más lo necesité. Gracias a todos por hacerme comprender que no recibimos más de lo que podemos soportar y que a través de nuestros esfuerzos y caídas, somos fortalecidos así como el oro es refinado con el fuego. A todos, gracias por acompañarme y enseñarme en la etapa más linda que me ha tocado vivir hasta hoy.

A la Universidad, por hacer de mí una mejor persona, porque quizás los años borren de mi memoria a muchos de los recuerdos pero no como me hizo sentir.

Y finalmente gracias al Dr. Gerardo Gabriel Hechavarría por asumir el trabajo de oponente de mi tesis sin dudarlo ni un segundo, a pesar de ni siquiera conocernos antes.

Resumen

Varios de los rasgos morfométricos de las aves reflejan la diversificación de nichos tróficos experimentada por este grupo zoológico durante el proceso evolutivo. La clasificación de las aves en gremios tróficos se ha realizado en base a varios criterios, aunque no se ha evaluado a partir de medidas corporales. Se evaluó la capacidad predictora de varias dimensiones corporales de aves para su discriminación en gremios tróficos. Se capturaron, con redes de niebla, las especies de aves presentes en formaciones vegetales terrestres de cuatro cayos de Cuba. A cada ave se le midió la longitud del ala, cola, tarso y pico, y el peso corporal. Posteriormente, dichas aves se clasificaron en gremios tróficos. Se compararon las medias de las dimensiones corporales relativas entre gremios y se evaluó su poder clasificatorio en gremios tróficos mediante un Análisis Discriminante. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dimensiones ponderadas de cada gremio, destacándose el Insectívoro con mayor tendencia a la diferenciación. Existió una amplia superposición entre los gremios a partir de las medidas corporales y elevados porcentajes de error de clasificación, excepto para los insectívoros (%absolutas = 1,1; %relativas = 0). Esto reflejó la insuficiente capacidad discriminatoria, para la mayoría de los gremios tróficos, de las variables morfológicas absolutas y relativas en las especies de aves que los constituyen.

Palabras claves: avifauna insular, capacidad predictora, cayos, morfometría

Abstract

Several morphometric traits of birds reflect the trophic niche diversification experienced by this zoological group during the evolutionary process. Classification of birds into trophic guilds has been carried out based on several criteria, but no body measures have been evaluated. The predictive capacity of some body measures of birds for trophic niche discrimination was analyzed. The birds from the terrestrial plant communities of four keys of Cuba were captured using mist nets. For each bird, the length of the wing, tail, tarsus, and bill, and the body weight were measured. Then, the birds were classified into feeding guilds. The body measures were compared among guilds, and its power for classification of the feeding guilds was assessed by a Discriminant Analysis. There were significant differences among the weighted dimensions of each guild ($p < 0.05$), being the Insectivorous the one with the highest tendency toward differentiation. It was found a broad overlap among the guilds based on body measures, and high percentages of classification errors, except for the Insectivorous (%absolutes = 1.1; %relatives = 0). This reflected the poor discriminatory capacity, for most of the feeding guilds, of the absolute and relative morphological variables of birds that form these guilds.

Key words: insular avifauna, predictive capacity, keys, morphometry.

Índice

Introducción	1
Revisión Bibliográfica.....	4
Relación entre la morfología aviar y sus funciones ecológicas	4
Clasificación de las aves en gremios tróficos.....	6
Materiales y Métodos	12
Área de estudio	12
Obtención y filtraje de datos	14
Análisis de datos	15
Resultados	16
Discusión	25
Conclusiones	30
Recomendaciones	31
Literatura Citada	32
Anexos	

Introducción

La caracterización ecomorfológica de los grupos de aves constituye un factor importante en la determinación de las especializaciones que se han fijado por selección natural (Acosta *et al.*, 2002). El estudio de la morfología ecológica es un intento para entender la relación funcional entre la variación morfológica en los animales y su ecología (Frances, 1982). Los estudios morfométricos están basados en la premisa de que las interacciones ecológicas que definen el nicho de una especie son reflejadas en las adaptaciones de la población (Wiens y Rotenberry, 1980).

En las aves, rasgos como las dimensiones del pico, la longitud del tarso, de la cola y del ala reflejan la diversificación de nichos tróficos en adaptaciones para la locomoción, forrajeo, manejo de la comida y otros factores ecológicos. Los cambios en las medidas del cuerpo son asociados con el potencial para la competencia intraespecífica, interespecífica y la ecología térmica (Clegg y Owens, 2002). Las dimensiones de las alas y el tarso son asociadas con comportamientos de forrajeo, mientras que las dimensiones del pico se relacionan con el manejo del alimento y el tipo de presa (Wiens y Rotenberry, 1980). También, la musculatura en las patas de las aves que se alimentan en posición colgante no siempre difiere de las que se alimentan en posición vertical, pero el tarso tiende a ser un miembro más corto en la extremidad. Estas afirmaciones demuestran que existen similitudes en el esqueleto y la morfología externa en las aves que se comportan de manera similar (Frances, 1982) y estas semejanzas pueden funcionar como base de clasificación de las aves en distintos grupos ecológicos. Entonces, los grupos de especies o individuos que demandan niveles similares de algún recurso (*e.g.* agua, luz) o que se alimentan de recursos similares (*e.g.* frugívoros, insectívoros) se pueden organizar en gremios (Guariguata y Kattan, 2002). En el caso de los gremios tróficos, Root (1967) los definió como agrupaciones de especies que explotan un recurso alimenticio de manera similar. Así, los estudios morfológicos ayudan a establecer la estructura de estas agrupaciones y conocer mecanismos de segregación a partir de la utilización de los recursos del medio (Acosta *et al.*, 2002).

Una de las clasificaciones más comunes de los gremios está relacionada con las especializaciones en la alimentación (gremios tróficos). Para esto se tienen en cuenta los tipos de locomoción que las aves usan mientras se alimentan (Grant, 1965). Más allá del tipo de locomoción, la definición de gremios se sustenta en la forma de tomar el alimento (espigueo, revoloteo, perforación y persecución) la cual no necesariamente coincide directamente con la forma de locomoción de la especie. Esto se refleja en la

estructura del pico y el sistema digestivo, tipo y largo de las patas, entre otras características fácilmente medibles (Grant, 1965). El estudio morfométrico de dichas características ofrece una medida de la acción de la selección natural, fundamentalmente a través de la competencia entre gremios (Grant, 1965). Dentro de las categorías generales referidas al modo de alimentación se encuentran los insectívoros, granívoros, insectívoros–frugívoros, nectarívoros–insectívoros, depredadores, entre otros (Guariguata y Kattan, 2002).

En Cuba se utiliza el criterio de Kirkconnell *et al.* (1992) quienes, a partir de la determinación del tipo de alimento, lugar donde lo toman y forma de tomarlo, establecieron criterios cualitativos para definir 47 gremios funcionales. Este sistema de clasificación ha sido empleado en numerosos trabajos relacionados con la caracterización estructural de muchas comunidades de aves. La mayoría de dichos estudios son meramente descriptivos e incluyen solamente aspectos básicos sobre la riqueza de especies y abundancias proporcionales por cada uno de los gremios presentes en la comunidad (Andraca, 2010). Sin embargo, Hechavarría (2004) y Triay (2013) hacen referencia a las ventajas del uso de gremios tróficos concebidos *a posteriori*, a partir de datos cuantitativos sobre la alimentación de las aves. Este enfoque, a pesar de requerir de grandes esfuerzos de muestreo, produce resultados más reales y fidedignos.

Algunas variantes a esta clasificación, han sido propuestas por Acosta *et al.* (1996; 2003) para comunidades de aves acuáticas, las cuales también mezclan criterios morfológicos y conductuales, y Andraca (2010) que plantea otros tres criterios de agrupación de las especies en gremios tróficos. En Cuba se han realizado estudios que incluyen variables morfométricas como la masa corporal, longitud del tarso y estructura del pico, así como su influencia en las relaciones ecológicas de comunidades y segregación trófica de especies (*e.g.* Acosta *et al.*, 2002; 2003). Además, existen numerosos trabajos que abarcan el estudio de varias comunidades de aves cubanas en general, como los de Acosta y Mugica (1988) y García y González (1987). En general, las caracterizaciones de los gremios tróficos y de las especies de aves que los constituyen han sido menos estudiados que otros aspectos ecológicos. En este sentido se deben destacar los trabajos de Cubillas y Berovides (1987), Acosta y Mugica (1988), Hechavarría (2004) y Triay (2013).

Dada la importancia del análisis del vínculo entre las dimensiones corporales y la ecología trófica de las aves se plantea la hipótesis de que *existe una relación estrecha entre las características morfométricas de las especies de aves forestales de los*

ecosistemas insulares y su pertenencia a un gremio trófico específico, por lo que estas pueden emplearse como variables predictoras de ellos.

De cumplirse esta afirmación, es de esperar que los promedios de los caracteres morfométricos, relativizados para eliminar el efecto de las tallas, sean diferentes en cada gremio y que la similitud entre individuos de un mismo gremio sea mayor a la de gremios diferentes.

Para comprobar estas predicciones se trazaron los siguientes objetivos:

- Comparar las medias de las variables morfométricas de diferentes gremios de aves.
- Evaluar la capacidad predictora de estas variables para determinar el gremio al cual pertenece la especie.

Para cumplimentar estos objetivos se realizaron las siguientes tareas:

- Describir la morfometría de un conjunto de especies de diferentes gremios de una comunidad de aves forestales en varios ecosistemas insulares.
- Comparar las medias ponderadas de las variables morfométricas entre gremios.
- Realizar un análisis de la función discriminante para calcular el porcentaje de clasificación correcta al ubicar las especies en sus gremios, a partir de sus mediciones morfométricas.

Revisión Bibliográfica

1) Relación entre la morfología aviar y sus funciones ecológicas

La caracterización ecomorfológica de las aves constituye un factor importante en la determinación de las especializaciones que se han fijado por selección natural (Acosta *et al.*, 2002). El estudio de la morfología ecológica es un intento para entender la relación funcional entre la variación morfológica en animales y su ecología (Frances, 1982). En efecto, los estudios morfométricos están basados en la premisa de que las interacciones ecológicas que definen el nicho de una especie son reflejadas en las adaptaciones de la población (Wiens y Rotenberry, 1980). Darwin (1859) fue el precedente inspirador de estos estudios, al plantear que las diferencias morfológicas constituían buenos indicadores de las divergencias ecológicas entre especies. Años más tarde, los trabajos de Huxley (1942) y Lack (1944; 1947) mostraron acertadamente cómo las diferencias ecológicas están determinadas por las diferencias morfológicas, lo cual a su vez facilita la coexistencia interespecífica. Otros autores también utilizaron la morfología como un indicador de las relaciones ecológicas. Así, por ejemplo, Cox (1968) trató de establecer la importancia de algunos patrones morfológicos en la evolución de la conducta migratoria de aves americanas.

En el caso de las aves, algunos rasgos como las dimensiones del pico, la longitud del tarso, de la cola y del ala refleja la diversificación de nichos tróficos en adaptaciones para el forrajeo, el manejo y la forma de tomar el alimento y otros factores ecológicos. Los cambios en las dimensiones del cuerpo son asociados con el potencial para la competencia intra e interespecífica y la ecología térmica (Clegg y Owens, 2002). Las dimensiones de las alas y el tarso se relacionan con conductas de forrajeo, mientras que las dimensiones del pico se asocian con el manejo de la comida (Wiens y Rotenberry, 1980). Varios análisis comparativos del contenido de la molleja de muchas especies de aves muestran que las diferencias en el pico son paralelas o análogas a las diferencias en la dieta (Grant, 1965). También Acosta *et al.*, (2003) realizaron una evaluación del comportamiento cuantitativo del largo, ancho, alto y fuerza del pico y la relación entre estas variables y la preferencia de uso de recursos en el propio ecosistema.

Por otra parte, los cambios en las conductas de forrajeo dentro de las poblaciones a nivel de especie pueden manifestarse en una mayor variabilidad de las alas y el tarso, más que en las características del pico (Wiens y Rotenberry, 1980). Entre las aves que se alimentan en posición colgante y las que lo hacen en posición vertical no siempre existen diferencias en la musculatura de las patas, pero el tarso tiende a ser más corto

en el caso de las primeras. Esto se debe a que un tarso de larga medida representa una mayor ventaja para la locomoción bípeda que para las especies de hábitat arbóreo (Grant, 1971). También la longitud del tarso puede estar relacionada con la naturaleza de la rama o percha ya que las aves que utilizan perchas finas y frágiles tienden a tener un tarso más corto que las que utilicen mayormente como soporte perchas firmes y más rígidas en una postura vertical (Grant, 1965).

Según Wiens y Rotenberry (1980), existen varias hipótesis que relacionan de forma general la morfología animal con su ecología. Algunas de estas son:

1. Las diferencias de las tallas de los picos en aves están cercanamente relacionadas a las diferencias en las tallas de las presas capturadas.
2. Especies ecológicamente similares pueden diferir en la talla del cuerpo o en la talla del aparato trófico (boca) por algunas proporciones relativamente consistentes en aras de coexistir.
3. En grupos taxonómicamente emparentados, los animales pequeños exhiben una gran especialización en la dieta respecto a los animales de gran tamaño; especies generalistas pueden también expresar una gran variabilidad dentro de la población en cuanto a sus rasgos, más que las especies especialistas.
4. Especies localmente abundantes y/o con distribución amplia tienen dimensiones morfológicas más variables que las especies de localización más restringida.
5. Rasgos morfológicos asociados con la captura del alimento, tales como las dimensiones del pico de las aves, pueden ser más variables en especies gregarias que en las solitarias y territoriales.

Existe similitud en el esqueleto y la morfología externa en las aves que se comportan de manera similar y estas semejanzas pueden ser demostradas por comparaciones del tamaño y la forma del cuerpo de aves que ocupan el mismo microhábitat o por comparaciones de táxones que habitan en ambientes similares pero distantes geográficamente (Frances, 1982). Por ejemplo: el tarsometatarso es relativamente corto en la mayoría de las aves que forrajean en los troncos de los árboles (Piciformes, Dendrocolaptidae y Certhiidae) (Richardson, 1942) o las que cuelgan de ramas finas (Palmgren, 1932). Esto no se presenta en las aves que forrajean sobre el suelo (Dilger, 1956) o las que utilizan perchas gruesas (Grant, 1971).

En las aves, la variación en el tamaño de las partes corporales expuestas puede ser explicada en parte, como una consecuencia alométrica de la variación de las medidas del cuerpo y como resultado de la selección por el intercambio de calor (Grant, 1965). Así, algunas partes expuestas de las aves pueden funcionar como indicadores indirectos del tamaño del cuerpo (Zink y Remsen, 1986). La longitud del ala es una de las dimensiones más frecuentemente usada para estimar el tamaño corporal en aves (Rand, 1961; Wyllie y Newton, 1994). Sin embargo, no siempre ha sido considerada adecuada para esto porque puede variar según las tendencias migratorias y el hábitat ocupado (Hamilton, 1961). No obstante, Ashton (2002) refiere que la longitud del ala es generalmente un buen indicador del tamaño del cuerpo de las aves y a la vez está significativamente correlacionada con otras dimensiones corporales. También la forma del ala puede relacionarse con el hábitat, siendo más redondeadas las alas en las aves que maniobran por hábitats cerrados (e.g. Phasianidae, Strigiformes) que en aves que forrajea sobre la vegetación (e.g. Hirundinidae) (Savile, 1957).

En definitiva, la caracterización ecomorfológica de una especie permite, al parecer, precisar las especializaciones fijadas por selección natural, al tiempo que dicha evaluación a nivel gremial o comunitario contribuye a establecer los mecanismos de estructuración de estas agrupaciones, sus formas de segregación, así como el uso diferenciado de los recursos disponibles en el ambiente (Hechavarría, 2004). De acuerdo con esto, los grupos de especies o individuos que demandan niveles similares de algún recurso (e.g. agua, luz) o que realizan funciones ecológicas similares se pueden organizar en gremios (Guariguata y Kattan, 2002). Entonces, los estudios morfológicos podrían ayudar a establecer e identificar la estructura de estas agrupaciones y evaluar los mecanismos de segregación para la utilización de los recursos del medio (Acosta *et al.*, 2002).

2) Clasificación de las aves en gremios tróficos

Los gremios o grupos ecológicos se definen como conjuntos de especies, dentro de una comunidad, que utilizan recursos comunes o comparten caracteres similares (Root, 1967). De esta forma, la estructura en gremios de una comunidad representa la existencia de modelos en la utilización de los recursos que pueden ser observados en especies coexistentes, asociados particularmente a las similitudes y diferencias en la forma en que dichas especies explotan los recursos (Fundora, 2013). Dentro de estos grupos ecológicos es más probable que las interacciones interespecíficas antagónicas actúen de forma particularmente intensa (Root, 1967).

La estructura de los gremios varía en dependencia del sitio y está relacionada con las características particulares del hábitat, la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimentos y el tipo y distribución de los sustratos de forrajeo (Holmes y Recher, 1986). Según Bailey *et al.* (2004) los gremios no son unidades estáticas, sino que sus límites varían con la disponibilidad de recursos y la composición taxonómica del ensamble de especies. La complejidad de la estructura del ambiente determina la variabilidad de recursos disponibles y así la existencia de diferencias espaciales en el número y tipo de gremios.

La primera intención de los estudios sobre las comunidades divididas en gremios fue más bien descriptiva y comparativa (Noon y Block, 1990). Se asumía el uso de un pequeño número de categorías ecológicas generales que permitiesen, sobre la base de observaciones hechas en el campo, asignar a las especies a una de estas categorías. De tal forma se agrupaban las especies en insectívoras, frugívoras, nectarívoras, etc. Otras clasificaciones posteriores se basan en aspectos como la dieta, conducta de forrajeo, sitio de anidación, tamaño corporal, e incluso localización del sitio de vocalización o percha (Hechavarría, 2004).

Entre las categorías ecológicas generales referidas a los gremios se encuentran los gremios de manejo, definidos por Verner (1984) como grupos de especies que tienen la misma respuesta a los impactos ambientales. Según esta definición, los gremios de manejo deberían quedar determinados por la respuesta *a posteriori* de las especies ante alguna perturbación (Milesi *et al.*, 2002). Así, diferentes agrupamientos supra-específicos han sido usados como herramientas de manejo para obtener indicadores económicos simples del estado de los recursos de la salud de las comunidades locales (Milesi *et al.*, 2002). Estos autores consideran que el agrupamiento *a posteriori* de especies parece ser una herramienta útil, pero no está libre de problemas metodológicos como la circularidad, extrapolación a condiciones distintas y razonamiento plausible pero falaz.

No obstante, los grupos de especies formados a partir de las respuestas a las perturbaciones parecen ser más adecuados como indicadores que los gremios tradicionales basados en el uso de los recursos. Estas clasificaciones se realizan por comparación de la abundancia de especies entre sitios donde ha ocurrido una perturbación y sitios de control (e.g. Szaro, 1986; Canterbury *et al.*, 2000; Chase *et al.*, 2000). Este procedimiento puede tener un razonamiento circular ya que debe conocerse la respuesta del grupo taxonómico ante una perturbación para elegir o

confirmar el agrupamiento, y luego poder usarlo en la predicción del efecto de esa perturbación (Milesi *et al.*, 2002).

La agrupación de las especies en gremios de manejo suele basarse en el uso que éstas hacen de uno o pocos recursos (como en los gremios tradicionales). Si la agremiación está basada en el uso de los recursos y no en la variable que los define como gremios de manejo (*i.e.* que muestren la misma respuesta a las perturbaciones), esa respuesta semejante de sus miembros es una hipótesis (o predicción) plausible de ser sometida a prueba, y no una propiedad que debe considerarse establecida por definición (Milesi *et al.*, 2002). También, el uso de gremios como instrumentos de predicción, evaluación o como indicadores ha sido propuesto para el estudio de ambientes sujetos a perturbaciones humanas y como sustento de decisiones de manejo y conservación (Verner, 1984; Roberts, 1987).

Otra de las clasificaciones de los gremios en aves está relacionada con las especializaciones en la alimentación. Estas agrupaciones se basan en las formas de tomar el alimento, la estructura del pico y el sistema digestivo, el tipo y largo de las patas, entre otras características fácilmente medibles. El estudio morfométrico de estos caracteres ofrece una medida de la acción de la selección natural, fundamentalmente a través de la competencia entre los gremios (Grant, 1965). Dentro de las categorías generales referidas al tipo de alimentación se encuentran las aves insectívoras, granívoras, insectívoras–frugívoras, nectarívoras–insectívoras y depredadoras (Guariguata y Kattan, 2002).

El éxito del uso de gremios para el muestreo sistemático de los ensamblajes es altamente dependiente del criterio de agremiación elegido, de la necesidad de un determinado recurso o componente del hábitat para el grupo de organismos en cuestión, y de la relación entre el tipo e intensidad particular de la perturbación y dicho recurso (Milesi *et al.*, 2002). Andraca (2010) asegura que, en general, el arreglo de especies en gremios con valor ecológico permite una caracterización más real de la estructura de las comunidades, así como inferir modelos de funcionamiento intrínsecos de las mismas.

Existen numerosos trabajos (*e.g.* García y González, 1987; Acosta y Mugica, 1988; Acosta *et al.*, 2002, 2003) sobre comunidades de aves cubanas que han trabajado con variables morfométricas como el peso corporal, longitud del tarso y estructura del pico, así como su influencia en las relaciones ecológicas de comunidades y segregación trófica de especies. Por su parte, los gremios tróficos, sus caracterizaciones y

especies que los representan han sido menos estudiados en Cuba, destacándose los trabajos de Cubillas y Berovides (1987) y Acosta y Mugica (1988).

En Cuba se utiliza el criterio de Kirkconnell *et al.* (1992) (Tabla I) para la clasificación de las aves en 47 gremios tróficos. Esta clasificación se basa en el tipo de alimento, lugar donde lo toman y forma de tomarlo, por lo que se establecen criterios cualitativos para definir los gremios. Este sistema de clasificación ha sido empleado en numerosos trabajos relacionados con la caracterización estructural de varias comunidades de aves, pero la mayoría son meramente descriptivos sobre la riqueza de especies y abundancias proporcionales de los gremios presentes en la comunidad (Acosta y Mugica, 1988). En la mayoría de las veces, estas clasificaciones son realizadas *a priori*, y la deducción de que existen similitudes en el forrajeo y la agrupación en gremios resulta bastante arbitraria. En lo referente a las comunidades de aves neotropicales, muchos de los patrones de forrajeo de las especies migratorias son tomados de trabajos referentes a su estancia en áreas de cría en Norteamérica, sin tener en cuenta las diferencias que pueden existir en su conducta en las condiciones tropicales (Hechavarría, 2004). No obstante, a pesar de la subjetividad que los caracteriza, estos gremios ayudan a discernir la estructura y funcionamiento de la comunidad. Algunas variantes a esta clasificación han sido propuestas por Acosta *et al.* (1996; 2003) para comunidades de aves acuáticas, que incluyen además criterios morfológicos y conductuales. También Andraca (2010) plantea otros tres criterios de agrupación de las especies en gremios tróficos.

La otra corriente en referencia a la determinación de los gremios se sustenta en la definición de Hutchinson (1957) acerca del nicho como hipervolumen, con lo cual utiliza procedimientos estadísticos multivariantes. Esto permite una delimitación *a posteriori* de los agrupamientos específicos. La bibliografía internacional recoge múltiples ejemplos de análisis cuantitativos de gremios donde se utilizaron como variables los estratos y sustratos de forrajeo, así como las diferentes maniobras utilizadas en la búsqueda del alimento (Emlen, 1977; Latta y Wunderle, 1998). Los primeros trabajos realizados en Cuba sobre la determinación de gremios *a posteriori* se limitaron a calcular sólo la frecuencia de aparición de las aves en los diferentes componentes del subnicho estructural, pero sin un posterior tratamiento estadístico (González *et al.*, 1987; Arredondo *et al.*, 1991). Más recientemente, varios estudios han efectuado los primeros intentos de separación cuantitativa de gremios en Cuba (Hechavarría y Pérez, 1999; Hechavarría, 2004; Triay, 2013).

Tabla I. Sistema de clasificación en gremios tróficos propuestos por Kirkconnell *et al.* (1992) para las aves cubanas.

	Tipo de alimento	Lugar donde lo toman	Forma de tomarlo	Siglas empleadas	
Gremios terrestres	Insectívoro	de tronco	por espiguelo	ITE	
			perforador	ITP	
		de follaje de tronco y follaje	por espiguelo		IFE
					ITFE
		de suelo	con picoteo de estoque		ISPE
					ISP
		de suelo y agua	con picoteo	ISAP	
			de percha con revoloteo y persecución	IPRP	
		de suelo y follaje	con picoteo y espiguelo	ISFPE	
		de suelo y tronco	perforador	ISTP	
			de percha	IP	
		aéreo		IA	
	aéreo nocturno		IAN		
	Insectívoro frugívoro		de percha	I-FP	
			de percha con vuelo colgado	I-FPVC	
			con picoteo y espiguelo	I-FPE	
		de follaje	por espiguelo	I-FFE	
	de suelo	revolvedor	I-FSR		
	Nectarívoro insectívoro		con vuelo cernido	N-IVC	
	Frugívoro nectarívoro			F-N	
	Granívoro	de suelo		GS	
		de suelo y follaje		GSF	
	Frugívoro			F	
	Frugívoro granívoro			F-G	
	Granívoro insectívoro	de suelo y follaje	con picoteo y espiguelo	G-ISFPE	
	Depredador	aéreo		DA	
		de percha	Nocturno	DAN	
				DPN	
de insectos y pequeños vertebrados		DIPV			
Cancrívoro			C		
Malacófago			M		
Omnívoro			O		
Necrófago			N		

	Tipo de alimento	Lugar donde lo toman	Forma de tomarlo	Siglas empleadas
Gremios acuáticos	Carnívoro	acuático	con picoteo de estoque	CAPE
			con picoteo no superficial	CAPNS
			de superficie	CAS
			con vuelos en picada	CAVP
			con picoteo no superficial	C-FAPNS
	Carnívoro fitófago		con picoteo	F-CP
	Fitófago carnívoro		con picoteo	F-CP
	Carnívoro fitófago		buceador	C-FB
	Filtrador	de superficie buceador		FIL
				FS
				FB
	Carnívoro	de orilla	con picoteo	COP
			con picoteo no superficial	COPNS
	Piscívoro		de percha buceador	PPB
buceador			PB	

En general, las comunidades cercanas geográficamente se caracterizan por poseer poblaciones densas, eventos frecuentes de colonización e interacciones fuertes entre las especies, mientras que las comunidades aisladas poseen bajas densidades poblacionales e interacciones débiles entre las especies (Gotelli y Rohde, 2002). Las densidades de algunos gremios tróficos y reproductivos varían de manera similar a la estructura de la vegetación. Buckley *et al.* (2003) demostraron que los modelos de riqueza de especies dentro de un gremio trófico dependen de la escala espacial, a pesar de que Tramer (1974) refiere que dicha escala, generalmente, representa una medida arbitraria de la zona y no un aspecto estructural del conjunto de gremios.

La ubicación de cada especie en un tipo de gremio puede realizarse *a posteriori* (Jacksic, 1981) con el auxilio de algún método numérico multivariado de partición de matrices como los análisis discriminantes o análisis de agrupamiento (*i.e.* Emlen, 1977). Sin embargo, a pesar de ser cuantitativos, los métodos multivariados no son decisionales ni inferenciales y no garantizan una clasificación con significado ecológico.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio fue realizado en cuatro cayos pertenecientes a los archipiélagos de Sabana-Camagüey y de los Jardines de la Reina, que se extienden al centro-norte y al sur-oriente de la isla de Cuba, respectivamente (Fig. 1). El archipiélago de Sabana-Camagüey limita al norte con el océano Atlántico y al sur con la isla de Cuba y se extiende unos 475 km a lo largo de la costa norte de las provincias de Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey, desde la península de Hicacos hasta la bahía de Nuevitas. El sistema comprende más de 75 000 km² e incluye aproximadamente 2 517 cayos e islas. El archipiélago de Sabana-Camagüey comprende la Reserva de la Biosfera Bahía de Buena Vista, el Parque Nacional Caguamán, así como el Sitio Ramsar Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila.

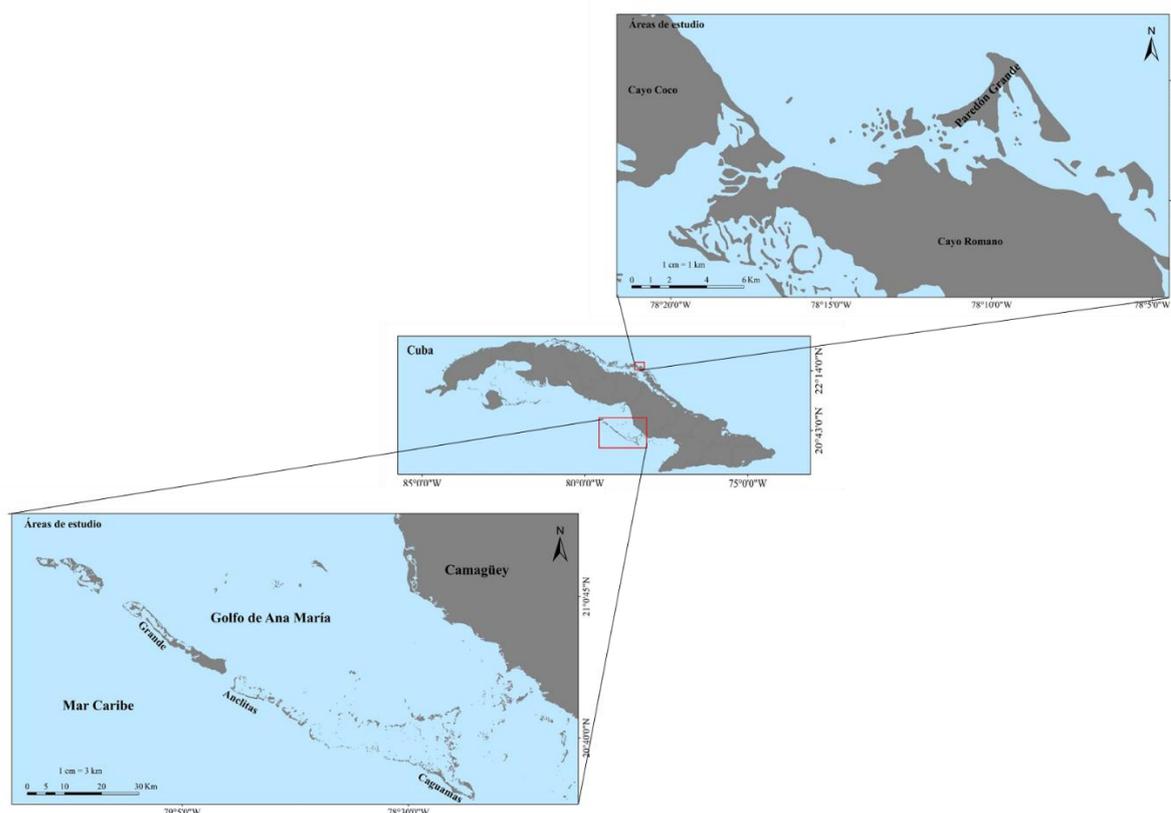


Figura 1. Áreas de estudio para la evaluación de la relación entre las dimensiones corporales de las aves y sus gremios tróficos en cayos del norte (cayo Paredón Grande) y sur (cayos Grande, Anclitas y Caguama) de Cuba.

En esta zona se trabajó específicamente en cayo Paredón Grande, localizado en los 22°29'N y 78°07'W, al norte de cayo Romano y comprende un área de 8,75 km². Cayo Paredón Grande está formado por dos franjas estrechas de tierra emergente: una a lo

largo del eje norte-sureste y la otra en dirección norte-sur. Las formaciones vegetales presentes en este cayo son el bosque semideciduo micrófilo, el bosque de mangle mixto (con elementos de bosque semideciduo micrófilo en parches) y el matorral xeromorfo costero. El bosque semideciduo micrófilo tiene una cobertura horizontal de un 90 % aproximadamente con una altura de 3,5 m y una riqueza de 40 especies vegetales. El bosque de mangle mixto presenta también una cobertura aproximada de un 90 % con la altura comprendida entre los 2 y 3 m de altura y una riqueza de 26 especies de plantas. La avifauna de este cayo comprende unas 132 especies de las cuales 37 son residentes permanentes, 80 migratorias Neárticas-Neotropicales y cuatro endémicas de Cuba (Kirkconnell y Kirwan, 2008).

El archipiélago de los Jardines de la Reina se extiende a lo largo de 360 km, desde el Golfo de Guacanayabo hasta la bahía de Casilda, en la parte meridional de la isla de Cuba, correspondiente a la costa sur de las provincias de Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas y el oeste de Granma. Está constituido por tres cayerías que agrupan 661 cayos aproximadamente, de las cuales se consideran como los grupos más importantes los cayos de Ana María y el Laberinto de las Doce Leguas, donde se han declarado dos áreas protegidas: el Refugio de Fauna “Cayos de Ana María” y el Parque Nacional “Jardines de la Reina” (Parada y García-Quintas, 2012).

El Laberinto de las Doce Leguas se ubica a unos 87 km al sur de la isla de Cuba, en el borde exterior de la plataforma insular y está compuesto por una extensa cadena de cayos desde Bretón (extremo oeste) hasta Cabeza del Este (extremo este). El estudio en esta región abarcó tres cayos: Grande con un área de 24,29 km² y perímetro de 193,17 km²; Anclitas con 9,06 km² de área y 158,64 km² de perímetro, y Caguama con 7,66 km² de área y 87,42 km² de perímetro (García-Quintas y Parada, 2014). De forma general, en los tres cayos predomina el manglar en todas sus variantes florísticas y fisonómicas, el matorral xeromorfo costero sobre arena que posee una altura promedio de 5 m y los complejos de vegetación de costa arenosa y rocosa. Los manglares constituyen la formación vegetal más representativa y de mayor extensión superficial en el archipiélago. El matorral xeromorfo costero sobre arena se localiza hacia la parte oeste y sur de cayo Anclitas, y posee una mayor riqueza florística que el complejo de vegetación de costa arenosa, con una altura promedio de 3 m que se caracteriza por poseer baja diversidad vegetal en la cual se entremezclan elementos del propio complejo con el matorral xeromorfo costero (Parada y García-Quintas, 2012). Estos cayos se caracterizan por tener una alta fragilidad ecológica producto a su exposición a condiciones extremas (fuertes vientos y oleaje por el régimen de mareas, altos

valores de salinidad y evaporación, sequías estacionales), de ahí las formas de vegetación características del lugar (García-Quintas y Parada, 2014).

Obtención y filtraje de datos

Se utilizó el método de captura con redes de niebla (12,0 m x 2,6 m x 30,0 mm) para la obtención de los datos en todos los cayos trabajados. En cayo Paredón Grande las redes se ubicaron en dos formaciones vegetales: el bosque semidecíduo micrófilo (BSD) y el bosque de mangle mixto (BMM). En cada zona se colocaron dos grupos de redes; un grupo de dos redes y el otro de tres, separadas aproximadamente a una distancia superior a los 100 m. En los cayos Anclitas, Caguama y Grande las redes se ubicaron en tres grupos dentro del matorral xeromorfo sobre arena (MXA). Cada grupo incluyó cuatro redes y estuvieron separados entre 35 y 40 m, aproximadamente. Las redes se abrieron entre las 6:30 am y las 11:30 am y durante la tarde desde las 4:00 pm hasta las 6:00 pm durante dos días consecutivos en durante los periodos de migración estival y primaveral, alternando los horarios en cada zona (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de muestreo de aves con redes de niebla llevado a cabo durante las migraciones invernal y primaveral en cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y tres cayos (Grande, Anclitas y Caguama) del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

Años de muestreo	Paredón Grande	Jardines de la Reina
2009	-	14-22 septiembre
2010	-	12-21 abril
	-	18-27 octubre
2011	-	4-13 abril
	-	10-18 septiembre
2012	-	28 marzo – 4 abril
	-	2-9 octubre
2015	25-26 marzo	-
	28-29 octubre	-
2016	3-4 marzo	-

Se identificaron y sexaron los individuos de aves capturadas siguiendo el criterio de Garrido y Kirkconnell (2011) y Pyle (1997), respectivamente, y posteriormente se les asignó un gremio trófico a partir del criterio de Kirkconnell *et al.* (1992). Las aves se marcaron con anillos metálicos en la pata derecha para evitar problemas de

pseudorreplicación. A cada individuo se les registró el peso corporal (con balanzas dinamométricas de 0,5 y 1,0 g de precisión) y se les midieron las longitudes del ala (cuerda alar extendida), el tarso, el pico y la cola con una regla graduada (1,0 mm de precisión), para la medida del ala y cola, y un Pie de Rey (0,1 mm de precisión) para las restantes dimensiones corporales. Posteriormente los individuos fueron liberados.

Análisis de datos

De las aves capturadas solamente se utilizaron los datos de las especies con un tamaño de muestra mayor o igual a cinco ($N \geq 5$). Se calcularon los estadísticos descriptivos (media \pm desviación estándar [mínimo y máximo]) para cada variable morfométrica registrada por especie. Se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov - Smirnov y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene como premisas de las pruebas paramétricas. Los datos fueron relativizados para compararlos entre los distintos gremios, a través del cálculo del cociente con respecto al peso corporal. Se compararon las medias ponderadas de las variables morfométricas entre gremios mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Se consideró significación estadística para $p < 0,05$. Posteriormente se realizó un análisis de función discriminante para calcular el porcentaje de clasificación correcta al ubicar las especies en sus gremios, a partir de sus mediciones morfométricas. Todo el procesamiento estadístico se realizó en el programa Statistica 8.0 (StatSoft, 2007).

Resultados

Se capturaron 978 individuos (241 en cayo Paredón Grande y 737 en los cayos de Jardines de la Reina) pertenecientes a 55 especies de 14 familias y 4 órdenes (Anexo 1). De las especies capturadas, 29 fueron utilizadas para el estudio ya que presentaron el tamaño de muestra predefinido (Tabla 3). El orden Passeriformes fue el mejor representado con 27 especies. Dichas especies se agruparon en cinco gremios tróficos de los cuales el Insectívoro fue el más abundante (Fig. 2).

Tabla 3. Lista de las especies de aves capturadas en cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y tres cayos (Grande, Anclitas y Caguama) del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba, y utilizadas para evaluar la relación entre sus dimensiones corporales y los gremios tróficos a los que pertenecen. Los gremios se muestran como I: Insectívoro; G-I: Granívoro-Insectívoro; I-F: Insectívoro-Frugívoro; G: Granívoro y F: Frugívoro.

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tamaño de muestra	Gremio trófico
Columbiformes	Columbidae	Tojosa	<i>Columbina passerina</i>	6	G
Passeriformes	Icteridae	Mayito	<i>Agelaius humeralis</i>	7	G-I
	Tyrannidae	Bobito chico	<i>Contopus caribbaeus</i>	6	I
	Parulidae	Caretica	<i>Geothlypis trichas</i>	37	I
	Parulidae	Bijirita gusanera	<i>Helmitheros vermivorum</i>	14	I
	Icteridae	Turpial	<i>Icterus galbula</i>	6	I-F
	Emberizidae	Negrilo	<i>Melopyrrha nigra</i>	21	G
	Mimidae	Sinsonte	<i>Mimus polyglottos</i>	10	I-F
	Parulidae	Bijirita Trepadora	<i>Mniotilta varia</i>	16	I
	Tyrannidae	Bobito Grande	<i>Myiarchus sagrae</i>	22	I

Tabla 3. Continuación...

Parulidae	Señorita de Manglar	<i>Parkesia noveboracensis</i>	57	I
Icteridae	Chichinguaco	<i>Quiscalus niger</i>	19	I-F
Parulidae	Señorita de Monte	<i>Seiurus aurocapilla</i>	9	I
Parulidae	Bijirita Chica	<i>Setophaga americana</i>	49	I
Parulidae	Bijirita Azul de Garganta Negra	<i>Setophaga caerulescens</i>	37	I
Parulidae	Mariposa Galana	<i>Setophaga discolor</i>	145	I
Parulidae	Bijirita de Garganta Amarilla	<i>Setophaga dominica</i>	7	I
Parulidae	Bijirita Común	<i>Setophaga palmarum</i>	69	I
Parulidae	Canario de Manglar	<i>Setophaga petechia</i>	120	I
Parulidae	Candelita	<i>Setophaga ruticilla</i>	38	I
Parulidae	Bijirita Atigrada	<i>Setophaga tigrina</i>	26	I
Thraupidae	Cabrero	<i>Spindalis zena</i>	10	F
Parulidae	Pechero	<i>Teretistris fornsi</i>	20	I
Tyrannidae	Pitirre Guatíbere	<i>Tyrannus caudifasciatus</i>	31	I
Tyrannidae	Pitirre Abejero	<i>Tyrannus dominicensis</i>	6	I

Tabla 3. Continuación...

Vireonidae	Bien Te Veo	<i>Vireo altiloquus</i>	81	I	
Vireonidae	Vireo de las Bahamas	<i>Vireo crassirostris</i>	27	I	
Vireonidae	Vireo de Ojo Rojo	<i>Vireo olivaceus</i>	8	I	
Piciformes	Picidae	Carpintero Verde	<i>Xiphidiopicus percussus</i>	25	I

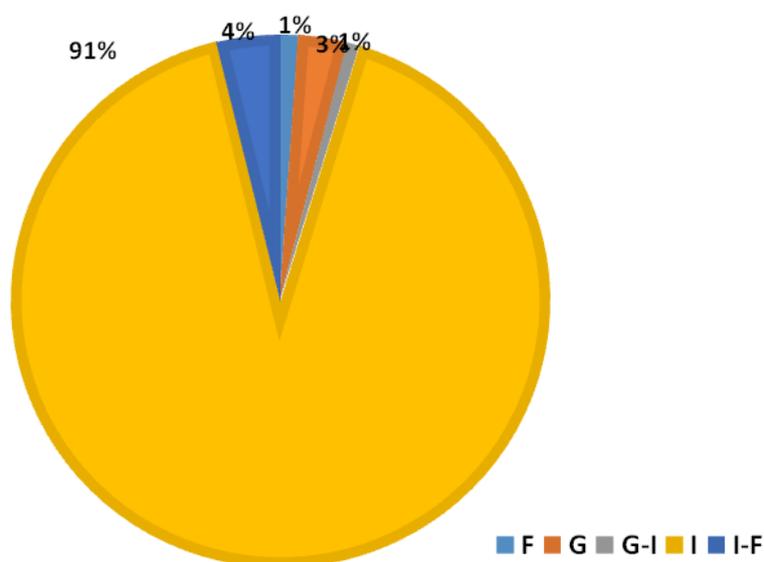


Figura 2. Proporciones de abundancia entre los gremios tróficos de las especies de aves capturadas en cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y tres cayos (Grande, Anclitas y Caguama) del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba, y utilizadas para evaluar la relación entre sus dimensiones corporales y los gremios tróficos. I: Insectívoro; G-I: Granívoro-Insectívoro; I-F: Insectívoro-Frugívoro; G: Granívoro y F: Frugívoro.

Los estadísticos descriptivos de las medidas morfométricas de las especies trabajadas mostraron poca variabilidad en general. Los mayores valores se presentaron en el ala como medida, mientras que entre las especies resaltaron el Chichinguaco (*Quiscalus niger*) y el Pitirre Guatíbere (*Tyrannus caudifasciatus*) con altos valores de variabilidad en varias de sus dimensiones corporales (Tabla 4).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de cuatro dimensiones corporales de las especies de aves capturadas en cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y tres cayos (Grande, Anclitas y Caguama) del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba, y utilizadas para evaluar la relación entre dichas dimensiones y los gremios tróficos a los que pertenecen dichas aves. Los valores se muestran como media \pm DE (N) [Mín-Máx].

Espece	Ala (mm)	Cola (mm)	Tarso (mm)	Pico (mm)
<i>Columbina passerina</i>	81,5 \pm 2,2 (6) [79,0 – 85,0]	53,2 \pm 2,7 (6) [50,0 - 56,0]	16,2 \pm 1,4 (6) [13,8 – 17,6]	11,7 \pm 0,8 (6) [10,3 – 12,9]
<i>Agelaius humeralis</i>	94,1 \pm 5,7 (7) [83,5 – 99,0]	68,0 \pm 4,4 (7) [60,5 -73,5]	22,7 \pm 0,9 (7) [21,3 -23,5]	15,9 \pm 0,5 (7) [15,3 -16,6]
<i>Contopus caribbaeus</i>	67,8 \pm 2,3 (6) [65,0 – 71,0]	62,8 \pm 1,7 (6) [60,0 - 65,0]	16,4 \pm 1,8 (6) [13,7 – 18,3]	14,5 \pm 1,3 (6) [13,1 - 16,0]
<i>Geothlypis trichas</i>	53,4 \pm 2,1 (37) [50,0 – 57,5]	46,2 \pm 2,8 (36) [40,0 -51,0]	20,3 \pm 1,1 (37) [17,6 – 23,0]	10,6 \pm 1,0 (37) [6,7 – 12,0]
<i>Helmitheros vermivorum</i>	68,3 \pm 2,1 (15) [64,0 – 71,5]	46,8 \pm 2,1 (14) [44,0 - 50,1]	18,1 \pm 0,6 (15) [16,7 – 19,0]	13,3 \pm 0,5 (15) [12,4 – 14,2]
<i>Icterus galbula</i>	99,9 \pm 6,3 (6) [90,0 – 109,0]	81,4 \pm 8,1 (6) [67,0 – 90,0]	23,7 \pm 0,6 (6) [22,8 – 24,7]	24,2 \pm 3,0 (6) [18,1 – 25,7]
<i>Melopyrrha nigra</i>	62,5 \pm 2,3 (21) [58,0 – 66,0]	53,8 \pm 2,2 (19) [51,0 – 59,0]	20,1 \pm 1,6 (21) [15,8 – 22,4]	11,7 \pm 1,0 (21) [10,1 – 13,6]
<i>Mimus polyglottos</i>	102,8 \pm 4,4 (10) [97,0 – 110,0]	104,7 \pm 4,2 (10) [96,5 – 112,5]	33,7 \pm 2,2 (10) [31,4 – 39,2]	18,1 \pm 2,4 (10) [14,7 – 22,1]
<i>Mniotilta varia</i>	67,9 \pm 2,2 (16) [65,0 – 71,5]	47,5 \pm 2,6 (16) [42,0 – 50,5]	17,6 \pm 2,2 (16) [11,8 – 21,7]	11,8 \pm 0,8 (16) [10,4 – 13,9]
<i>Myiarchus sagrae</i>	79,9 \pm 2,7 (22) [75,0 – 86,0]	73,4 \pm 3,4 (22) [62,0 – 77,0]	21,4 \pm 2,5 (22) [15,2 – 24,5]	17,9 \pm 2,6 (22) [10,9 – 22,5]
<i>Parkesia noveboracensis</i>	72,9 \pm 2,5 (57) [67,0 – 78,0]	48,8 \pm 2,2 (56) [44,0 – 54,5]	21,6 \pm 1,3 (57) [19,3 – 26,0]	12,7 \pm 1,2 (57) [11,0 – 19,1]
<i>Quiscalus niger</i>	117,4 \pm 28,7 (18) [11,5 – 140,5]	90,1 \pm 22,8 (16) [18,5 – 116,5]	33,3 \pm 5,6 (18) [23,3 – 40,5]	29,3 \pm 2,8 (18) [25,4 – 34,4]
<i>Seiurus aurocapilla</i>	73,1 \pm 3,0 (8) [70,0 – 78,0]	51,6 \pm 1,3 (8) [50,0 – 53,0]	24,2 \pm 2,1 (8) [21,2 – 26,6]	12,8 \pm 1,4 (8) [11,5 – 15,1]
<i>Setophaga americana</i>	56,9 \pm 2,3 (49) [52,5 – 63,0]	39,6 \pm 3,8 (47) [28,0 – 49,0]	17,2 \pm 1,7 (49) [10,8 – 20,2]	9,7 \pm 1,0 (49) [4,3 – 11,2]

Tabla 4. Continuación...

<i>Setophaga discolor</i>	54,0 ± 2,5 (144) [42,0 – 65,5]	45,6 ± 1,9 (138) [40,5 – 54,0]	17,7 ± 1,3 (144) [12,0 – 23,8]	9,7 ± 0,6 (144) [8,6 – 11,7]
<i>Setophaga dominica</i>	65,1 ± 3,5 (7) [61,0 – 70,5]	48,6 ± 2,0 (7) [45,5 – 51,0]	17,3 ± 1,2 (7) [15,2 – 18,7]	13,8 ± 2,3 (7) [11,9 – 18,7]
<i>Setophaga palmarum</i>	61,9 ± 2,0 (69) [57,0 – 66,5]	48,4 ± 2,8 (69) [44,0 – 60,5]	20,0 ± 1,8 (69) [17,6 – 30,0]	10,5 ± 1,3 (69) [9,1 – 19,8]
<i>Setophaga petechia</i>	62,7 ± 2,1 (120) [55,5 – 68,0]	48,7 ± 2,2 (118) [42,5 – 53,5]	21,5 ± 1,1 (120) [19,2 – 28,0]	10,5 ± 0,8 (120) [8,8 – 13,7]
<i>Setophaga ruticilla</i>	60,7 ± 3,3 (38) [56,0 – 68,0]	53,4 ± 3,2 (38) [47,5 – 65,5]	17,7 ± 1,8 (38) [14,2 – 24,0]	9,0 ± 2,0 (38) [7,4 – 20,0]
<i>Setophaga tigrina</i>	64,9 ± 2,5 (26) [60,0 – 70,5]	43,7 ± 1,8 (25) [39,0 – 46,0]	19,2 ± 2,0 (26) [13,5 – 21,4]	10,0 ± 0,6 (26) [8,7 – 11,8]
<i>Spindalis zena</i>	72,9 ± 2,4 (10) [69,0 – 77,0]	54,0 ± 2,6 (9) [51,0 – 59,0]	21,1 ± 0,6 (10) [20,2 – 21,9]	12,2 ± 1,3 (10) [10,0 – 14,1]
<i>Teretistris fornsi</i>	54,3 ± 3,1 (20) [47,0 – 60,0]	49,9 ± 2,3 (19) [46,0 – 54,0]	21,5 ± 0,7 (20) [20,0 – 23,0]	13,2 ± 1,1 (20) [11,4 – 14,9]
<i>Tyrannus caudifasciatus</i>	102,0 ± 17,6 (31) [10,5 – 116,5]	85,6 ± 5,9 (30) [63,5 – 97,5]	24,0 ± 3,6 (31) [18,5 – 35,3]	28,0 ± 14,2 (31) [15,3 – 101,0]
<i>Tyrannus dominicensis</i>	111,0 ± 4,1 (6) [105,5 – 116,0]	81,4 ± 4,9 (6) [75,5 – 87,5]	20,2 ± 2,5 (6) [17,9 – 23,9]	23,0 ± 0,6 (6) [22,4 – 24,0]
<i>Vireo altiloquus</i>	76,7 ± 2,5 (81) [70,0 – 82,0]	50,9 ± 2,9 (80) [43,5 – 56,0]	18,6 ± 1,2 (81) [12,6 – 23,4]	14,5 ± 1,3 (81) [11,2 – 19,2]
<i>Vireo crassirostris</i>	60,4 ± 2,2 (27) [55,0 – 64,0]	47,7 ± 2,7 (27) [36,0 – 50,0]	23,5 ± 1,3 (27) [19,6 – 25,3]	14,4 ± 1,7 (27) [11,3 – 16,5]
<i>Vireo olivaceus</i>	78,6 ± 1,4 (8) [76,5 – 81,0]	51,4 ± 1,1 (8) [49,5 – 53,0]	19,5 ± 3,8 (8) [17,4 – 28,7]	13,0 ± 0,5 (8) [12,3 – 14,1]
<i>Xiphidiopicus percussus</i>	107,8 ± 2,8 (25) [100,5 – 113,0]	81,1 ± 4,5 (24) [71,0 – 90,5]	22,0 ± 1,6 (25) [18,6 – 26,2]	20,0 ± 1,9 (25) [16,4 – 22,4]

Para eliminar las imprecisiones por las diferencias de tallas entre los gremios, se estandarizaron todas las medidas de las aves con el peso corporal. Así, se ubicaron en una misma escala y fueron comparables entre gremios. La prueba de Kolmogorov - Smirnov no mostró normalidad para las magnitudes medidas (ala, cola, tarso y pico) de las especies seleccionadas, siendo $p \leq 0,01$ para la longitud del ala en los gremios granívoro e insectívoro y $p \leq 0,05$ para el insectívoro-frugívoro; $p \leq 0,01$ para la longitud de

la cola en los gremios frugívoro, granívoro e insectívoro y $p \leq 0,01$ para la longitud del tarso y del pico en los gremios granívoro, insectívoro e insectívoro-frugívoro. Esto descartó la necesidad de realizar la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas.

Se detectaron diferencias significativas entre las medias de las dimensiones corporales de los gremios, con tendencia a que el gremio Insectívoro se separe apreciablemente de las restantes medias muestrales (Fig. 3).

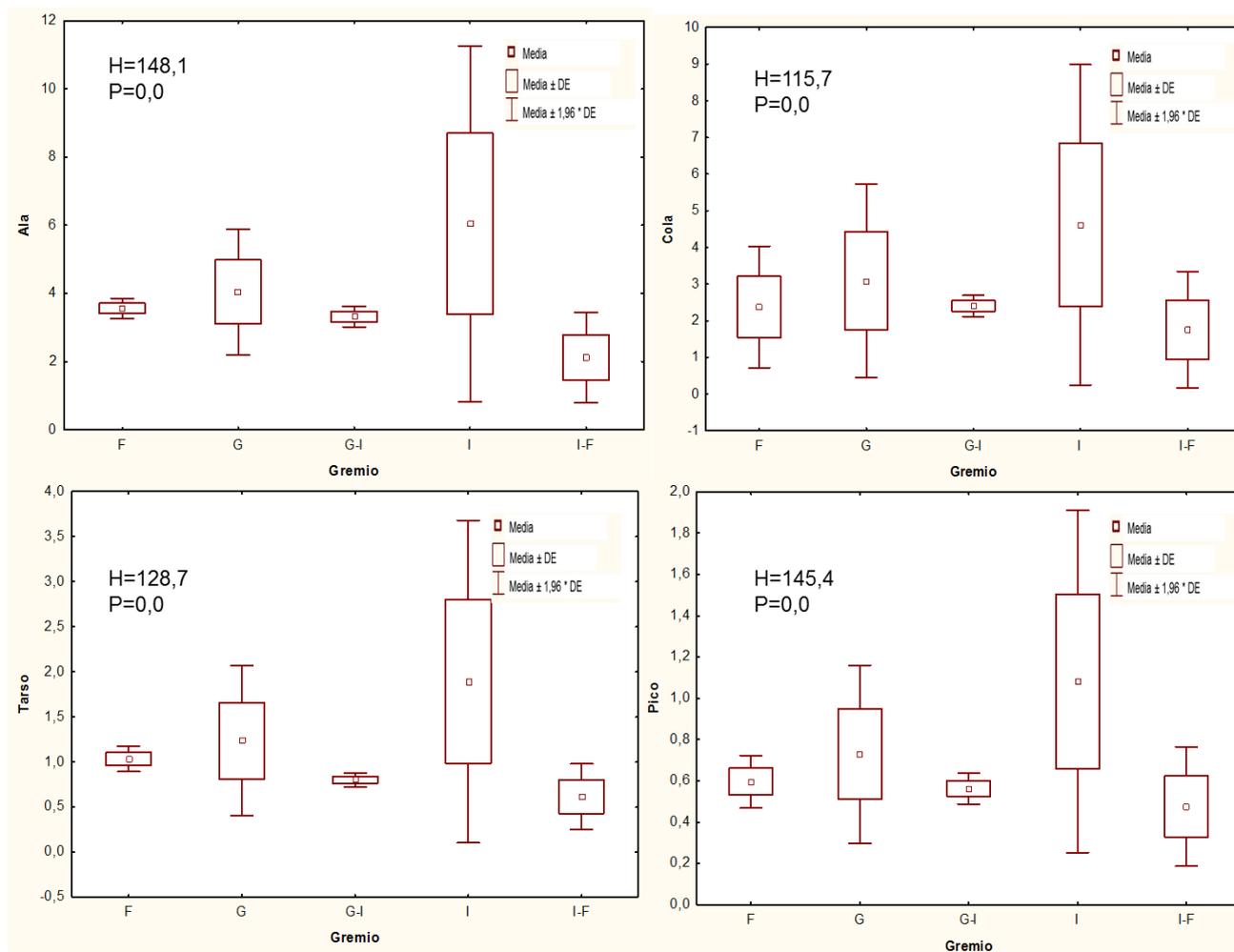


Figura 3. Comparaciones de las dimensiones corporales ponderadas, entre gremios tróficos, de las aves capturadas en las localidades de Cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y los cayos Grande, Anclitas y Caguama (archipiélago de los Jardines de la Reina), Cuba. I: Insectívoro; G-I: Granívoro-Insectívoro; I-F: Insectívoro-Frugívoro; G: Granívoro y F: Frugívoro.

Al realizar el Análisis Discriminante con las variables absolutas (sin relativizar) se obtuvo que los dos primeros ejes canónicos explicaron el 99,1 % de la varianza acumulada,

mientras que al utilizar las variables relativizadas ambos ejes explicaron el 98,0 %. En este análisis se destacaron como variables de mayor importancia discriminatoria la longitud del pico y del ala para las variables relativizadas, mientras que para las variables absolutas la cola y el tarso fueron las de mayor importancia discriminatoria (Tabla 5).

Tabla 5. Coeficientes canónicos obtenidos en el Análisis Discriminante para diferenciar las especies de aves capturadas en las localidades de cayo Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y los cayos Grande, Anclitas y Caguama (archipiélago de los Jardines de la Reina), Cuba, en sus gremios tróficos a partir de mediciones corporales.

Variables	Variables absolutas		Variables relativizadas con la masa corporal	
	Función 1	Función 2	Función 1	Función 2
Ala	0,00	0,10	0,16	1,23
Cola	0,05	0,01	-0,02	-0,39
Tarso	0,28	-0,09	-0,11	-0,36
Pico	-0,01	-0,32	1,78	-4,94
Constante	-8,02	-1,91	-2,52	0,40

En general, se detectó una amplia superposición entre los gremios tróficos a partir de las dimensiones corporales de las especies (Fig. 4) y se obtuvieron pocos resultados clasificatorios acertados ya que el porcentaje de error fue de un 100 % para más de la mitad de los gremios. El menor porcentaje de error en la clasificación cruzada fue mostrado por el gremio Insectívoro para los análisis con las variables absolutas y relativas, con los mejores valores en la última variante (Tabla 6).

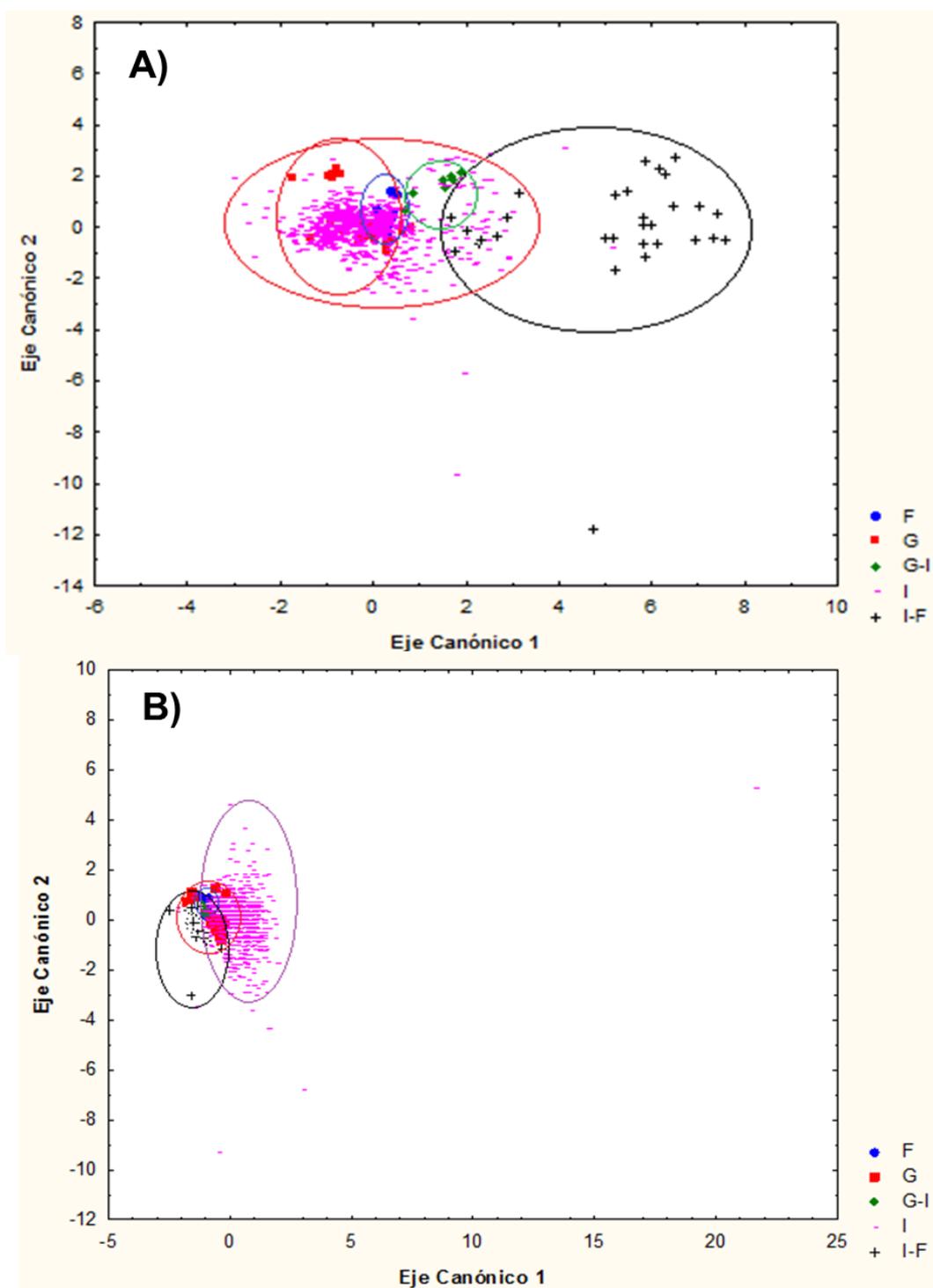


Figura 4. Representación del Análisis de Discriminante realizado a partir de variables corporales absolutas (A) y relativas (B) entre gremios tróficos de las aves pertenecientes a las localidades de Cayo Paredón Grande y Jardines de la Reina, Cuba.

Tabla 6. Clasificación cruzada resultante de las funciones discriminantes entre gremios tróficos de aves pertenecientes a las localidades de Cayo Paredón Grande y Jardines de la Reina, Cuba, a partir de dimensiones corporales absolutas (A) y relativas (B).

A) Grupo	Depredador	Granívoro	Granívoro- Insectívoro	Insectívoro	Insectívoro- Frugívoro	Total	Error (%)
Depredador	0	0	0	10	0	10	100
Granívoro	0	0	0	27	0	27	100
Granívoro- Insectívoro	0	0	0	7	0	7	100
Insectívoro	0	0	7	797	2	806	1,1
Insectívoro- Frugívoro	0	0	1	8	22	31	29,0
Total	0	0	8	849	24	881	7,0

B) Grupo	Depredador	Granívoro	Granívoro- Insectívoro	Insectívoro	Insectívoro- Frugívoro	Total	Error
Depredador	0	0	0	10	0	10	100
Granívoro	0	0	0	27	0	27	100
Granívoro- Insectívoro	0	0	0	7	0	7	100
Insectívoro	0	0	0	828	0	828	0
Insectívoro- Frugívoro	0	0	0	34	0	34	100
Total	0	0	0	906	0	906	8,6

Discusión

En general, los estudios ecomorfológicos son herramientas muy valiosas para evaluar las adaptaciones que, por selección natural, se han fijado en las especies. Además, permiten dilucidar los mecanismos de segregación en la utilización de los recursos aportados por el medio (Acosta *et al.*, 2003). El reconocimiento de que en una comunidad las especies pueden agruparse en gremios, reduce el número de componentes y la variabilidad del sistema hasta niveles “manejables”, facilitando la cuantificación de atributos estructurales y procesos organizativos (Farias y Jaksic, 2006; Andraca, 2010). Por esta razón los enfoques basados en los grupos funcionales han sido muy productivos en la descripción de comunidades (Willis *et al.*, 2005) pero en un grupo tan heterogéneo como las aves, la selección de un sistema de clasificación en gremios no es algo simple o trivial (Andraca, 2010).

En las aves el estudio de las variables morfométricas puede ser un indicador de diferencias en la utilización de los recursos (Acosta y García, 2005). Al respecto, un elemento que no se puede obviar por su incidencia sobre las variables morfométricas, es la variación espacio-temporal en la disponibilidad de los recursos o la correlación disponibilidad-uso. Dicha disponibilidad puede influir sobre la comunidad de aves en su conjunto. Por esa razón es importante aclarar que los gremios no son unidades estáticas, sino que sus límites varían con la disponibilidad de recursos y la composición taxonómica del ensamble de especies. La complejidad de la estructura del ambiente determina la variabilidad de recursos disponibles y así la existencia de diferencias espaciales en el número y tipo de gremios (Bailey *et al.*, 2004)

El área de estudio se caracteriza por ser un sitio de parada y residencia invernal para muchas especies de aves (Parada *et al.*, 2015). Esto se corresponde con los resultados obtenidos en el presente trabajo ya que de las 29 especies capturadas, el 45 % fueron residentes permanentes incluyendo las endémicas y las restantes fueron migratorias Neárticas-Neotropicales. Los últimos hallazgos biogeográficos registrados en el área de estudio han ratificado la dominancia numérica de los paseriformes y específicamente los parúlidos en las ornitocenosis terrestres cubanas, donde las bijiritas constituyen el componente migratorio mayoritario procedente de Norteamérica (Parada y García-Quintas, 2012). En este trabajo también se detectó la tendencia anterior porque se capturaron 15 especies de parúlidos de las cuales la mayoría fueron bijiritas. Dichos registros no son detectados con la misma facilidad de forma visual, lo que destaca la importancia de las redes de niebla como un método de

muestreo muy eficiente (Rappole *et al.*, 1998; Blake y Loiselle, 2001), a pesar de ser intensivo y que requiere entrenamiento (Dunn y Ralph, 2004).

El bajo número de especies endémicas registrado fue similar al obtenido por Parada y García-Quintas (2012) y difiere apreciablemente de los registrados para otros grupos insulares de mayor extensión superficial (sector centro oriental del archipiélago de Sabana-Camagüey). Esto podría deberse a la baja diversidad ecopaisajística de los cayos trabajados, carentes o con poca representación de bosques siempreverdes y/o semidecíduos, formaciones vegetales que albergan a la mayoría de las formas endémicas de la avifauna cubana (Parada y García-Quintas, 2012). No obstante, la región es de gran importancia como refugio de subespecies primitivas debido a la existencia de condiciones ecológicas extremas y el grado de aislamiento (Parada y García-Quintas, 2012).

En cuanto a la organización de la avifauna por gremios alimentarios, se encontró una baja diversidad. Las especies se agruparon en cinco gremios tróficos con predominio del Insectívoro, al poseer el mayor porcentaje de especies. Andraca (2010) refiere que la riqueza de especies dentro de cada gremio debe estar relacionada con la cantidad y variedad de recursos específicos que usa dicho gremio, por lo que el predominio observado del gremio Insectívoro en todos los cayos muestreados podría deberse a una alta disponibilidad de artrópodos en dichos cayos. También se destaca la baja representatividad de los gremios Frugívoro y Granívoro-insectívoro lo que podría significar una poca producción de frutos y granos ya que la riqueza vegetal es baja, especialmente en los cayos de los Jardines de la Reina (Acevedo, 2013). Aunque, durante el ciclo estacional pueden ocurrir variaciones en la conducta trófica de las especies, ya que, incluso las especies insectívoras pueden consumir frutos para atenuar los efectos de la competencia y para complementar el requerimiento energético necesario para la búsqueda de artrópodos.

Desde el punto de vista morfológico, las especies fueron similares con escasas excepciones. Para el estudio de la morfología ecológica de aves se necesita de una integración de la información sobre la relación filogenética entre táxones y sus adaptaciones al ambiente (Frances, 1982). Teniendo en cuenta este criterio, la alta similitud morfológica entre las especies podría deberse a la cercanía filogenética entre las mismas (ya que la mayoría pertenece al mismo orden: Passeriformes). Por otra parte, muchos autores coinciden en que la longitud y ancho del pico y el tarso presentan una gran variabilidad en función de los hábitos de forrajeo y el manejo de la comida (Wiens y Rotenberry, 1980). Según Herrera (1978), la talla del pico está

relacionada con la utilización de los recursos. Por ejemplo, las variaciones en la longitud del pico se relacionan de forma general con la talla de las presas (Holmes y Pitelka, 1968) y presenta una gran variabilidad en función de esto (Acosta *et al.*, 2003) o con las características del microhábitat de forrajeo (Baker, 1979; Acosta *et al.* 1988). Siguiendo este criterio el pico debería ser la medida más variable entre las especies analizadas, ya que la mayoría de las especies estudiadas fueron insectívoras y la talla de las presas varía en dependencia de sus preferencias alimentarias.

En cuanto al tarso, también se han detectado relaciones entre el peso y longitud de esta variable con el grado de utilización de algunos recursos presentes en el ecosistema (Acosta *et al.*, 2002). Sin embargo, la similitud entre los hábitats de los cayos podría influir sobre la morfología de las especies a pesar de sus diferencias tróficas. Además, la mayor parte de las especies trabajadas son aves migratorias y según Acosta y Berovides (1982), Acosta *et al.* (1988) y Nudds *et al.* (1994), los patrones de selección de hábitat se relacionan con las características del pico y puede que las semejanzas con respecto a esta medida se basen en ese criterio. También la longitud del tarso puede estar relacionada con la naturaleza del hábitat. Por ejemplo, las aves que utilizan perchas finas y frágiles tienden a tener un tarso más corto que las que utilicen mayormente como soporte perchas firmes y más rígidas en una postura vertical (Grant, 1965). En cuanto al ala, Hamilton (1961) considera que esta medida puede variar según las tendencias migratorias y el hábitat ocupado. Esto podría explicar las grandes similitudes entre las dimensiones del ala de las especies de aves trabajadas en los cayos de estudio, especialmente en las migratorias Neárticas-Neotropicales. Además, muchos autores consideran el ala una medida estable que varía de forma proporcional al tamaño del cuerpo y la proponen como una de las dimensiones más frecuentemente usada para estimar el tamaño corporal (Rand, 1961; Wyllie y Newton, 1994). Así, como la mayoría de las especies trabajadas presentan tamaños corporales similares, se podría esperar que las dimensiones de sus alas también lo sean. En general, las dimensiones morfológicas de las aves que coexisten en ambientes insulares podrían ser similares dadas las restricciones (*e.g.* espacio y hábitats reducidos, baja disponibilidad de alimentos, fuertes interacciones entre los individuos y especies) que caracterizan dichos ecosistemas.

En cuanto a las comparaciones de las dimensiones corporales ponderadas entre los gremios tróficos analizados se observaron diferencias significativas. En todos los casos, el gremio Insectívoro se alejó apreciablemente, diferenciándose de los demás con las mayores medias en todas las medidas corporales. Hay que tener en cuenta que, dentro de un gremio, la posibilidad de competencia se hace mayor (Cody, 1974).

Si el gremio Insectívoro abarcó la mayor cantidad de especies, cabría esperar que este sea el más variable con respecto a los demás. En este sentido resulta de interés dilucidar los mecanismos que permiten la coexistencia de especies, ya que la teoría de la competencia predice que las especies muy similares no pueden coexistir si la competencia por los recursos comunes no se reduce (MacArthur, 1972). La segregación, en este caso, no se condiciona necesariamente por las diferencias morfológicas, ya que la mayoría de las especies analizadas coexisten en un mismo hábitat con el mismo tipo de formación vegetal y son muy similares morfológicamente. Así, la coexistencia podría estar condicionada por el uso diferencial que hacen del hábitat más que por las diferencias morfológicas. Por ejemplo, puede que una especie sea insectívora de suelo (*e.g. Seiurus aurocapilla*), mientras que otra sea insectívora de follaje (*e.g. Setophaga ruticilla*) y otra de ramas o tronco (*e.g. Mniotilta varia*) y sean similares morfológicamente.

El Análisis de Discriminante destacó la importancia discriminatoria de la longitud del pico y del ala, para las variables relativizadas, y de la cola y el tarso para las variables absolutas. Esto, por tanto, no evidenció una tendencia específica en cuanto a la contribución de las variables para la discriminación de los gremios. En sentido general, varios análisis comparativos del contenido de la molleja de muchas especies de aves muestran que las diferencias en el pico son paralelas o análogas a las diferencias en la dieta (Grant, 1965), por tanto el pico parece ser una medida fundamental en la diferenciación de las especies de aves en gremios tróficos.

Teniendo en cuenta los porcentajes de error obtenidos en las matrices de clasificación, se observó una tendencia a que solamente los gremios Insectívoro e Insectívoro-Frugívoro podrían ser discriminados a partir de los valores absolutos obtenidos para las variables morfológicas utilizadas. Por su parte, el por ciento de error en las variables relativizadas posibilitó la discriminación del gremio Insectívoro exclusivamente. El elevado porcentaje de error asociado al gremio Insectívoro-Frugívoro en el caso de las variables relativizadas puede estar dado por el efecto normalizador del peso corporal para la obtención de las medidas relativas. Esto podría hacer menos variables las diferencias entre las especies del gremio. Los elevados porcentajes de error asociados a la mayoría de los gremios mostró la insuficiente capacidad de discriminación de las variables morfológicas absolutas y relativas de las especies que los constituyen.

Como se observó, para la evaluación de la relación entre las características morfológicas de las aves y sus gremios tróficos, pueden emplearse tanto los valores

absolutos de las variables morfométricas como los relativizados. No obstante, es válido resaltar que el tamaño de muestra de los resultados obtenidos en algunas especies fue pequeño y esto pudo influir sobre los análisis realizados. En general, se detectó una amplia superposición entre los gremios tróficos a partir del uso de las dimensiones morfológicas (absolutas y relativas) de las especies de aves lo que imposibilitó la segregación de los gremios excepto el Insectívoro. La mayoría de las especies de aves utilizadas para el estudio pertenecen al mismo orden y esta estrecha relación taxonómica representa semejanzas importantes entre las especies que ocupan cada gremio, lo que provoca una escasa diferenciación entre dichos gremios.

También es necesario mencionar que el criterio de clasificación de los gremios tróficos utilizado en el trabajo no abarcó la subdivisión del gremio para el uso diferencial del hábitat. De forma general, las especies se clasificaron de acuerdo a su ecología trófica en insectívoras, granívoras, frugívoras etc. Las subdivisiones de los gremios anteriores basada en la forma de tomar el alimento no se consideraron y esta fue una de las limitaciones que pudo influir sobre la escasa segregación de los gremios abarcados en el estudio. Además, el enfoque *a priori* que tipifica al criterio de Kirkconnell *et al.* (1992) tiene como limitante la agrupación arbitraria de los gremios por las similitudes que pueden existir en las conductas de forrajeo. Por lo que una delimitación *a posteriori* de los patrones de agrupamiento específicos podría discriminar más y disminuir la superposición entre los gremios.

Conclusiones

- 1.** Las variables morfométricas de las aves que habitan ecosistemas insulares de Cuba, manifiestan diferencias significativas entre los gremios tróficos a los que pertenecen, con tendencia a una mayor diferenciación del gremio Insectívoro.
- 2.** En general, no es posible predecir el gremio trófico al que pertenecen las especies de aves que habitan en cayos de Cuba a partir de sus dimensiones corporales. Solamente el gremio Insectívoro se puede discriminar en base a las medidas absolutas y relativas de las aves estudiadas.

Recomendaciones

- 1)** Incluir en otros trabajos nuevas variables morfométricas como la longitud total del cuerpo, culmen expuesto, máxima apertura de dedos, ancho y alto del pico para reevaluar su potencial discriminante entre los gremios tróficos.
- 2)** Extender el análisis a especies de aves pertenecientes a otros gremios tróficos no evaluados en este trabajo, así como en otros tipos de formaciones vegetales.
- 3)** Utilizar los resultados de este estudio para incrementar la información ecológica existente sobre los ecosistemas costeros con perspectivas de desarrollo turístico.

Literatura Citada

- Acevedo, C. (2013) Variación espacial y estacional de la diversidad en la vegetación de costa arenosa de los cayos Grande, Anclitas y Caguama, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. Tesis de Maestría. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Cuba. 62 pp.
- Acosta, M. y Berovides, V. (1982) Ecología trófica de palomas del género *Zenaida* en el sur de Pinar del Rio. *Cien. Biol.* 7: 113-123.
- Acosta, M. y García-Lau, I. (2005) Morfometría y Alimentación de la codorniz (*Colinus Virginianus*) en dos Areas del occidente de Cuba. *J. Carib. Ornithol.* 18: 54-68.
- Acosta, M. y Mugica, L. (1988) Estructura de las comunidades de aves que habitan los bosques cubanos. *Cienc. Biol. Acad. Cienc.* 19-20: 9-19.
- Acosta, M., López, A. de la C. y Mugica, L. (2002) Influencia del Peso Corporal y la Longitud del tarso en las Relaciones Ecológicas de la Comunidad de Aves Acuáticas del Ecosistema Arrocerero. *Biología.* 16: 109-122.
- Acosta, M., López, A. de la C. y Mujica, L. (2003) Relación entre la Morfología del Pico y la Segregación Trófica de las Especies en la Comunidad de Aves Acuáticas del Agrosistema Arrocerero. *Biología.* 17: 31-41.
- Acosta, M., Mugica, L., Mancina, C. y Ruiz, C. (1996) Resource partitioning between Glossy and White ibises in a rice field system in southcentral Cuba. *Colonial Waterbirds.* 19: 65-72.
- Andraca, L. (2010). Reglas de ensamblaje y modelos de coexistencia de especies en las comunidades de aves cubanas. Tesis de Diploma, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 71p.
- Ashton, K. G. (2002) Patterns of within-species body size variation of birds: strong evidence for Bergmann's rule. *Global Ecology & Biogeography.* 11: 505-523.
- Bailey, S. A., Horner-de-Vine, M. C., Luck, G., Moore, L. A., Carney, K. M., Anderson, S., Betrus, C. y Fleishman, E. (2004) Primary productivity and species richness: relationships among functional guilds, residency groups and vagility classes at multiple spatial scales. *Ecography.* 27: 207-217.
- Baker, M. C. (1979) Morphological correlates of habitat selection in a community of shorebirds (Charadriiformes). *Oikos*, 33: 121-126.

- Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2001) Bird assemblages in second growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. *The Auk* 118: 304-326.
- Buckley, H.L, Miller, E., Ellison, A. M. y Gotelli, N. J. (2003) Reverse latitudinal trends in species richness of pitcher-plant food webs. *Ecology Letters*. 6: 825-829.
- Canterbury, G.E, Martin, T. E.; Petit, D. R, Petit, L. J. y Bradford, D. F. (2000) Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conserv. Biol.* 14: 544-558.
- Chase, M.K, Kristan, W. B., Lynam, A. J., Price, M. V. y Rotenberry, J. T. (2000) Single species as indicators of species richness and composition in California coastal sage scrub birds and small mammals. *Conserv. Biol.* 14: 474-487.
- Clegg, S. M y Owens, I. P. F. (2002) The 'island rule' in birds: medium body size and its ecological explanation. *Proc. R. Soc. Lond.* 269: 1359–1365.
- Cody, M. L. (1974): Competition and the structure of bird communities. Princenton Univ. Press. Princenton. 318 pp.
- Cox, G. (1968) The role of competition in the evolution of migration. *Evolution*. 22: 180-192.
- Cubillas, S.O., Berovides, A. V. (1987) Indices ecológicos de una comunidad de aves, en un área protegida de Cuba. *Cienc. Biol. Acad. Cienc.* 17: 85-90.
- Darwin, Ch. (1859) *The origin of species by means of natural selection*. Murray London (var. editions).
- Dilger, W. C. (1956) Adaptive modifications and ecological isolating mechanisms in the thrush genera *Catharus* and *Hylocichla*. *Wilson Bull.* 68: 171-199.
- Dunn, E. H. y Ralph, C. J. (2004) Use of mist nets as a tool for bird population monitoring. *Studies of Avian Biology*. 29: 1-6.
- Emlen, J.T. (1977) Size and structure of a wintering avian community in souther Texas. *Ecology*. 53: 317-329.
- Farias, A. A. y Jaksic, F. M. (2006) Assessing the relative contribution of functional divergence and guild aggregation to overall functional structure of species assemblages. *Ecological Informatics*. 1: 367-375.

Fundora, C. D. (2010) Gremios tróficos y modelos de anidamiento de los ensamblajes de aves del Parque Nacional Jardines de la Reina, Cuba. Tesis de Diploma, Facultad de Biología, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba. 71p.

García, M. E., González, A. H. J., Rodríguez, B. D. (1987) Evaluación ecológica de la ornitocenosis de un bosque semicaducifolio en la Península de Zapata, Cuba. *Cienc. Biol. Acad. Cienc.*18: 93-100.

García-Quintas, A. y Parada, I. A. (2014) Effects of migrations on the nestedness structure of bird assemblages in cays of the Jardines de la Reina archipelago, Cuba. *Animal Biodiversity and Conservation.* 37.2: 127-139.

Garrido, O. H. y Kirkconnell, A. (2011) Aves de Cuba. Cornell University Press, Ithaca, NY.

González, A. M., Rodríguez B. D., Garcia, M. E. (1987) Ecología trófica y distribución de la Cotorra cubana (*Amazona leucocephala leucocephala*) en la Ciénaga de Zapata. *Reporte de Investigación Academia de Ciencias de Cuba.* 2: 1-4.

Gotelli, N. J. y Rohde, K. R. (2002) Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. *Ecology Letters.* 5: 86-94.

Grant, P. R. (1965) The adaptive significance of some size trends in island birds. *Evolution.* 19: 355-367.

Grant, P. R. (1971) Variation in the Tarsus Length of Birds in Island and Mainland Regions. *Evolution.* 25: 599-614.

Guariguata M. R. y Kattan, G. H. (2002) Ecología y conservación de bosques neotropicales. *Ediciones LUR.*

Hamilton, T.H. (1961) The adaptive significance of intraspecific trends of variation in wing length and body size among bird species. *Evolution.* 15: 180-195.

Hechavarría, G. G. y Pérez, R. A. (1999) Foraging strategies in bird's communities of Botanical Garden Juan Tomás Roig. Santiago de Cuba. *Pitirre,* 12: 22-24.

Hechavarría, G. G. (2004) Estudio de la avifauna del macizo montañoso Gran Piedra, Sierra Maestra oriental, República de Cuba. *Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. España. Edición Electrónica de*

Teses de Doutoramto. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico. Campus Universitario Sur. Universidade de Santiago de Compostela.

Herrera, C. M. (1978) Niche shift in the genus *Parus* in Southern Spain. *Ibis*. 120: 236-240.

Holmes, R. T. y Pitelka, F. A. (1968) Food overlap among coexisting sandpipers on Northern Alaskan tundra. *Syst. Zool.* 17: 305-318.

Holmes, R.T. y Recher. H. F. (1986) Determinants of guild structure in forest bird communities: An intercontinental comparison. *The Condor*. 88: 427-439.

Hutchinson, G. E. (1957) Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant Biology*, 22: 243-258.

Huxley, J. S. (1942) *Evolution. The Modern Synthesis*. London. Allen & Unwin.

Jacksic, F.M. (1981) Abuse and misuse of the term -guildll in ecological studies. *Oikos*. 37: 397-400.

James, F. C. (1982) The ecological morphology of birds: a review. *Ann. Zool. Fennici*. 19: 265-275.

Kirkconnell, A., Garrido, O., Posada, R. M. y Cubillas, S. O. (1992) Los grupos tróficos en la avifauna cubana. *Poeyana*. 415: 21 pp.

Kirkconnell, A.y Kirwan, G. M. (2008). Aves de Cayo Paredón Grande, Archipiélago Sabana-Camaguey, Cuba. *Journal of Caribbean Ornithology*. 21:26-36.

Lack, D. (1944) Correlation between beak and food in the crossbill *Loxia curvirostra*. *Ibis*. 86: 552-553.

Lack, D. (1947) *Darwin's Finches*. Cambridge. Cambridge University Press.

Latta, S. C. y Wunderle, Jr. J. M. (1998) The assemblage of birds foraging in native West Indian Pine (*Pinus occidentalis*) forests of the Dominican Republic during the nonbreeding season. *Biotropica*, 30(4): 645-656.

MacArthur, R. M. (1972) *Geographical ecology*. New York: Harpers and Row.

Milesi, F.A, Marone L., Lopez de Casenave, J., Cueto, V. R y Mezquida, E. T. (2002) Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología Austral*. 12: 149-161.

- Noon, B. R. y Block, W. M. (1990). Analytical considerations for study design. En, M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner y J. R. Jehl, Jr. (Ed.). *Avian foraging: theory, methodology and applications*. pp. 126-134. *Studies in Avian Biology* No. 13. *Cooper Ornithological Society*. California.
- Nudds, T. D., Sjoeborg, K., Lundberg, P. (1994) Ecomorphological relationships among Palearctic Dabbling Ducks on Baltic coastal wetlands and a comparison with Neartic. *Oikos*. 69: 295-303.
- Palmgren, P. (1932) Zur Biologie von *Regulus r.regulus* (L.) und *Parus atricapillus borealis* Selys. *Acta Zool.Fennica*. 14: 1-113.
- Parada, I. A. y García-Quintas, A. (2012) Avifauna de los Archipiélagos del Sur de Ciego de Avila y Camagüey, Cuba: una Revisión Taxo-Ecológica Actualizada. *Mesoamericana*. 16: 35-55.
- Parada, I. A., García-Quintas, A. y Hernández, A. D. (2015) The avifauna of sandy coastal vegetation during migration, in the Laberinto de las Doce Leguas sub-archipelago, southern Cuba. *Cotinga*. 37: 45–55.
- Pyle, P. (1997) Identification guide to North American Birds. Braun-Brumfield Inc., Ann Arbor, Michigan. 732 p.
- Rand, A.L. (1961) Wing length as an indicator of weight: a contribution. *Bird-Banding*. 32: 71-79.
- Rappole, J. H., Winker, K y Powell, G. V. N. (1998). Migratory bird habitat use in southern Mexico: mist nets versus point counts. *Journal of Field Ornithology*. 69: 635-643.
- Richardson, F. (1942) Adaptative modifications for treetrunk foraging in birds. *Univ. Calif. Publ. Zool*. 46: 317-368.
- Roberts, TH. (1987) Construction of guilds for habitats assessment. *Environ. Manage*. 11: 473-477.
- Root, R.B. (1967) The niche exploitation pattern of the blue grey gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37: 95-124.
- StatSoft, Inc. (2007) STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.

Szaro, RC. (1986) Guild management: an evaluation of avian guilds as a predictive tool. *Environ. Manage.* 10: 681-688.

Tramer, E.J. (1974) On latitudinal gradients in avian diversity. *The Condor.* 76: 123-130.

Triay, O. (2013) Estructura en gremios de la ornitocenosis de la Reserva Ecológica Loma del Gato - Monte Líbano, Santiago de Cuba. Tesis en opción al título de Máster en Zoología y Ecología Animal. Universidad de Oriente. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Biología.

Verner, J. (1984) The guild concept applied to management of bird populations. *Environ. Manage.* 8: 1-14.

Wiens, J. A. y Rotenberry, J. T. (1980) Patterns of Morphology and Ecology in Grassland and Shrubsteppe Bird Populations. *Ecological Monographs.* 50: 287-308.

Willis, S. C., Winemiller, K. O. y Lopez-Fernandez, H. (2005) Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia.* 142: 284-295.

Wyllie, I. y Newton, I. (1994) Latitudinal variation in the body-size of sparrowhawks *Accipiter nisus* within Britain. *Ibis.* 136: 434-440.

Zink, R. M. y Remsen, J. V. Jr. (1986) Evolutionary processes and patterns of geographic variation in birds. *Current ornithology.* 4: 1-69.

Anexo 1. Lista de las especies de aves capturadas en formaciones vegetales terrestres de los cayos Paredón Grande (archipiélago de Sabana-Camagüey) y Grande, Anclitas y Caguama (archipiélago de los Jardines de la Reina), Cuba.

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico
Cuculiformes	Cuculidae	Primavera de Pico Amarillo	<i>Coccyzus americanus</i>
Columbiformes	Columbidae	Tojosa	<i>Columbina passerina</i>
	Columbidae	Torcaza Cabeciblanca	<i>Patagioenas leucocephala</i>
	Columbidae	Guanaro	<i>Zenaida aurita</i>
	Columbidae	Paloma Aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>
Coraciiformes	Alcedinidae	Martín Pescador	<i>Megaceryle alcyon</i>
Passeriformes	Icteridae	Mayito	<i>Agelaius humeralis</i>
	Parulidae	Bijirita Protonotaria	<i>Protonotaria citrea</i>
	Cardinalidae	Azulejo	<i>Passerina cyanea</i>
	Tyrannidae	Bobito chico	<i>Contopus caribbaeus</i>
	Parulidae	Caretica	<i>Geothlypis trichas</i>
	Parulidae	Bijirita gusanera	<i>Helmitheros vermivorum</i>

Parulidae	Bijirita Grande	<i>Icteria virens</i>
Icteridae	Turpial	<i>Icterus galbula</i>
Emberizidae	Negrilo	<i>Melopyrrha nigra</i>
Emberizidae	Tomeguín de la Tierra	<i>Tiaris olivaceus</i>
Mimidae	Sinsonte	<i>Mimus polyglottos</i>
Parulidae	Bijirita Trepadora	<i>Mniotilta varia</i>
Tyrannidae	Bobito Grande	<i>Myiarchus sagrae</i>
Parulidae	Señorita de Manglar	<i>Parkesia noveboracensis</i>
Icteridae	Chichinguaco	<i>Quiscalus niger</i>
Parulidae	Señorita de Monte	<i>Seiurus aurocapilla</i>
Parulidae	Bijirita Chica	<i>Setophaga americana</i>
Parulidae	Bijirita Azul de Garganta Negra	<i>Setophaga caerulescens</i>
Parulidae	Mariposa Galana	<i>Setophaga discolor</i>
Parulidae	Bijirita de Garganta Amarilla	<i>Setophaga dominica</i>
Parulidae	Bijirita Castaña	<i>Setophaga castanea</i>

Parulidae	Bijirita Magnolia	<i>Setophaga magnolia</i>
Parulidae	Bijirita Coronada	<i>Setophaga coronata</i>
Parulidae	Bijirita Común	<i>Setophaga palmarum</i>
Parulidae	Canario de Manglar	<i>Setophaga petechia</i>
Parulidae	Candelita	<i>Setophaga ruticilla</i>
Parulidae	Bijirita de Cabeza Negra	<i>Setophaga striata</i>
Parulidae	Bijirita Atigrada	<i>Setophaga tigrina</i>
Thraupidae	Cabrero	<i>Spindalis zena</i>
Parulidae	Pechero	<i>Teretistris fornsi</i>
Tyrannidae	Pitirre Guatíbere	<i>Tyrannus caudifasciatus</i>
Tyrannidae	Pitirre Abejero	<i>Tyrannus dominicensis</i>
Vireonidae	Bien Te Veo	<i>Vireo altiloquus</i>
Vireonidae	Vireo de las Bahamas	<i>Vireo crassirostris</i>
Vireonidae	Vireo de Ojo Blanco	<i>Vireo griseus</i>
Vireonidae	Vireo de Ojo Rojo	<i>Vireo olivaceus</i>

	Picidae	Carpintero Verde	<i>Xiphidiopicus percussus</i>
	Turdidae	Tordo Colorado	<i>Catharus fuscescens</i>
	Turdidae	Tordo de Mejillas Grises	<i>Catharus minimus</i>
	Tyrannidae	Bobito de Bosque	<i>Contopus virens</i>
	Mimidae	Zorzal Gato	<i>Dumetella carolinensis</i>
Piciformes	Turdidae	Tordo de Espalda Olivada	<i>Catharus ustulatus</i>
	Picidae	Carpintero de Paso	<i>Sphyrapicus varius</i>
	Thraupidae	Cardenal Alinegro	<i>Piranga olivacea</i>
	Turdidae	Zorzal Real	<i>Turdus plumbeus</i>
	Thraupidae	Cardenal	<i>Piranga rubra</i>
