



Artículo / Article

Relación entre aves y variables dendrométricas en plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* W. H. Barret et Golfari en Viñales, Cuba

Relationship between bird communities and dendrometric variables in *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* W. H. Barret et Golfari plantations in Viñales, Cuba

Sael Anoi Báez Pérez¹, Leyanis Pintado Martínez² y Fernando Hernández Martínez³

Resumen

A partir de la asociación observada de las comunidades de aves con las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* se espera alguna vinculación con las características del arbolado; así, se planteó el estudio que se describe a continuación con el objetivo de evaluar la relación existente entre la altura, la densidad y el área basal y las comunidades de aves. El muestreo se llevó acabo de enero a mayo de 2015 mediante 30 puntos fijos en parcelas circulares de 25 m de radio para el estudio forestal. Para comparar la abundancia y la riqueza entre parcelas y meses se utilizó la prueba no paramétrica de comparación de rangos de *Kruskal Wallis*; para la correlación entre esta última condición y las variables dasométricas se trabajó con la matriz de correlaciones no paramétricas de *Rho Spearman* y para determinar la vinculación de las mismas con la composición de las especies se realizó un análisis de correspondencia canónico. Se detectaron 41 especies de aves pertenecientes a 16 familias y nueve órdenes, de los cuales sobresalen el de los Paseriformes y la familia Parulidae. En la estratificación vertical de la vegetación, el estrato medio fue el más visitado (42 %). Se agruparon en 21 grupos tróficos, entre los que sobresalieron los insectívoros de follaje por espiguelo, con 12.1 % del total. Se concluye que existe relación directa de la riqueza y abundancia de las aves con la densidad y el área basal, y en menor proporción con la altura promedio de los árboles.

Palabras clave: Altura, área basal, Cuba, densidad de árboles, Paseriformes, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* W.H. Barret et Golfari.

Abstract

The association observed between the bird communities and *Pinus caribaea* var. *caribaea* plantations leads to expect a correlation with the characteristics of the trees. This gave rise to the study described below with the purpose of evaluating the existing relationship between the height, tree density and the basal area and bird communities. The sampling was carried out in January through May, 2015, using 30 fixed points in circular plots of 25 m of radius for the forestry study. The abundance and richness between plots and months was compared using the Kruskal-Wallis non-parametric range comparison test; Spearman's Rho non-parametric correlation matrix was utilized for the correlation between this last condition and the dasometric variables, and the link between these and the makeup of the species was determined through a canonical correspondence analysis. 41 species of birds belonging to 16 families and 9 orders were detected; of these, the best represented were the order of Passeriformes and the Parulidae family. In the vertical stratification of the vegetation, the middle stratum was the most visited (42 %). The birds were grouped in 21 trophic groups, among which foliage gleaning insectivores stand out, with 12.1 % of the total. A direct relationship is concluded to exist between the richness and abundance of birds and tree density and the basal area, and, to a lesser extent, the tree height average.

Key words: Height, basal area, Cuba, tree density, Passeriformes, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* W.H. Barret et Golfari

Fecha de recepción/Date of receipt: 12 de octubre de 2015; Fecha de aceptación/Date of acceptance: 19 de diciembre de 2015.

¹ Departamento Forestal, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba. Correo-e: sabp@upr.edu.cu

² Delegación Municipal de la Agricultura, San Luís, Pinar del Río, Cuba.

³ Centro de Estudios Forestales, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Introducción

Las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* W. H. Barret *et Golfari* son la superficie que mejor representa el patrimonio forestal en la provincia de Pinar del Río, donde el manejo y el aprovechamiento maderable inciden sobre la biodiversidad; las aves, en particular, son el grupo de vertebrados más numeroso tanto en los bosques naturales como en las plantaciones.

Los estudios faunísticos en el Parque Nacional Viñales han sido pocos con respecto a la fauna y su relación con la vegetación; no obstante, desde el siglo XIX, este lugar ha llamado la atención de los naturalistas foráneos y nacionales por constituir un sitio de gran riqueza y variedad de especies (Corvea *et al.*, 2014).

En Cuba se tienen registradas 371 especies silvestres, que pertenecen a 208 géneros, 63 familias y 21 órdenes. Los taxa terrestres suman 217; 69 se asocian con aguas dulces y 83 con aguas marinas; de ellas, 28 son endémicas, las que constituyen 13.1 % de la avifauna cubana (Garrido y Kirkconnell, 2011).

Varios investigadores se han dedicado a investigar las comunidades de aves que habitan los ecosistemas de pinar en diferentes regiones: Vicente (1991) estudió la estructura de 10 sistemas avifauna - vegetación de tres pinares; López y Moro (1997) se enfocaron en las aves de plantaciones de *Pinus halepensis* Miller en el sureste de España, en relación con la composición y estructura de la vegetación; Canterbury *et al.* (2000) evaluaron el hábitat asociado a las aves y desarrollaron indicadores ambientales a nivel de comunidad, en 197 cuadrantes en bosques de pino de Georgia a Virginia (Estados Unidos de América), a través de un gradiente de perturbación antropogénica.

A pesar de que *P. caribaea* var. *caribaea* conforma una buena parte de la vegetación del Caribe, es poco lo que se ha trabajado en relación a su avifauna (O'Brien, 2005). Un trabajo pionero es el de Cruz (1988), quien estudió el uso del recurso para las especies de aves en una plantación de *Pinus caribaea* Morelet en Puerto Rico, y recomendó para la mejora de sus hábitats el mantenimiento de un sotobosque diverso y de los árboles nativos.

En este contexto, en Cuba se han llevado a cabo varios trabajos en los pinares. Huerta *et al.* (1984) realizaron 13 conteos de dichos animales con el fin de determinar la abundancia de cada taxon y su diversidad en la asociación forestal de sabanas blancas en la Isla de la Juventud.

García *et al.* (1989) en 24 ocasiones cuantificaron las existencias de aves entre el 7 y el 15 de marzo de 1988, en la Zolita, Sierra de Cristal. La abundancia relativa para bosques de pinos fue de 54.3 individuos ha⁻¹, mientras que en sitios ocupados

Introduction

Pinus caribaea Morelet var. *caribaea* W. H. Barret *et Golfari* plantations are the surface areas which best represent the forest richness in the province of *Pinar del Río*, where forest management and exploitation have an impact on biodiversity; birds, particularly, are the most numerous group of vertebrates both in the natural forests and in the plantations.

There have been few faunal studies carried out in the *Viñales* National Park based on the relationship between the fauna and the vegetation; however, since the XIXth century, this place has drawn the attention of both foreign and national naturalists because of its great richness and variety of species (Corvea *et al.*, 2014).

371 wild species belonging to 208 genera, 63 families and 21 orders have been registered in Cuba. The terrestrial species add up to 217; 69 are associated with fresh waters, and 83 with sea waters; of these, 28 are endemic and amount to 13.1% of all Cuban bird life (Garrido and Kirkconnell, 2011).

Several researchers have studied the communities of birds that live in the pine forest ecosystems in different regions; Vicente (1991) studied the structure of 10 bird life-vegetation systems of three pine woods; López and Moro (1997) studied the birds in *Pinus halepensis* Miller plantation in southeastern Spain in relation to the makeup and structure of the vegetation; Canterbury *et al.* (2000) developed and evaluated environmental indicators at community level, as well as the habitat associated to the birds, in 197 quadrants in pine forests from Georgia to Virginia (United States of America) with the representation of a gradient in anthropogenic disturbance levels.

Although this forest association constitutes a large portion of the vegetation of the Caribbean, little work has been done in regard to its bird life (O'Brien, 2005). A pioneering work was performed by Cruz (1988), who studied the use of the resource for the bird species in a *Pinus caribaea* Morelet plantation in Puerto Rico and recommended the maintenance of a diverse undergrowth and of the native trees in order to improve their habitats.

Within this context, several researches have been carried out in the pine forests of Cuba. Huerta *et al.* (1984) performed 13 counts of these animals with the purpose of determining the abundance of each species, as well as their diversity in this forest association of white savannahs in the *Isla de la Juventud*.

García *et al.* (1989) quantified on 24 occasions the existences of birds between March 7 and 15, 1988, in *La Zolita*, *Sierra de Cristal*. The relative abundance for pine forests was of 54.3 individuals ha⁻¹, whereas in sites occupied by vegetation of a high ecological variability, it was of 70 specimens ha⁻¹. Hernández *et al.* (1998) carried out a study of the structure

por vegetación de alta variabilidad ecológica se observaron 70 ejemplares ha⁻¹. Hernández *et al.* (1998) hicieron un estudio de la estructura de las comunidades de aves que habitan en 216 ha de bosque de *P. caribaea*, de 25 años de edad, en el que aplicaron el método de Itinerario de Censo. Detectaron 28 especies, 22 residentes permanentes (78.5 %) y seis migratorias (21.4 %); las agruparon en 17 gremios; de las especies residentes permanentes, cinco son endémicas (22.7 %) y nueve consideradas endémicas a nivel subspecífico (40.9 %).

González *et al.* (1999) estudiaron las comunidades de aves terrestres en 34 áreas de muestreo de 10 localidades de Cuba; para ello utilizaron los métodos de Transecto Lineal, Parcela de Conteo y captura con redes ornitológicas. Determinaron la estructura y composición de las formaciones vegetales mediante el método de parcela de vegetación; sus resultados indican que las variables estructurales que más influyeron en la ordenación de los hábitats y en las poblaciones de las aves son la cobertura del dosel, la cobertura del suelo y el volumen del follaje.

Mereck (2004) realizó una investigación en cinco ecosistemas (Bosque de Galería, Semidecídulo de Mogote, Xerófilo de Mogote, Pinar y Encinar) en el Valle de San Andrés, perteneciente a la EFI La Palma; se usó el método de Recuento por Punto sin Estimación de Distancia propuesto por Wunderle (1994) para las aves del Caribe. En los pinares se identificó un total de 50 especies de estos organismos, incluidas en 10 órdenes y 63 familias; ocho son endémicas a nivel específico y 13 a nivel subspecífico.

Peraza y Berovides (2007) realizaron un trabajo sobre la dinámica espacio-temporal de la abundancia, diversidad y usos de recursos (sustratos y estratos de la vegetación) de dos ensambles de aves en pinares, localizados en la Reserva Florística Manejada San Ubaldo Sabanalamar, Pinar del Río.

Hasta el momento no se ha abordado la posible asociación entre las características dasométricas de *Pinus caribaea* y las comunidades de aves en Cuba. Por lo tanto, el objetivo general del estudio que se describe a continuación fue evaluar la relación de las aves con la altura, la densidad y el área basal, en una plantación de esta especie y, específicamente, determinar grupos funcionales (gremios tróficos), abundancia y diversidad de las aves.

Materiales y Métodos

La zona de estudio se ubica en el Parque Nacional Viñales (PNV), municipio Viñales, Provincia Pinar del Río; comprende 1 510 ha, de las cuales 11 120 ha pertenecen a las áreas núcleo y 3 890 ha corresponde a la zona de amortiguamiento, ocupa la porción centro-oriental de la Sierra de los Órganos. Se extiende de NE a SO, con un ancho máximo de 8 km y un mínimo de 2.5 km, y abarca un total de 15 010 ha, sin incluir 920 ha

de bird communities that live in 216 has of a 25 year-old *Pinus caribaea* forest, applying the Census Itinerary method. They detected 28 species, of which 22 (78.5 %) were permanent residents, and 6 (21.4 %) were migratory; they grouped them in 17 trophic guilds; of the permanent resident species, 5 (22.7 %) are endemic, and 9 (40.9 %) are considered endemic at a subspecific level.

In 34 sampling areas of 10 localities in Cuba, González *et al.* (1999) used the linear transect, counting plots, and capture with ornithological nets to evaluate the terrestrial bird communities. They evaluated the structure and makeup of the vegetal formations using the vegetation plot method; according to their results, the structural variables that most influenced the arrangement of the habitats and the bird populations were canopy coverage, soil coverage and foliage volume.

Mereck (2004) carried out a research in five ecosystems (gallery forest, hillock semi-deciduous, hillock xerophile, pine and oak forests) in the San Andrés Valley, which belongs to the "La Palma" Integral Forest Enterprise; the point count without distance estimation method proposed by Wunderle (1994) was utilized for the Caribbean birds. A total of 50 bird species were identified, including specimens belonging to 10 orders and 63 families; eight are endemic at a specific level, and 13, at a subspecific level.

Peraza and Berovides (2007) studied the space-time dynamics of the abundance, diversity and uses of resources (substrata and vegetation strata) of two assemblages of birds in pine forests of the Managed Floristic Reserve San Ubaldo Sabanalamar, in Pinar del Río.

A potential association between the dendrometric characteristics and the bird species in *Pinus caribaea* in Cuba has not been studied so far. Therefore, the general objective of the study described below was to evaluate the relationship of birds with height, density, and basal area in a plantation of this species, and, specifically, to determine the functional groups (trophic guilds) and the abundance and diversity of the birds.

Materials and Methods

The study area is located in the Viñales National Park (PNV), in the municipality of Viñales, in the Pinar del Río Province; it covers 1 510 ha, of which 11 120 belong to the core areas, and 3 890 ha to the buffer zone, located in the east-central portion of Sierra de los Órganos. It stretches from the NE to the SW, with a maximum width of 8 km and a minimum width of 2.5 km, and covers a total of 15 010 ha, not counting the 920 ha belonging to the adjacent keys, which represent 6 % of the total surface area of the Province.



pertenecientes a los cayos adyacentes, lo cual representa 6 % del total de la Provincia.

La investigación se realizó en una plantación de *Pinus caribaea*, en la localidad del Moncada a 23 km del pueblo de Viñales, en elevaciones donde la vegetación que predomina la conforman los pinos, que se desarrollan sobre suelos muy pobres y erosionados (Figura 1).

The research was carried out in a *Pinus caribaea* plantation in the locality of Moncada, 23 km away from the town of Viñales, on elevations where the predominant vegetation is pine, which grows on very poor, eroded soils (Figure 1).

The temperature regime ranges from 22 °C to 24 °C (mean temperature in the winter) and from 25 °C to 27 °C (mean temperature in the summer). The average accumulated

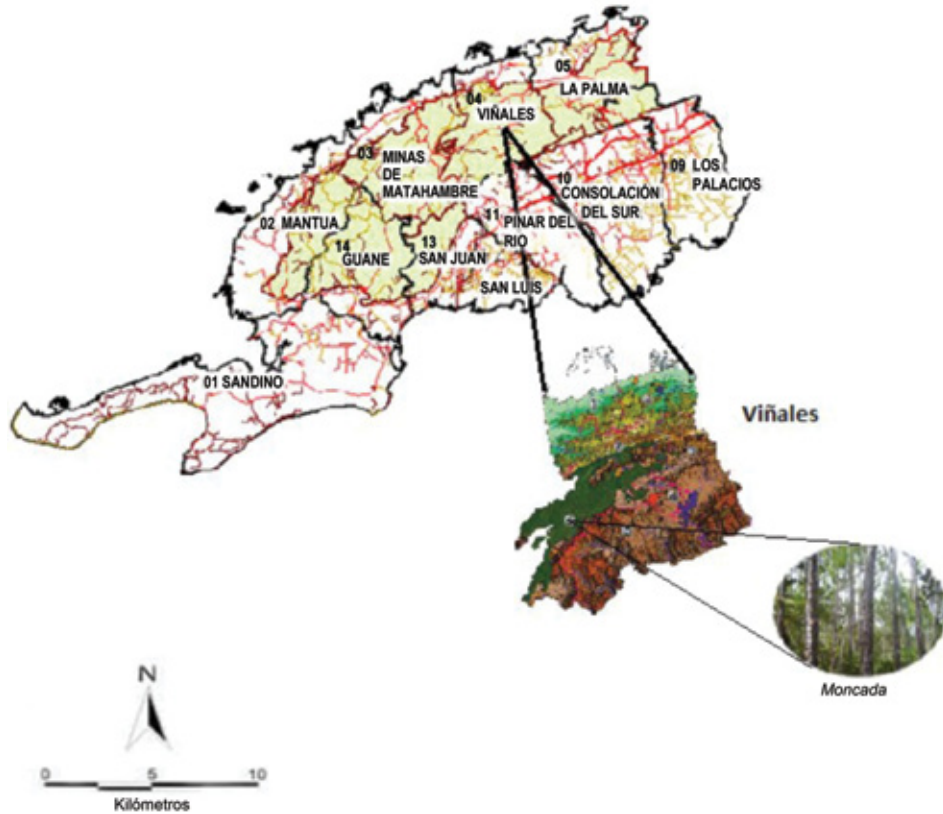


Figura 1. Localización del área de estudio.
Figure 1. Location of the study area.

El régimen de temperaturas varía de 22 °C a 24 °C (temperatura media en el período invernal) y de 25 °C a 27 °C (temperatura media en el período estival). El acumulado promedio de lluvia es de 1 600 a 1 800 mm año⁻¹. La humedad relativa media anual oscila entre 90 y 95 % (07:00 h) y 65-70 % (13:00 h).

precipitation is 1 600 to 1 800 mm year⁻¹. The mean annual relative humidity ranges between 90 and 95 % (07:00 h) and 65-70 % (13:00 h).

El inventario de aves se llevó a cabo con el método de Parcelas Circulares de radio fijo; se definieron 30 puntos de conteo con diámetro fijo de 25 m a una distancia de 150 m uno de otro y 10 min de observación (Hutto *et al.*, 1986) en las primeras horas de la mañana, entre las 07:30 y 11:30 h, de enero a mayo de 2015. Las aves censadas se agruparon en órdenes y familias, en correspondencia con los criterios de Llanes *et al.* (2002) y la clasificación por grupos tróficos, de acuerdo a los de Kirkconnell *et al.* (1992).

The bird inventory was carried out using the fixed-radius circular plots method; 30 count points with a fixed diameter of 25 m and separated by a distance of 150 m were determined, with 10 min observation periods (Hutto *et al.*, 1986) in the first hours of the morning, between 07:30 and 11:30 AM from January to May, 2015. The birds registered in the census were grouped by orders and families according to the criteria of Llanes *et al.* (2002), and classified by trophic groups according to the criteria of Kirkconnell *et al.* (1992).



El muestreo de la vegetación se hizo en abril y mayo en las mismas parcelas utilizadas para el conteo de aves, para determinar la relación entre las variables de la vegetación y de las aves detectadas.

Los parámetros estructurales de la vegetación que se calcularon fueron:

- Densidad de árboles (da = árboles ha⁻¹) = Número de individuos por especie arbórea por estado fenológico
- Diámetro de los árboles a la altura de 1.30 m (DAP m) = Todos los árboles se ubicaron por clases de diámetro
- Altura del dosel (m) = Promedio de las alturas (m) de los árboles de la parcela

Para comparar la abundancia y riqueza entre parcelas y meses se utilizó la prueba no paramétrica de comparación de rangos de *Kruskal Wallis*, se determinó la correlación entre la riqueza de especies y las variables dasométricas mediante la matriz de correlación no paramétrica de *Rho Spearman*. Para identificar la incidencia de las variables dasométricas sobre la composición de las especies ornitológicas se realizó un análisis de correspondencia canónico. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0.

Resultados y Discusión

El total de especies de aves censadas fue de 41, las cuales se agruparon en nueve órdenes y 16 familias. En el mes de enero se observó el mayor número con 35 y en mayo el menor con 27.

En las comparaciones entre los meses existió diferencia significativa en la riqueza (Cuadro 1), debido que el estudio se llevó a cabo durante los períodos invernal y primaveral comprendido de enero a mayo: los resultados coinciden con los hallazgos de Pérez (2003 y 2007) en investigaciones realizadas en la península de Guanahacabibes; con los de Mereck (2004), en la Empresa Forestal Integral (EFI) La Palma, y con los de Alonso (2009) en la EFI Minas de Matahambre.

Cuadro 1. Resultado de la Prueba de *Kruskal-Wallis* para la comparación entre los meses, abundancia (A) y riqueza (S).

	A	S
Chi-cuadrada	4.432	45.646
Grados de libertad	4	4
Significancia Asintótica	0.351	0.000

The vegetation was sampled in April and May, in the same plots utilized for the bird census, in order to determine the relationship between the variables of the vegetation and of the detected birds.

The estimated structural parameters of the vegetation were:

- Tree density (td = trees/ha) = Number of individuals per tree species by phenologic status
- Diameter of the trees at a height of 1.30 m (DBH m) = all the trees were ranged by diameter class
- Tree canopy height (m) = average height (m) of the trees in the plot

Species abundance and richness were compared between plots and between months, using the *Kruskal-Wallis* non-parametric range comparison test. The correlation between the richness of species and the dendrometric variables was determined using *Spearman's Rho* non-parametric correlation matrix. In order to identify the incidence of the dendrometric variables on the makeup of ornithological species, canonical correspondence analysis was carried out, using the SPSS (Statistical Product and Service Solutions) statistical package, version 15.0.

Results and Discussion

A total of 41 bird species, grouped in 9 orders and 16 families, were counted. The largest number of observed species was 35, in January, and the smallest number was 27, in May.

There is a significant difference in richness in the comparisons between months (Table 1) due to the fact that the study was carried out during the periods of winter and spring between January and May: the results coincide with the findings of Pérez (2003 and 2007) in researchers performed in the *Guanahacabibes* peninsula; with those of Mereck (2004), in the *La Palma* Integral Forest Enterprise (EFI), and with those of Alonso (2009), in *EFI Minas de Matahambre*.

Table 1. Result of the *Kruskal-Wallis* test for the comparison between months and between abundance (A) and richness (W).

	A	W
Chi-square	4.432	45.646
Degrees of freedom	4	4
Asymptotic significance	0.351	0.000

El menor avistamiento se realizó en los meses de enero y febrero con 222 y 224 individuos, respectivamente, y los más altos en marzo y abril con 273 y 261, cuando se observó a muchas de las especies de aves en el cortejo y apareamiento; en mayo se reconocieron varios nidos en el área (Figura 2).

The lowest sighting rates occurred in the months of January and February, with 222 and 224 individuals, respectively, and the highest, in March and April, with 273 and 261, when many bird species were observed during courting and mating; in May, several nests were located in the area (Figure 2).

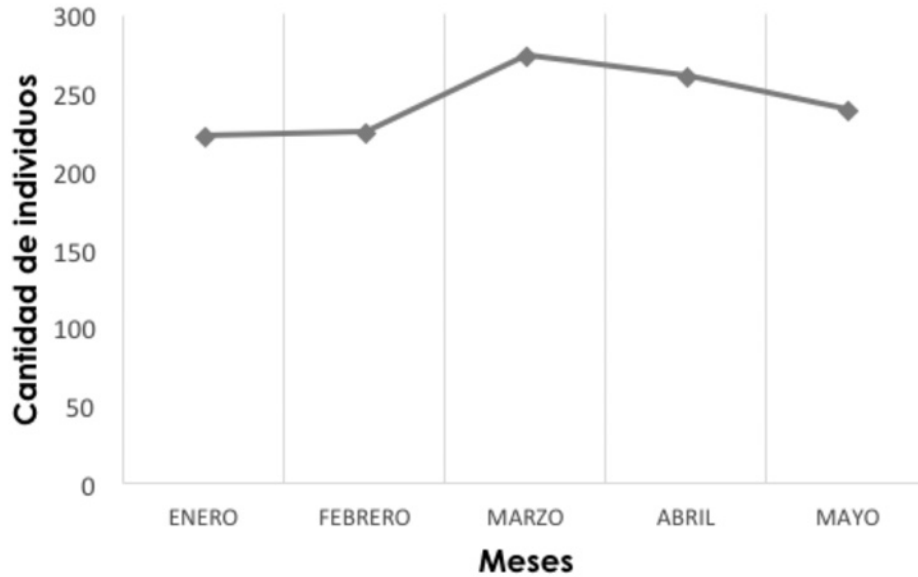


Figura 2. Comportamiento de la cantidad de individuos por mes.
Figure 2. Behavior of the amount of individuals by month.

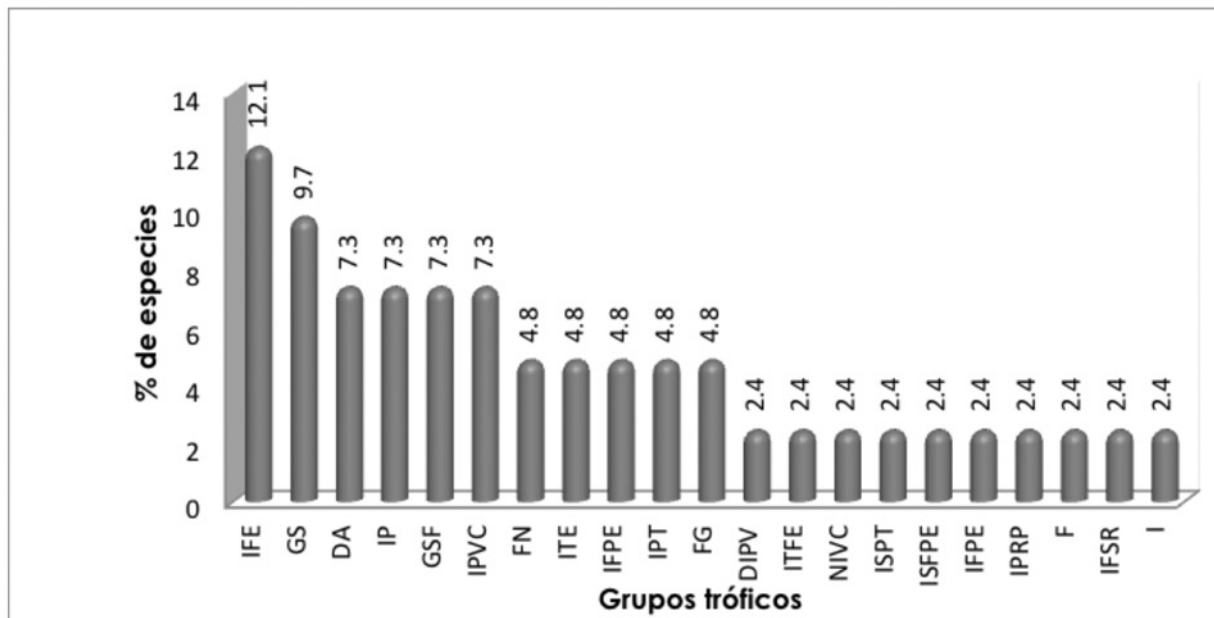
El orden Passeriformes reúne a 50 % del total de las familias presentes, de las cuales las mejor representadas fueron Parulidae con 19.5 %, Columbidae con 14.6 % y Tyranidae con 9.7 %. Los valores concuerdan con los obtenidos en los estudios de Pérez *et al.* (2003); Merek (2004); Toledo (2004); Pérez (2007); Peraza (2008) y Alonso (2009).

The order of Passeriformes comprises 50 % of the total of the present families, of which the best represented were Parulidae with 19.5 %, Columbidae, with 14.6 %, and Tyranidae, with 9.7 %. The results were compared with those obtained in the studies by Pérez *et al.* (2003); Merek (2004); Toledo (2004); Pérez (2007); Peraza (2008) and Alonso (2009).

Las especies se agruparon en 21 gremios tróficos, lo que suma 62 % de los registrados por Kirkconnell *et al.* (1992); predomina el insectívoro de follaje por espiguelo con 12.1 % y granívoro de suelo con 9.7 %. Acosta y Múgica (1988) citan porcentajes parecidos en ocho formaciones arbóreas del territorio nacional, y Sánchez (2007) en pinares naturales de *Pinus tropicalis* Morelet (Figura 3).

The species were grouped in 21 trophic guilds, adding up to 62 % of the species registered by Kirkconnell *et al.* (1992); foliage-gleaning insectivores prevail, with 12.1 %, and soil granivores with 9.7 %. Acosta and Múgica (1988) obtained similar results in eight arboreal formations in the national territory, and Sánchez (2007), in natural *Pinus tropicalis* Morelet forests (Figure 3).





(ITE) = Insectívoro de tronco por espiguelo; (IFE) = Insectívoro de follaje por espiguelo; (ITFE) = Insectívoro de tronco y follaje por espiguelo; (N-IVC) = Nectarívoro-insectívoro con vuelo cerrado; (ISFPE) = Insectívoro de suelo y follaje, con picoteo y espiguelo; (I-FP) = Insectívoro-frugívoro de percha; (IPT) = Insectívoro perforador de tronco; (GS) = Granívoro de suelo; (F) = Frugívoro; (GSF) = Granívoro de suelo y follaje; (DIPV) = Depredador de insectos y pequeños vertebrados; (IPRP) = Insectívoro de percha con revoloteo y persecución; (IP) = Insectívoro de percha; (IPVC) = Insectívoro de percha con vuelo colgado; (F-G) = Frugívoro-granívoro; (I-FPE) = Insectívoro-frugívoro con picoteo y espiguelo; (I) = Insectívoro; (ISPT) = Insectívoro (I-FSR).
 (ITE) = Tree trunk gleaning insectivore; (IFE) = Foliage gleaning insectivore; (ITFE) = Tree trunk and foliage gleaning insectivore; (N-IVC) = Nectarivore-insectivore with hovering flight; (ISFPE) = Ground and foliage gleaning and pecking insectivore; (I-FP) = Insectivorous-fruitarian perching bird; (IPT) = Tree-trunk boring insectivore; (GS) = Ground grain eater; (F) = Fruitarian; (GSF) = Ground and foliage grain eater; (DIPV) = Predator of insects and small vertebrates; (IPRP) = Perching insectivore with hovering and chasing; (IP) = Perching insectivore; (IPVC) = Perching insectivore with hanging flight; (F-G) = Fruitarian-grain eater; (I-FPE) = Gleaning and pecking insectivore-fruitarian; (I) = Insectivore; (ISPT) = Insectivore (I-FSR).

Figura 3. Representación del porcentaje de especies por grupos tróficos presentes en el área de estudio.
 Figure 3. Representation of the percentage of species per trophic groups present in the study area.

En la Figura 4 se observa el comportamiento medio de la abundancia y la riqueza por parcela en el período estudiado; la parcela 1 es la que presenta los valores más grandes, lo que puede explicarse por una menor densidad de pino y la existencia de un mayor número de otras taxa arbóreas como *Abarema obovalis* (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes con flores, las cuales son llamativas para los insectos, *Davilla rugosa* Poir; y especies de la familia Melastomataceae que estaban en fructificación.

Figure 4 shows the average behavior of the species abundance and richness by plot during the study period; plot 1 had the highest values, which may be accounted for by the lower density of pine trees and the existence of a larger number of other tree species, like *Abarema obovalis* (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes, which were in bloom and are attractive to insects, *Davilla rugosa* Poir, and species of the Melastomataceae family that were fruiting.

En las parcelas de la 8 a la 12 se registraron la abundancia y riqueza más bajas, lo que responde a una densidad superior de árboles de menor altura, con un sotobosque herbáceo compuesto, esencialmente, por los helechos *Odontosoria* sp. y *Urechites luteus* (L.) Britton, que no aportan frutos y en el que rara vez fueron avistadas las aves.

Plots 8 to 12 had the lowest values for abundance and richness, which may be due to higher density of trees of a lower height, with an herbaceous undergrowth essentially constituted by two fern species (*Odontosoria* sp. and *Urechites luteus* (L.) Britton) that do not bear fruits and on which birds were rarely ever sighted.

En contraste, en las parcelas de la 13 a la 23 la abundancia y la riqueza tienen un buen comportamiento, algo semejante a lo ocurrido en la parcela 1, pero en este caso, además de la baja densidad arbórea, con un gran número de especies vegetales en el sotobosque tales como *Byrsonima coriacea* (Sw.) DC., *Quercus cubana* A. Rich., *Clidemia strigillosa* (Sw.) DC., *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex DC., *Miconia*

Conversely, species abundance and richness had a good behavior in plots 13 to 23, much in the same manner as in plot 1, but in this case also due to the low tree density with a large number of vegetal species in the undergrowth, including *Byrsonima coriacea* (Sw.) DC., *Quercus cubana* A. Rich., *Clidemia strigillosa* (Sw.) DC., *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex DC.,

laevigata (L.) D. Don, *Matayba oppositifolia* (A. Rich.) Britton, *Clusia rosea* Jacq. y *Gouania polígama* (Jacq.) Urb., que les brindan alimentos a las aves.

Miconia laevigata (L.) D. Don, *Matayba oppositifolia* (A. Rich.) Britton, *Clusia rosea* Jacq. and *Gouania polígama* (Jacq.) Urb., which are a source of food for the birds.

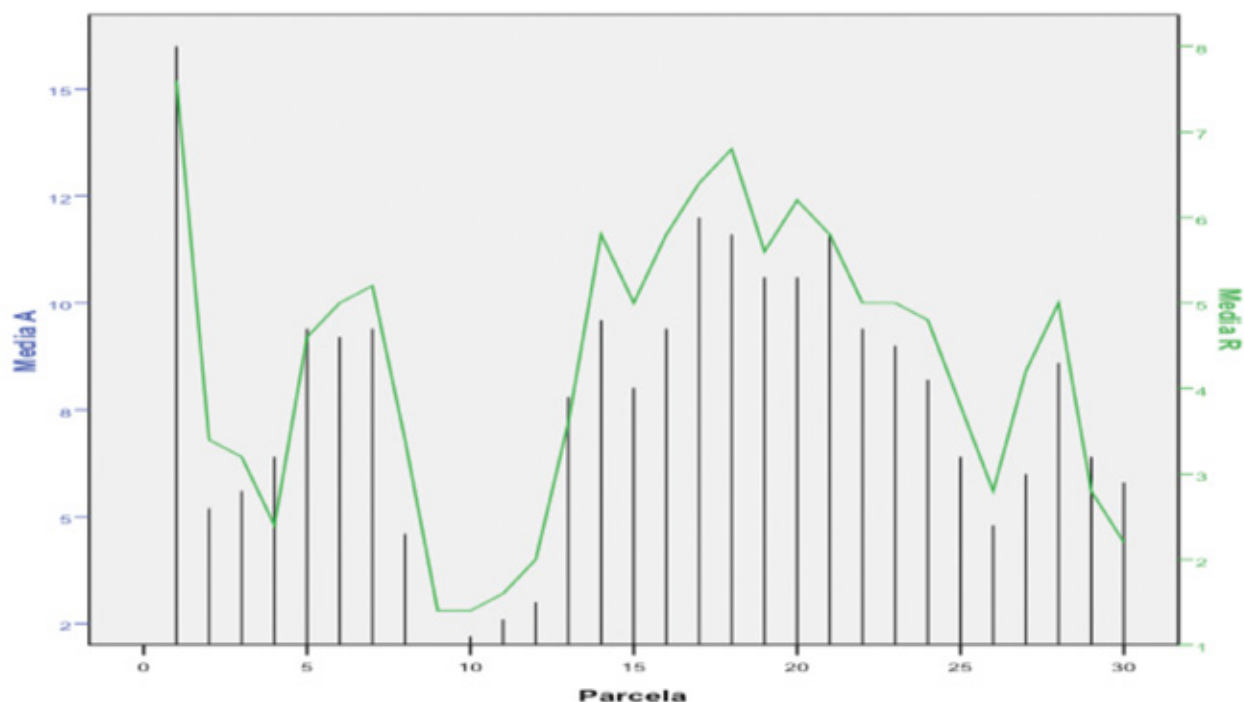


Figura 4. Comportamiento de las medias de la riqueza y la abundancia de especies de aves por parcela.
Figure 4. Behavior of the mean richness and mean abundance of species by plot.

En los estadísticos de contraste, las comparaciones entre parcelas evidenciaron diferencias significativas de la abundancia y la riqueza, lo que está determinado por la densidad de los árboles, la altura promedio en las parcelas y la abundancia de especies vegetales (Cuadro 2). La información coincide con los registros de Peraza (2008).

Cuadro 2. Resultado de la Prueba de *Kruskal-Wallis* para la comparación entre las parcelas y abundancia (A) y riqueza (R).

	A	R
Chi-cuadrado	95.779	63.412
Grados de libertad	29	29
Significancia Asintótica	0.000	0.000

En el Cuadro 3 se advierte que las correlaciones del área basal con la abundancia y la riqueza de aves es baja, pero significativa a un intervalo de confianza de 99 %, lo que está influenciado por la relación matemática entre la altura y el área basal, además de que muchas especies de aves se

In the contrast statistics, comparison shows significant differences in species abundance and richness between plots; these may be determined by the tree density, the average height of the plots and the abundance of vegetal species (Table 2). The results coincide with those obtained by Peraza (2008).

Table 2. Results of the *Kruskal-Wallis* test for the comparison between plots and for abundance (A) and richness (W).

	A	W
Chi-square	95.779	63.412
Degrees of freedom	29	29
Asymptotic significance	0.000	0.000

Table 3 shows a low correlation between the basal area and the abundance and richness of bird species; however, this correlation is significant, with a 99 % confidence interval, which may be influenced by the height/basal area mathematical ratio and by the fact that many bird species are distributed among the higher strata of the trees at different times of the

distribuyen en los estratos superiores del arbolado en diferentes épocas del año, como *Tyrannus caudifaciatus* d'Orbigny, 1839 y *Turdus plumbeus* Linnaeus, 1758, a pesar de que muchas veces forrajean en el suelo.

Por su parte, la densidad de árboles muestra una correlación baja e inversa con la abundancia y riqueza de especies, lo cual se pudiera explicar por los taxa de aves que necesitan menor densidad de árboles, mayor espacio para efectuar su vuelo y la búsqueda de sus alimentos. La altura promedio tiene una correlación positiva, con la abundancia y riqueza de las aves y está determinada por algunas especies que se encuentran en árboles altos para su alimentación, como son los representantes del gremio trófico insectívoro de tronco y follaje por espiguelo y los insectívoros perforadores de tronco.

year, like *Tyrannus caudifaciatus* d'Orbigny, 1839 and *Turdus plumbeus* Linnaeus, 1758, although many forage on the ground.

On the other hand, tree density shows a low inverse correlation with species abundance and richness, which may be accounted for by the bird species that require a lower tree density and a larger space in which to fly and search for food. The average height has a positive correlation with species abundance and richness and may be determined by certain bird species that obtain their food from tall trees, such as the representatives of the trophic guilds of tree-trunk and foliage gleaning insectivores and other insectivores.



Cuadro 3. Representación de la matriz de correlación no paramétrica de Rho Spearman.

		A	S	G	Dens.	Hpro.
Rho de Spearman	Coeficiente correlación	1.000	0.647(**)	0.248(**)	-0.337(**)	0.245(**)
	A Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003
	N	150	150	150	150	150
	Coeficiente de correlación	0.647(**)	1.000	0.243(**)	-0.208(*)	0.204(*)
	R Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.003	0.011	0.012
	N	150	150	150	150	150
	Coeficiente de correlación	0.248(**)	0.243(**)	1.000	-0.328(**)	0.626(**)
	G Sig. (bilateral)	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000
	N	150	150	150	150	150
	Coeficiente de correlación	-0.337(**)	-0.208(*)	-0.328(**)	1.000	-0.520(**)
	De. Sig. (bilateral)	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
	N	150	150	150	150	150
	Coeficiente de correlación	0.245(**)	0.204(*)	0.626(**)	-0.520(**)	1.000
	Hp Sig. (bilateral)	0.003	0.012	0.000	0.000	0.000
	N	150	150	150	150	150

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral); * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral); G = Área basal; De = Densidad; Hp = Altura promedio de la parcela; S = Riqueza y A = Abundancia.



Table 3. Representation of Spearman's Rho non-parametric correlation matrix.

		A	S	G	Density	Average height	
A	Sig. Coefficient	1.000	0.647(**)	0.248(**)	-0.337(**)	0.245(**)	
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	
	N	150	150	150	150	150	
R	Sig. Coefficient	0.647(**)	1.000	0.243(**)	-0.208(*)	0.204(*)	
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.003	0.011	0.012	
	N	150	150	150	150	150	
Spearman's Rho	G	Sig. Coefficient	0.248(**)	0.243(**)	1.000	-0.328(**)	0.626(**)
	Sig. (bilateral)	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	
	N	150	150	150	150	150	
De	Sig. Coefficient	-0.337(**)	-0.208(*)	-0.328(**)	1.000	-0.520(**)	
	Sig. (bilateral)	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	
	N	150	150	150	150	150	
AH	Sig. Coefficient	0.245(**)	0.204(*)	0.626(**)	-0.520(**)	1.000	
	Sig. (bilateral)	0.003	0.012	0.000	0.000	0.000	
	N	150	150	150	150	150	

** The correlation is significant at level 0.01 (bilateral); * The correlation is significant at level 0.05 (bilateral); G = Basal area; De = Density; AH = Average height of the plot; S = Richness and A = Abundance.

En la Figura 5 se observa cómo la variable densidad muestra mejor asociación con las aves en el cuadrante 2 con las especies: *Mniotilta varia* Linnaeus, 1766 (*bij trepa*), *Teretistris fernandinae* Lembeye, 1850 (*chillina*), *Cyanerpes cyaneus* Linnaeus, 1766 (*aparecid*), *Chlorostilbon ricordii* Gervais, 1835 (*zunzún*), *Setophaga palmarum* J. F. Gmelin, 1789 (*bij común*), *Tyrannus dominicensis* J. F. Gmelin, 1788 (*pitirre*) y *Myiarchus sagrae* Gundlach, 1852 (*bobito*), en particular, las dos últimas; este resultado es atribuible a su forma de vuelo, que demanda más espacio para capturar el recurso alimento, y las otras, lo que necesitan es más densidad para capturar insectos.

Figure 5 shows a better association between the density variable and the birds in quadrant 2, with the following species: *Mniotilta varia* Linnaeus, 1766 (*bij trepa*), *Teretistris fernandinae* Lembeye, 1850 (*chillina*), *Cyanerpes cyaneus* Linnaeus, 1766 (*aparecid*), *Chlorostilbon ricordii* Gervais, 1835 (*zunzún*), *Setophaga palmarum* J. F. Gmelin, 1789 (*bij común*), *Tyrannus dominicensis* J. F. Gmelin, 1788 (*pitirre*) and *Myiarchus sagrae* Gundlach, 1852 (*bobito*); in the particular case of the last two, this result may be attributed to the manner of their flight, which requires more space to capture food resources, while the others require a higher density in order to be able to capture insects.



En el cuadrante 3 en el que se relacionan el área basal y la altura, las aves que se vinculan con estas variables son *Spindalis zena* Linnaeus, 1758 (cabrero), *Setophaga pityophila* Gundlach, 1858 (biji pinar), *Mniotilta varia* (biji trepa), *Priotelus temnurus* Temminck, 1825 (tococoro), *Melanerpes supercilialis* Temminck, 1827 (carpi ja) y *Xiphidiopicus percussus* Temminck, 1826 (carpi ve). Los taxa que se estudiaron y mostraron asociación fueron mayoritariamente insectívoros.

In quadrant 3, the bird species associated with the basal area and the height are *Spindalis zena* Linnaeus, 1758 (cabrero), *Setophaga pityophila* Gundlach, 1858 (biji pinar), *Mniotilta varia*, (biji trepa) *Priotelus temnurus* Temminck, 1825 (tococoro), *Melanerpes supercilialis* Temminck, 1827 (carpi ja) and *Xiphidiopicus percussus* Temminck, 1826 (carpi ve). The studied species that showed an association were mostly insectivorous.

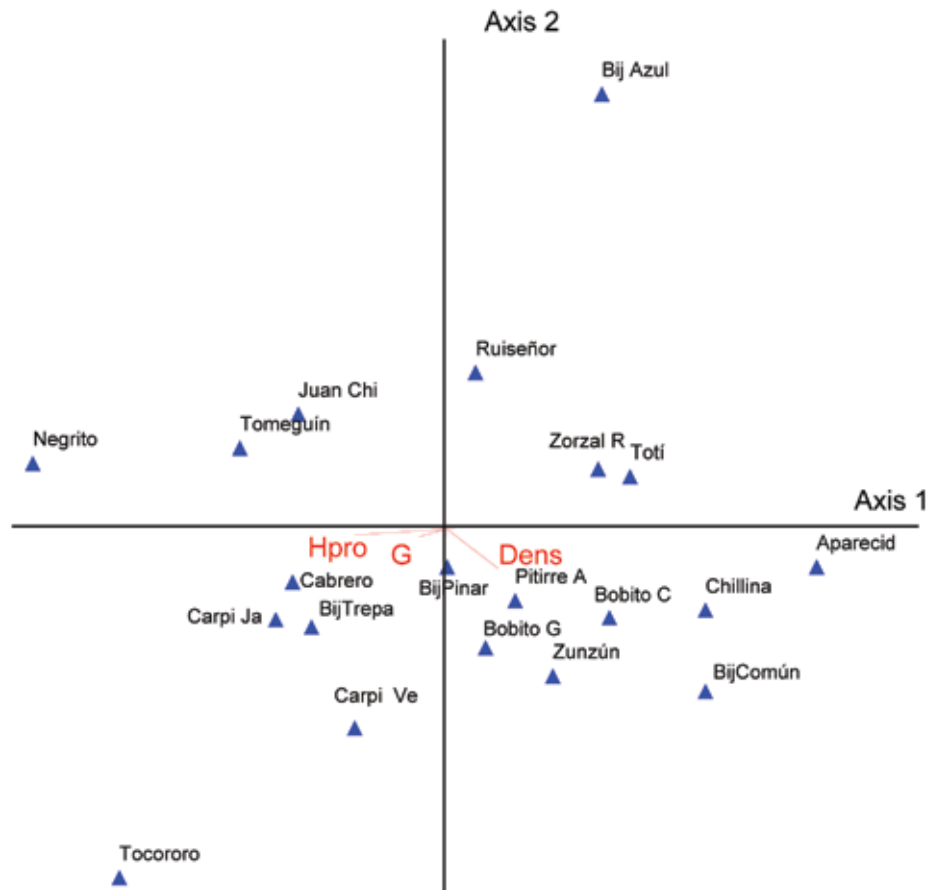


Figura 5. Representación del diagrama de ordenación de análisis de correspondencia de las especies de aves con la densidad, altura y área basal en una plantación de *Pinus caribaea* Morelet.

Figure 5. Representation of the arrangement chart of the correspondence analysis of bird species with the density, height and basal area in a *Pinus caribaea* Morelet plantation.

Conclusiones

La composición taxonómica de las comunidades de aves asociadas al área de estudio estuvo compuesta por nueve órdenes, 16 familias y 41 especies. El orden Passeriformes y la familia Parulidae fueron los mejores representados. Los gremios tróficos más abundantes fueron el insectívoro de follaje por espiguelo con 12.1% y el granívoro de suelo con un 9.7%. Las aves presentan mayor relación con la densidad y el área basal y menor con la altura promedio del arbolado.

Conclusions

The taxonomic makeup of the bird communities associated to the study area consisted of 9 orders, 16 families and 41 species. The order of Passeriformes and the Parulidae family were the best represented. The most abundant trophic guilds were foliage gleaning insectivores, with 12.1%, and ground grain eaters, with 9.7%. The birds have more relation to tree density and basal area, and less association with the average height of the trees.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento a los técnicos y directivos del Parque Nacional Viñales por su apoyo en la transportación a la zona de estudio y a la Msc. C. Yatsunaris Alonso Torrens y a la Dra. C. Alina por la ayuda en el trabajo de campo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Sael Anoi Báez Pérez: trabajo de campo, levantamiento de las parcelas y punto de conteos, monitoreo de las aves, estudio de vegetación, procesamiento de los datos y análisis de los resultados y redacción del documento; Leyanis Pintado Martínez: trabajo de campo, levantamiento de las parcelas y punto de conteos, monitoreo de las aves, estudio de vegetación y caracterización del área de estudio; Fernando Hernández Martínez: trabajo de campo, levantamiento de las parcelas y punto de conteos, monitoreo de las aves, estudio de vegetación, clasificación taxonómica de las especies de aves.

Referencias

- Acosta, C. M. y L. Mugica. 1988. Estructura de las comunidades de aves que habitan en los bosques cubanos. Universidad de La Habana. Facultad de Biología. La Habana, Cuba. pp. 9-19.
- Alonso, Y. 2009. Estructura y composición de las comunidades de aves asociadas a pinares de la EFI "Minas de Matahambre". Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. pp. 31- 53.
- Canterbury, G. E. T. E. Martin, D. R. Petit, L. J. Petit and D. F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* 14 (2): 544-558.
- Corvea, J. L., R. Novo y M. E. Palacio. 2014. Plan de Manejo del Parque Nacional Viñales. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA). Pinar del Río, Cuba. pp. 3-12.
- Cruz, A. 1988. Avian resource use in a Caribbean pine plantation. *Journal of Wildlife Management* 52: 274-279.
- García, M. E., J. De la Cruz y A. Ramos. 1989. Algunos aspectos ecológicos de la ornitofauna de "La Zolilita", Sierra de Cristal. *Garciana* 16: 1-2.
- Garrido, O. H. y A. Kirkconnell. 2011. Aves de Cuba: Guía de Campo / Field Guide to the Birds of Cuba. Spanish-Language Edition. Cornell University Press. Ithaca, NY, USA. pp. 1-3.
- González, H., A. Llanes, B. Sánchez, D. Rodríguez, E. Pérez, P. Blanco, R. Oviedo y A. Pérez. 1999. Estado de las comunidades de aves residentes y migratorias en ecosistemas cubanos en relación con el impacto provocado por los cambios globales. Programa Nacional de Cambios Globales. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba. 118 p.
- Hernández, F., G. Padrón, J. Mandeck, Y. Camero y D. Blanco. 1998. Estructura y composición de las comunidades de aves que habitan en un bosque de pinos (*Pinus caribaea* Morelet). *Ra Ximhai* 4 (2): 215-233.
- Huerta, T., V. Berovides y B. Sánchez. 1984. Comunidad de aves de las sabanas arenosas de la Isla de la Juventud. In: Memorias de la IV Conferencia Científica sobre Educación Superior. Universidad de La Habana, Cuba. pp. 457-473.
- Hutto, R. L., S. M. P. Letschet and P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count methods for nonbreeding and breeding season use. *Auk* (103): 593-602.
- Kirkconnell, A., O. H. Garrido, R. M. Posada y S. O. Cubillas. 1992. Los grupos tróficos en la avifauna cubana. *Poeyana* 435:1-21.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the technicians and managers of the Viñales National Park for their support with the transportation to the study area, and to MSc. C. Yatsunaris Alonso Torrens to Dr. C. Alina for their help with the field work.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interests.

Contribution by author

Sael Anoi Báez Pérez: field work, data collection on the plots and count points, bird monitoring, and vegetation study, data processing, analysis of the results, and drafting of the document; Leyanis Pintado Martínez: field work, data collection on the plots and count points, bird monitoring, vegetation study and characterization of the study area; Fernando Hernández Martínez: field work, data collection on the plots and count points, bird monitoring, vegetation study, and taxonomic classification of the bird species.

End of the English version

- Llanes, A., H. González, E. Pérez y B. Sánchez. 2002. Lista de las aves registradas para Cuba. Aves de Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática. UPC Print. Vaasa, Finlandia. pp. 147-155.
- López, G and M. J. Moro. 1997. Birds of Aleppo pine plantations in southeast Spain in relation to vegetation composition and structure. *Journal of Applied Ecology* 34 (5): 1257- 1272.
- Mereck, T. 2004. Estado actual de la avifauna asociada a ecosistemas de montaña de la EFI La Palma con fines de conservación. Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. pp. 37-48.
- O' Brien, J. 2005. Caribbean boats large areas of fire-dependent natural pine forest. SRS-4104 Science High Lights. Miami, FL, USA. 1 p.
- Peraza, E. y V. Berovides. 2007. Dinámica de índices ecológicos en una comunidad de aves de Pinares en la reserva florística manejada San Ubaldo-Sabanalamar. *Cubazoo* 16:25-30.
- Peraza, E. 2008. Dinámica de la abundancia, diversidad y uso de recursos, en un ensamblaje de aves de bosque de pinos con diferentes historias de manejo, en la Reserva Florística Manejada San Ubaldo Sabanalamar Pinar del Río. Tesis de Master en Ciencias. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. pp. 36-48.
- Pérez, F., Delgado F. y A. Tamarit L. 2003. Comunidades de aves de bosque semideciduo en la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 18: 25-37.
- Pérez, H. A. 2007. Ecología de las comunidades de aves de bosque semideciduo de Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes en diferentes momentos de recuperación después de un aprovechamiento forestar. Tesis en opción al título académico de Doctor en Ciencias. Universidad de Alicante. Alicante, España. pp. 46-88.
- Toledo, R. 2004. Grado de antropización y manejo forestal en relación con la diversidad y abundancia de las comunidades de aves en la cuenca del Río Cuyaguaje. Tesis de Master en Ciencias. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. pp. 39-73.
- Vicente, A. M. 1991. Algunos aspectos sinecológicos de los sistemas avifauna-vegetación. Caso de un gradiente estructural simplificado. *Orsis* 6: 167-190.
- Wunderle, J. M., Jr. 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. U. S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Gen. Tech. Rep. SO-100. New Orleans, LA, USA. 28 p.