



Aves asociadas a cultivos de arveja (*Pisum sativum* L.) en Boyacá: aportes para la transición agroecológica

Birds associated with pea crops (*Pisum sativum* L.) in Boyacá: contributions to the agroecological transition

Edwin Fernando Sanchez Rojas¹
María Alejandra Cárdenas Cárdenas²
Erika Carmenza Ramos Guarnizo³



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.15038>

RESUMEN: Los agroecosistemas son considerados lugares potenciales para la conservación de la biodiversidad, donde se realizan prácticas que vinculan a las personas en los procesos productivos con aspectos no solo técnicos y económicos, sino también sociales, biológicos y ecológicos. El objetivo de la investigación fue caracterizar la avifauna asociada al cultivo de arveja a escala de finca en el municipio de Samacá-Boyacá. Se monitoreó la presencia y abundancia de las especies durante seis años, en los meses de mayor siembra y producción con algunas restricciones por la coyuntura del Covid-19. Se registró el grupo trófico al cual pertenece cada especie y el uso que le da al cultivo. Se encontraron 1451 registros de aves pertenecientes a 13 especies distribuidas en 10 familias, la frecuencia de especies durante las 24 campañas de muestreo fue constante, la mayoría se alimentan de insectos e invertebrados pequeños, seguido por frutos y semillas, en cuanto al uso del cultivo predomina la alimentación. La interacción de las aves con el cultivo, evidencia la necesidad de la transición para emprender procesos que permitan producir arveja acorde con las características biofísicas de sus ecosistemas y dar los primeros pasos en la agricultura sustentable.

PALABRAS CLAVE: Agroecosistema; Adaptación Biológica; Biodiversidad; Crisis Ecológica, Cultivos.

ABSTRACT: Agroecosystems are considered potential places for the conservation of biodiversity, where practices are carried out that link people in production processes with aspects that are not only technical and economic, but also social, biological and ecological. The objective of the research was to characterize the avifauna associated with pea cultivation on a farm scale in the municipality of Samacá-Boyacá. The presence and abundance of the species was monitored for six years, in the months of greatest planting and production with some restrictions due to the situation of Covid-19. The trophic group to which each species belongs and the use it gives to the crop were recorded. 1451 records of birds belonging to 13 species distributed in 10 families were found, the frequency of species during the 24 sampling campaigns was constant, most feed on insects and small invertebrates, followed by fruits and seeds, in terms of the use of the crop food predominates. The interaction of birds with the crop evidences the need for the transition to undertake processes that allow peas to be produced in accordance with the biophysical characteristics of their ecosystems and to take the first steps in sustainable agriculture.

KEY WORDS: Agroecosystem; Biodiversity; Biological Adaptation; Crops; Ecological Crisis.

FECHA DE RADICACIÓN: 19 de septiembre de 2022 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 02 de noviembre de 2022

COMO CITAR: Sanchez Rojas, E. F., Cardenas Cardenas, M. A., & Ramos Guarnizo, E. C. Aves asociadas a cultivos de arveja (*Pisum sativum* L.) en Boyacá: aportes para la transición agroecológica. *Ciencia y Agricultura*, 19(3): 73-86. <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.15038>

1 Biól, Est. Maestría en Desarrollo Rural, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia, edwinfernando.sanchez@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5355-9065>

2 Biól, Est. Maestría en Desarrollo Rural, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Ecología de Bosques Andinos Colombianos EBAC-UPTC, Colombia, maria.cardenas02@uptc.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6061-398X>

3 Ing. Agr., Est. Maestría en Desarrollo Rural, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia, erikacarmenza.ramos@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0995-0793>

INTRODUCCIÓN

El aumento de las problemáticas derivadas del uso indiscriminado de la biodiversidad y de los componentes de la tierra, ha hecho que se busquen paradigmas alternativos al crecimiento económico, que permitan alcanzar metas no solo a nivel económico sino también ecológico (Gudynas, 2020). Por su parte la sustentabilidad surge como forma de pensamiento y estado de condición del sistema ambiental, que busca reducir los procesos de degradación del sistema en escenarios presentes o futuros, en el momento de producción, renovación y movilización de los componentes de la naturaleza (Achkar et al., 2005); igualmente, se concibe la sustentabilidad como la integración de las dimensiones social, económica, ambiental y político-institucional como forma de interpretar la realidad y permitir el desarrollo de la vida en la tierra (Zarta, 2018).

La agroecología como paradigma de la agricultura, analiza y aplica los conceptos de la ecología en el manejo y diseño de los sistemas alimentarios (Gliessman et al., 2007). Opera desde el ámbito científico, práctico y como movimiento social; analiza las propiedades emergentes de resiliencia socio-ecológica, productividad y equidad (Tonolli et al., 2019). Sin embargo, el logro de la agroecología depende de complejos procesos de transición, que surgen como iniciativa colectiva e individual en distintas escalas (finca, comunidad, territorio), sobre las cuales inciden factores culturales, económicos, sociales, ecológicos e institucionales (González et al., 2021), de igual forma, estos procesos son construcciones a futuro que implican resiliencia a efectos no deseables (Marasas et al., 2017), muchos de ellos provenientes de las relaciones de poder establecidas entre los sujetos, entre la sociedad y el ambiente (González et al., 2021).

La arveja es una planta herbácea anual perteneciente a la familia Leguminosae (World Flora Online [WFO], 2022), se ha cultivado ampliamente durante miles de años comenzando en Asia menor y desde allí se ha dispersado por acción antrópica a distintas partes del mundo (Ligarreto et al., 2012); es una especie polimórfica de atractivo científico y comercial por sus frutos y semillas comestibles, los cuales forman parte de la dieta de humanos y animales domésticos (Bernardi, 2017; citado por Galindo, 2020). En Colombia según el Censo Nacional Agropecuario los departamentos de Nariño, Boyacá, Tolima, Cundinamarca y Antioquia se destacan como los principales productores de arveja (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016). La duración de la cosecha para las altitudes entre los 2200 y los 3000 m.s.n.m., oscila entre los 115 y los 145 días para cultivo en fresco y hasta 160 días para cultivo en seco (Sánchez y Mosquera, 2006). Las plantas de arvejas son de porte bajo, requieren para su cultivo una excelente preparación del suelo y lluvias muy regulares especialmente en los estadios del desarrollo: siembra, floración y formación-maduración de las vainas (Suasnabar et al., 2021). En algunas regiones se realiza la instalación de sistemas de tutorado

consistentes en postes de madera con extensiones de guaya o alambre donde se desarrolla la planta (Galindo, 2020). Como cultivo de rotación aumenta la disponibilidad de nitrógeno en el suelo contribuyendo a la fijación de gases de efecto invernadero (MacWilliam et al., 2018).

Las aves hacen parte de los taxones con más estudios en el mundo (Leyequien y Toledo, 2009). A Colombia, por sus características geofísicas y de formaciones vegetales le han otorgado el título del país con mayor diversidad de aves en el mundo (Ayerbe, 2018) las aves cumplen funciones en los agroecosistemas que van desde el control de algunas especies plaga de cultivos (Karp et al., 2014); hasta la percepción subjetiva y composición paisajística como elementos bióticos trascendentales para el disfrute de un ecosistema (Pejchar et al., 2018). Estudios regionales muestran la importancia de las aves para el crecimiento económico territorial, la construcción de identidad y los servicios ecosistémicos que se derivan de su interacción con los agroecosistemas (Ramos et al., 2020).

A pesar de la capacidad de interacción entre las especies de aves y los socioecosistemas; muchas de las actividades antrópicas han reducido el tamaño de los hábitats, lo cual incide directamente sobre el tamaño poblacional de las especies de aves (Renjifo et al., 2013). El presente estudio busca reconocer los agroecosistemas, específicamente el sistema productivo de arveja en el altiplano cundiboyacense; como espacios potenciales para la conservación de las especies de aves. Requiere de etapas preliminares de caracterización de la avifauna, seguido de procesos de sensibilización y construcción colectiva de objetivos comunes entre la conservación y la producción sustentable de alimentos. Lo anterior es un proceso de ciencia participativa con enfoque diferencial, que, en conjunto con las comunidades campesinas, surge como la oportunidad de compartir experiencias sobre adaptación al cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las veredas Guantoque, Páramo Centro, Gacal y Tibaquirá del municipio de Samacá, en el departamento de Boyacá (Colombia); se ubican en el margen izquierdo de la cordillera oriental colombiana (5°29'31"N 73°29'12"O) y se extienden desde los 2700 hasta los 4000 m.s.n.m., con matrices agropecuarias combinadas con formaciones vegetales de páramo andino (pp- A), Bosque húmedo montano bajo (bh-MB), Bosque seco Montano bajo (bs-MB) y Bosque húmedo montano (bh-M). Posee clima frío la mayor parte del año, la temperatura fluctúa entre los 12° y los 14°C promedio (Alcaldía de Samacá, 2015).

En ocasiones se presentan heladas y escarchas. La humedad relativa es variable y de carácter estacional, con régimen de distribución de lluvias bimodal, aproximadamente cada periodo tiene una duración de tres meses, el promedio mensual de precipitaciones oscila entre los 0.2mm en el mes de enero y un valor máximo de 190.4 mm en los meses de octubre y noviembre (Alcaldía de samacá, 2015).

Metodología

Para la recolección de información en campo se realizaron campañas de muestreo desde el año 2016 hasta el año 2022 durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero; que por sus características climáticas promedio y las tradiciones de siembra permiten el desarrollo de cultivos de arveja en el territorio. En los años 2020 y 2021 no se obtuvo datos completos debido a las restricciones implementadas por la coyuntura del Covid-19. En cada campaña se realizaron transectos en franja, con longitud de 1000 m que incluyeron observaciones desde las 5:00 hasta las 10:00 horas y desde las 15:00 hasta las 19:00 horas (Ralph, 1997); esto equivale a un esfuerzo de muestreo de 9 horas/mes, para un total de 216 horas de recorrido.

Con ayuda de Binoculares, cámara fotográfica, guías de campo y aplicaciones digitales se identificó la composición de especies de aves (Villareal et al., 2004). Se siguió la lista estandarizada de Clements versión 2019, proporcionada en el aplicativo *Merlin* de eBird. Durante las observaciones se realizaron recorridos en transecto lineal, conteo por puntos desde las carreteras inter-veredales, teniendo en cuenta registros por encuentro visual o auditivo (Ralph, 1997). En cada trayecto se registró la abundancia de las aves en el cultivo; la alimentación, tipos de sustrato alimenticio, maniobras de forrajeo, acicalamiento y se complementó con búsqueda de nidos y sitios para el descanso nocturno (Villareal et al., 2004).

Para la clasificación de grupos tróficos se utilizó la metodología propuesta por Stiles y Rosselli (1998) y Córdoba (2016); los registros de alimentación obtenidos en campo se complementaron con consultas en bases de datos de registros biológicos en los cuales se describen las dietas principales y secundarias. Teniendo en cuenta que algunas especies no son estrictamente dependientes de una sola fuente de alimento, la clasificación propuesta permite identificar los grupos que utilizan recursos alimenticios comunes: Insectos e invertebrados pequeños (IP); Insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños (IV); Vertebrados grandes (V); Carroña (C); Peces (P); Frutos (F); Semillas (S); Vegetación acuática (VEG); Néctar (N).

Analisis de datos

La información recolectada en campo se analizó usando el programa R versión 3.6.3 (R Team, 2019) con el paquete ggplot2 y dplyr versión 3.3.2 (Wickham et al., 2016) para realizar las salidas gráficas. Se elaboró curva de acumulación de especies con el software EstimateS (Colwell y Elsensohn, 2014), seleccionando dos estimadores: Chao 1, debido a que tiene en cuenta la distribución de las especies entre los años y se recomienda para muestras pequeñas (Moreno, 2001) y Chao 2 con registros de incidencia para predecir si hay una especie más por encontrar.

En el mismo software, de acuerdo al número de especies y el número de individuos de aves que se encontraron en los cultivos se calculó la diversidad alfa, con algunos índices como: Margalef, Fisher_alpha (Kuhn et al., 2020), Simpson_1-D y Shannon_H. Este último se expresa en *nats* (Tuomisto, 2010a), por tanto, se realizó la transformación para tener una interpretación unificada de la diversidad mediante los números efectivos de especies (Rizo, 2018).

Para identificar diferencias significativas entre los años y meses de muestreo se realizó un análisis de varianza ANOVA de un factor, en el programa R Studio con ayuda del paquete WRS2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 24 muestreos según el estimador Chao 1 para las especies esperadas en la investigación la representatividad estuvo en el margen de 95,8 % (Figura 1); la asíntota marcada coincide con el número de taxones acumulados en cada campaña de muestreo. La probabilidad de registrar una nueva especie asociada al cultivo es reducida, sin embargo, si se realiza el muestreo en otros meses del año en los cuales se presenten fenómenos de migración latitudinal se incrementa esta probabilidad (Ralph, 1997). El análisis de varianza mostró que el número de taxones no tuvo diferencias significativas entre los años de muestreo (Fisher= 0.416; GL= 5; valor crítico para $F= 2.341$; $p=0.05$); de igual forma, los datos analizados entre los meses de muestreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas (Fisher= 1.665; GL= 4; valor crítico para $F= 2.525$; $p=0.05$). Esto permite inferir que la frecuencia de especies de aves se mantiene constante en los meses de estudio, lo cual coincide con la mayor producción de arveja en las fincas estudiadas en el municipio de Samacá.

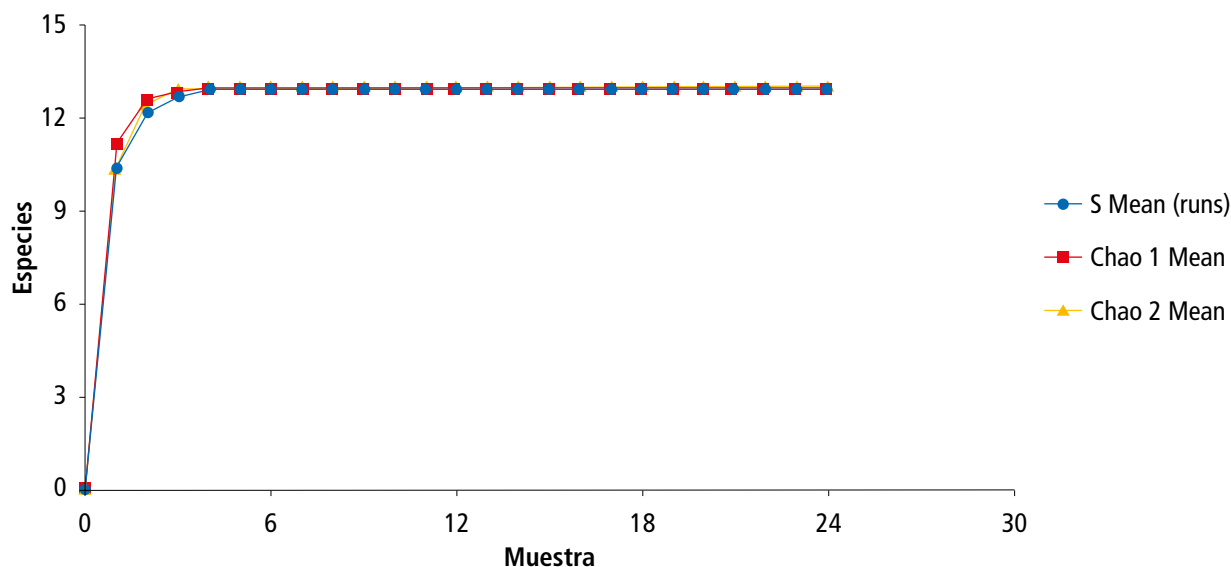


FIGURA 1. Curva de acumulación de especies.

La riqueza de especies de aves se estimó con el índice de Margalef, el resultado fue similar en los años de muestreo, sin embargo, en el año 2022 no se reportó la presencia de *D. lafresnayii* y *M. gilvus*; disminuyendo la diversidad. El valor más alto se registró en el 2017 con 2,91 una medida considerable para un ecosistema transformado. En el año 2020 y 2022 se encontró mayor número de individuos para una sola especie. (Tabla 1.) Se encontró baja dominancia, principalmente porque las aves son el grupo filogenéticamente más diverso entre los vertebrados (Navarro-Sigüenza et al., 2014). A través del tiempo muchas especies han logrado adaptarse a ecosistemas modificados por el ser humano. En todos los años de monitoreo la diversidad efectiva fue similar, sin embargo, la más alta se presentó en el año 2018 con 10 especies aproximadamente y el año que evidencio menor diversidad fue el 2022 con 7,6 especies.

TABLA 1. Índices de diversidad alfa para diferentes años de muestreo.

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2022
N° de especies	12	12	13	13	12	11
Individuos	49	56	62	60	88	67
Margalef	2,83	2,73	2,91	2,93	2,46	2,38
Fisher_alpha	5,07	4,69	5,01	5,11	3,75	3,74
Simpson_1-D	0,83	0,86	0,87	0,85	0,84	0,81
Shannon_H	2,15	2,23	2,29	2,23	2,12	2,03
N° efectivo de especies Exp. Shannon	8,6	9,3	9,9	9,3	8,3	7,6

Se registraron en el estudio 1451 registros de aves correspondientes a 13 asociadas a cultivos de arveja. Agrupadas en tres órdenes; el más diverso (especies) fue Passeriformes. Los individuos se distribuyeron en 10 familias, Thraupidae, Icteridae y Fringillidae registraron dos especies, las demás estuvieron representadas por una especie cada una.

TABLA 2. Especies asociadas a cultivos de arveja en las veredas Guantoque, Páramo Centro, Gacal y Tibaquirá del municipio de Samacá, Boyacá-Colombia.

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre Común
Passeriformes	Thraupidae	Diglossa	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflores Negro
			<i>Diglossa lafresnayii</i>	Pinchaflores Satinado
	Icteridae	Sturnella	<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo, Jaquero
			Icterus	<i>Icterus chrysater</i>
	Tyrannidae	Mecocerculus	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Tiranuelo Gorgiblanco
	Mimidae	Mimus	<i>Mimus gilvus</i>	Mirla llanera, sinsonte común
	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus aureoventris</i>	Alverjero, Picogruoso Dorsinegro
	Fringillidae	Spinus	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Menor
			<i>Spinus spinescens</i>	Jilguero Andino
Turdidae	Turdus	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Grande, Mirla común	
Passerellidae	Zonotrichia	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copeton	
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida auriculata</i>	Paloma, torcaza
Caprimulgiformes	Trochilidae	Lesbia	<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí Colilargo Mayor

La especie más abundante fue *Z. auriculata* con el 31,49% del total de individuos (Figura 2). Durante el desarrollo vegetativo de la planta es común observarla en parejas o solitaria; en los estadios de finalización del cultivo se observaron bandadas de 10 a 15 individuos forrajeando sobre las plantas en estado de senescencia o sobre el suelo. Estudios realizados en cultivos de quinua y sorgo, le atribuyen a esta especie pérdidas económicas debido a su alta tasa reproductiva, sus hábitos alimenticios compuestos principalmente por semillas y alta frecuencia de forrajeo (Cheschini y de Melo, 2012; Carpio et al., 2016).

La especie *T. fuscater* obtuvo un 14,7% de los registros, los cuales en su mayoría corresponden a avistamientos individuales en etapas de floración y fructificación; el comportamiento generalista le permite adaptarse a zonas abiertas, en las cuales encuentra frutos, semillas, vertebrados pequeños; insectos, arañas y nidos de aves pequeñas (Palacio, 2013). Se ha reportado como plaga en cultivos de maíz en otras zonas de Boyacá (Montes et al., 2017), lo que evidencia su adaptabilidad biológica a zonas transformadas y el aprovechamiento de los recursos emergentes.

El copetón común *Z. capensis* obtuvo el 14,33% de los registros y fue una de las especies más frecuentes en el estudio, se observaron en casi todos

los estadios del cultivo, solitario o en parejas; forrajeando insectos o transportando substratos del cultivo para la construcción de nidos. Es una especie conspicua y muy adaptada a ecosistemas transformados (Arango, 2013); sin embargo, en cultivos de quinua su presencia afecta considerablemente la producción (Loza-Del Carpio et al., 2016).

A pesar de que la arveja es completamente autógama, no requiere de polinizadores y su morfología floral presenta atributos de entomofilia que facilitan la visita de insectos (García Ninabanda, 2019); se registraron aves visitantes florales como *D. lafresnayii*, *D. humeralis* y *L. victoriae*; que forrajean en el cultivo para obtener néctar, el cual les sirve como alimento de alta capacidad energética (Stiles, 1978). Estudios previos encontraron que tanto las visitas legítimas como la perforación en la base de la corola para obtener el néctar, no generan cambios en la producción del cultivo de arveja (Sanchez-Rojas, 2016).

El chirlobirlo (*S. magna*) es una especie muy adaptada a espacios abiertos con presencia de pastos y zonas de cultivo (Arango, 2014); durante la observación se registró forrajeando en parejas sobre la parte basal de la planta en etapas de fructificación, son más frecuentes los encuentros en etapas de preparación del terreno para la siembra y en la senescencia foliar. Por su parte *I. chrysater* solo se observó en un 2%, solitario o algunas veces en pareja, realizaba visitas al cultivo para forrajear insectos en tiempos muy cortos. Es posible que la poca frecuencia de avistamientos esté ligada a la ausencia de árboles o a la falta de conectividad entre parches de bosque nativo donde perchan frecuentemente.

A juicio de algunos campesinos el alverjero o picogordo pechinegro *P. aureoventris* es responsable de la aparición de vainas picoteadas y el consumo de granos de arveja en fresco que se traducen en pérdidas sobre el cultivo. La morfología del pico, las preferencias alimenticias centradas en frutos y semillas (Arango, 2014), sumado a las características blandas de las vainas de arveja, hacen que esta especie tenga especial atención en los procesos de manejo de la fauna en el cultivo. Se encontró en un 4,75% del total de registros y la frecuencia de encuentros visuales coincidió con cultivos en etapas de fructificación.

Especies como *S. psaltria* y *S. spinescens*, se encontraron en parejas o formando bandadas, se observan en las cuerdas del tutorado, no forrajean directamente sobre la arveja, sin embargo, la utilizan como soporte para alimentarse de arvenses que crecen en el cultivo. A pesar de su dieta generalista, el sinsonte común *M. gilvus* fue la especie con menores registros durante las campañas de muestreo, se observó perchada en los postes del sistema de tutorado y algunas veces buscando alimento dentro del cultivo.

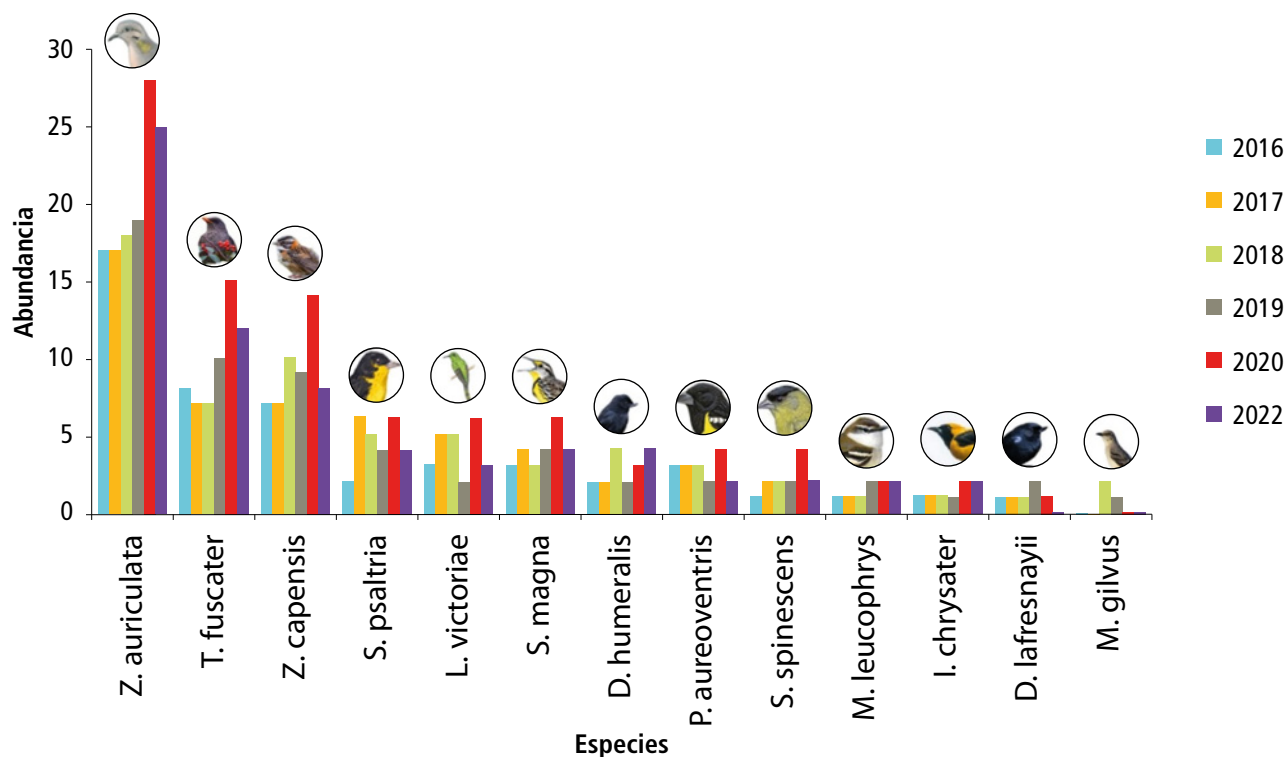


FIGURA 2. Riqueza de especies asociadas al cultivo de arveja en el municipio de Samacá-Boyacá, por año de muestreo.

La arveja se convierte en un recurso importante para las poblaciones de aves, principalmente porque las plantas desarrollan tallo y cuerpo vegetativo con rapidez. La primera floración aparece entre los 40 a 50 días después de la germinación; alcanza una masa floral compuesta por dos o tres flores por racimo y los tiempos de cultivo no superan los 140 días (Galindo, 2020). El mantenimiento constante de cultivos en el municipio durante el último siglo ha propiciado el establecimiento de relaciones entre aves y el sistema de producción de arveja; este proceso describe los fenómenos de adaptación (ajuste) de las poblaciones a los cambios ambientales (Begon et al., 1999) y la reorganización de las especies en función de los recursos disponibles en ecosistemas heterogéneos (De la Parra-Martínez et al., 2016).

La disponibilidad de alimento y espacios para nidación son factores que inciden en el establecimiento de especies de aves (De la Parra-Martínez et al., 2016); las observaciones muestran que todas las especies utilizan el cultivo para alimentación (Figura 3B); en gran medida por la abundante floración que atrae aves nectarívoras e insectos que buscan recompensa energética y son fácilmente depredados. Asimismo, la disponibilidad de frutos y semillas atrae distintas especies que por la pérdida de la cobertura vegetal han encontrado en este cultivo un hábitat alternativo.

Se ha evidenciado que, en matrices heterogéneas compuestas por vegetación nativa con áreas de producción agrícola, los parches o corredores de bosque

cumplen funciones de soporte, alimentación, nidación y barreras físicas que impiden que las especies de aves lleguen hasta los cultivos a generar daños (Cheschini y de Melo, 2012). En las áreas donde se realizó el estudio la matriz boscosa está transformada y reducida, lo que explica la permanencia de las poblaciones de aves realizando actividades de acicalamiento, cortejo-apareamiento y como sitios de percha (Figura 3A).

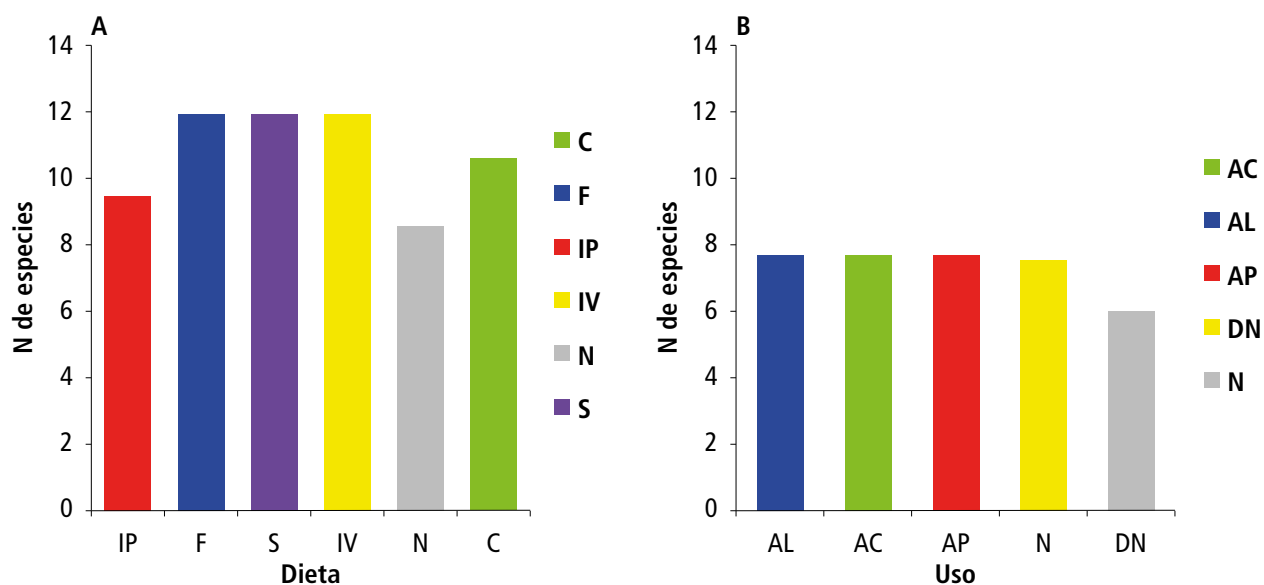


FIGURA 3. A. Dieta de las especies de aves registradas. Donde (IP) Insectos e invertebrados pequeños, (F) frutos, (S) semillas, (IV) Insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños, (N) néctar, (C) carroña. **B.** Usos del cultivo: (AL) alimentación, (AC) acicalamiento, (AP) apareamiento, (N) nidación, (DP) descanso nocturno.

En el caso de la arveja, las interacciones observadas ponen de manifiesto la necesidad de revisar el enfoque del modelo productivo, debido a la alta probabilidad de que las poblaciones de aves además de utilizar el cultivo como soporte o alimentación pueden entrar en contacto con pesticidas; los cuales, causan daños a nivel de órganos, tejidos o comportamiento en animales silvestres (Pérez-Vazquez y Landeros-Sánchez, 2009).

CONCLUSIONES

Las poblaciones de aves han encontrado en el cultivo de arveja recursos para alimentación, espacios de percha y nidación que les permiten asegurar crecimiento corporal y éxito reproductivo. A pesar de ser un cultivo de origen mediterráneo, sus características biológicas admiten interactuar con la avifauna, que en muchos casos se considera plaga de cultivo.

A pesar que la gran mayoría de especies observadas son de hábitos generalistas, se propone el establecimiento de cultivos de arveja, acompañados de otras especies vegetales que son igualmente atractivas; que bajo un arreglo

de finca adecuado permite sostener las poblaciones de aves y disminuir la probabilidad de sobreutilización del cultivo; que en muchos casos conduce a pérdidas económicas.

La transición hacia prácticas agroecológicas debe reconocer las problemáticas comunes asociadas a la insostenibilidad del modelo convencional en la agricultura campesina; debe integrar procesos que construyan un camino hacia la resiliencia socio-ecosistémica y buscar la creación de instituciones impulsadas por la acción colectiva que brinden garantías de permanencia a estas iniciativas.

Agradecimientos

Los autores exaltan la colaboración de las comunidades campesinas del municipio de Samacá (Boyacá); el apoyo y la asesoría académica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Uptc.

REFERENCIAS

- Achkar, M., Cantón, V., Cayssials Brissolèse, R. L., Domínguez, A., Fernández, G., y Pesce, F. (2005). Ordenamiento ambiental del territorio. En Área Científico Tecnológica; Udelar. CSEP. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/20227>
- Alcaldía de samacá. (2015). Esquema de ordenamiento territorial 2015-2027. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/9957>
- Arango, C. (2013). Wiki Aves de Colombia Universidad ICESI. Copetón Común (*Zonotrichia capensis*). http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1183
- Arango, C. (2014). Wiki Aves de Colombia Universidad ICESI. Picogordo Pechinegro (*Pheucticus aureoventris*). https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Picogordo+Pechinegro++Pheucticus+aureoventris
- Ayerbe, F. (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana (WCS (ed.); Primera Ed). Panamericana Formas e Impresos S. A, Bogota, Colombia. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/producto/guia-ilustrada-de-la-avifauna-colombiana-2da-edicion-en-espanol/>
- Begon, M., Harper, J. L., y Townsend, C. R. (1999). Ecología. En Omega. <http://www.ediciones-omega.es/ecologia/48-ecologia-978-84-282-1152-9.html>
- Bernardi, L. (2017). Perfil de las arvejas (*Pisum sativum*). http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/%0Aareas/regionales/_archivos/000030_Informes/000040_Legumbres/000012_Perfil%2520de%250A20las%2520Arvejas%2520-%25202017.pdf
- Carpio, L.-D., Clavitea, J., y Delgado, P. (2016). Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano Peruano. *Bioagro*, 28(3), 139–150.
- Cheschini, J., y de Melo, C. (2012). Daños causados por las aves en sorgo (*Sorghum bicolor*) en Brasil central. *Bioagro*, 24(1), 33–38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85723518005>

- Colwell, R. K., y Elsensohn, J. E. (2014). EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6), 609–613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>
- Córdoba-Córdoba, S. (2016). Aves en páramos de Colombia: características ecológicas de acuerdo a grupos de dieta y peso corporal. *Biota Colombiana*, 17. <https://doi.org/10.21068/C2016v17s02a05>
- DANE. (2016). Censo Nacional Agropecuario. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- De la Parra-Martínez, S., De Labra-Hernández, M., y Renton, K. (2016). Requerimientos ecológicos en las aves: un enfoque en psitácidos. *Tópicos sobre Ciencias Biológicas* (33-60). Universidad de Guadalajara.
- Galindo, J. (2020). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca (C. Tecnológico & C.-2 Agroindustrial (eds.)). http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/Manuales/12-manual-arveja-verde-2020-EBOOK.pdf
- García Ninabanda, J. R. (2019). Rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Televisión por acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores.
- Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., y Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Revista Ecosistemas*, 16(1). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>
- González, M., Petersen, P., Garrido, F., y Caporal, F. (2021). Introducción a la agroecología política (CLACSO (ed.); 1a ed.). CLACSO. <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/01/Introduccion-agroecologia.pdf>
- Gudynas, E. (2020). El pegajoso mito del crecimiento económico y la crítica al desarrollo. *Revista nuestraAmérica*, 8(16). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551964326005>
- Karp, D. S., Judson, S., Daily, G. C., y Hadly, E. A. (2014). Molecular diagnosis of bird-mediated pest consumption in tropical farmland. *SpringerPlus*, 3(1), 630. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-630>
- Kuhn, M., Wing, J., Weston, S., Williams, A., Keefer, C., Engelhardt, A., Cooper, T., Mayer, Z., Kenkel, B., y Team, R. C. (2020). Package ‘caret’. *The R Journal*, 223, 7.
- Leyequien, E., y Toledo, V. M. (2009). Floras y aves de cafetales: Ensamblajes de biodiversidad en paisajes humanizados. *Biodiversitas*, 83, 7–10. <https://edepot.wur.nl/139361>
- Ligarreto, G. A., Zapata, M. J., Pinto, F., Flórez, R., Bojacá, C., Fuentes, L., Niño, N., Fuentes, L. S., Gil, R., Jiménez, J., y Zamudio, A. (2012). Manual para el cultivo de hortalizas. Produmedios. [https://books.google.com.co/books?id=VJfGDwAAQ-BAJ&pg=PA436&lpg=PA436&dq=Ligarreto,+G.+A.+\(2002\).+El+cultivo+de+arveja:+manejo+agronómico.+En+Primer+seminario+talles+del+cultivo+de+la+arveja+%5BBoletín+divulgativo%5D+\(pp.+13-20\).+Bogotá,+Colombia:+Bayer+Cr](https://books.google.com.co/books?id=VJfGDwAAQ-BAJ&pg=PA436&lpg=PA436&dq=Ligarreto,+G.+A.+(2002).+El+cultivo+de+arveja:+manejo+agronómico.+En+Primer+seminario+talles+del+cultivo+de+la+arveja+%5BBoletín+divulgativo%5D+(pp.+13-20).+Bogotá,+Colombia:+Bayer+Cr)
- Loza-Del Carpio, A., Clavitea, J., y Delgado, P. (2016). Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*)

- willd.) En el altiplano peruano. *Bioagro*, 28(3), 139–150. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85749314001>
- MacWilliam, S., Parker, D., Marinangeli, C., y Trémorin, D. (2018). A meta-analysis approach to examining the greenhouse gas implications of including dry peas (*Pisum sativum* L.) and lentils (*Lens culinaris* M.) in crop rotations in western Canada. *Agricultural Systems*, 166, 101–110. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.07.016>
- Marasas, M., Blandi, M. L., Dubrovsky Berenzstein, N., y Fernández, V. (2017). Transición agroecológica: características, criterios y estrategias. Dos casos emblemáticos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agroecología*, 10(1 SE-Artículos), 49–60. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300731>
- Montes-Pérez, R. C., González-Valderrama, D. M., Castillo-López, I. F., y Rodríguez-Africano, P. E. (2017). Fauna silvestre que afecta los cultivos en Boyacá y control del daño a cultivos de maíz. *Ciencia y Agricultura*, 14(1), 75–84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560062845008>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir diversidad. M&T Manuales y Tesis. SEA. I, 84. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Navarro-sigüenza, A. G., Rebón-gallardo, M. F., Gordillo-martínez, A., Townsend, A., y Sánchez-gonzález, H. B. L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México Biodiversity of birds in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 476–495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Palacio, R. D. . (2013). Wiki Aves de Colombia Universidad ICESI. Mirla Común (*Turdus fuscater*). http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Mirla+Común&no_bl=y
- Pejchar, L., Clough, Y., Ekroos, J., Nicholas, K. A., Olsson, O., Ram, D., Tschumi, M., y Smith, H. G. (2018). Net Effects of Birds in Agroecosystems. *BioScience*, 68(11), 896–904. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy104>
- Pérez-Vazquez, A., y Landeros-Sánchez, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos* ISSN 0187-9073, 16, 19–25. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002139.pdf>
- Ralph, C. J. (1997). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres (Vol. 159). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://doi.org/https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>.
- Ramos, C., Sara.F., B.-C., Cuenca-Gallo, N., Cuta Pineda, A., Espinosa-Blanco, A., Higuera-Blanco, A., Iguá, J., Pulido Herrera, K. L., Ruiz-Barajas, C., y Vega Cabra, S. (2020). Aves asociadas a cafetales en el Valle de Tenza: Panorama y recomendaciones para asegurar la prestación de servicios ecosistémicos brindados por las aves.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Tibatá, J. V., Villarreal, Á. M. A., Kattan, G. H., Espine, J. D. A., y Girón, J. B. (2013). Libro rojo de aves de Colombia: Vol 1. Bosques húmedos de los Andes y Costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/707-libro-rojoaves1>
- Rizo, J. L. F. (2018). Entre Diversidades Ecológicas. Instituto de Ecología y Sistemática. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2913718#.Y22Wy24fWws.mendeley>

- Sanchez-Rojas, E. (2016). Robo de néctar en cultivos de arveja (*Pisum sativum*) (LEGUMINOSAE) en el municipio de Samacá (BOYACÁ). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Sánchez, E. A., y Mosquera, T. (2006). Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad 'Santa Isabel'. *Agronomía Colombiana*, 24(1), 17–27. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20004>
- Stiles, F. G. (1978). Ecological and Evolutionary Implications of Bird Pollination. *American Zoologist*, 18(4), 715–727. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.715>
- Stiles, F. G., y Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 29–43. <http://www.jstor.org/stable/23641270>
- Suasnabar, C., Marmolejo, D., Torres, G., Munive, R. V., Valverde, A. A., y Gamarra, G. (2021). Cultivo de Arveja. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7485>
- Team, R. C. (2019). 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria: Available at: <https://www.R-project.org/>. [Google Scholar].
- Tonolli, A., Sarandón, S., y Greco, S. (2019). Algunos aspectos emergentes y de importancia para la construcción del enfoque agroecológico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), 206–212. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCFA/article/view/2432>
- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography* 33:2–22.
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M., y Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>
- WFO. (2022). World Flora Online. *Pisum sativum* L. <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000212718>
- Wickham, H., Chang, W., y Wickham, M. H. (2016). Package 'ggplot2'. Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. Version, 2(1), 1–189.
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, 28, 409–423.