



Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2022; 12:1-17. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.7>  
Artigo Original. Recebido:17/06/2021. Aceito:01/02/2022. Publicado: 11/04/2022. Chave: e2021-39.  
<https://www.youtube.com/watch?v=1mUQPfbhAN0&t=55s>

## Ecologia trófica de aves insetívoras em sistemas agroflorestais e Floresta Mesófila de Montanha

Trophic ecology of insectivorous guild in agroforestry systems and Mountain Mesophilic Forest

Romero-Díaz Claudio<sup>1ID</sup>, Ugalde-Lezama Saúl<sup>1ID\*</sup>, Valdez-Hernández Juan<sup>2ID</sup>,  
Tarango-Arámbula Luis<sup>3ID</sup>, Olmos-Oropeza Genaro<sup>3ID</sup>, García-Núñez Rosa<sup>4ID</sup>

<sup>1</sup>Doctorado en Ciencias en Agricultura Multifuncional para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, CP 56230, Texcoco, México. <sup>2</sup>Departamento de silvicultura, posgrado en ciencias forestales. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, CP 56230, Texcoco, México. <sup>3</sup>Maestría en Ciencias en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Colegio de posgraduados campus San Luis Potosí; Salinas de Hidalgo, CP 78622, San Luis Potosí, México. <sup>4</sup>Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, CP 56230, Texcoco, México. \*Autor para correspondência: Ugalde-Lezama Saúl. Doctorado en Ciencias en Agricultura Multifuncional para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, CP 56230, Texcoco, México. [favia\\_rd@hotmail.com](mailto:favia_rd@hotmail.com), [biologo\\_ugalde@hotmail.com](mailto:biologo_ugalde@hotmail.com), [ignaciov@colpos.mx](mailto:ignaciov@colpos.mx), [ltarango@colpos.mx](mailto:ltarango@colpos.mx), [olmosg@colpos.mx](mailto:olmosg@colpos.mx), [blondynunez@gmail.com](mailto:blondynunez@gmail.com)

### RESUMO

O objetivo deste estudo era determinar a dieta das aves insetívoras, analisando excrementos e coletando insetos. De agosto de 2018 a janeiro de 2019, aplicamos busca-intensiva, agitação de ramos cortados, rede de malhas, análise fecal e identificação de insetos. A riqueza (Jackknife1), similaridade (Jaccard) e diversidade (Shannon-Wiener) foram determinadas. Kruskal-Wallis,  $X^2$ , análise de regressão de poisson (ARP) e correspondência canônica (ACC) foram aplicadas. Jackknife1 mostra uma média de 39 famílias. Jaccard mostra uma semelhança de 19,88 %. Shannon-Wiener mostra uma diversidade de  $H' = 3,09$ . Kruskal-Wallis mostra diferenças em riqueza (0,0423\*) e diversidade (0,0148\*). O teste  $X^2$  mostra que a riqueza das famílias de insetos teoricamente presentes não foi registrada ( $P < 0,05$ ). PRAs mostram que seis pedidos, duas famílias, dois tipos de insetos (cortar e agitar); um pedido, uma família e um item (fezes) têm um efeito sobre a abundância das aves. As ACCs mostram a formação de sete (corte e sacudida) e seis (fezes) grupos que mostram relações entre as aves e as ordens, famílias, tipos de insetos e itens registrados. A simpatia trófica é exibida em algumas das aves registradas, favorecendo o controle biológico de pragas e insetos parasitas.

**Palabras clave:** avifauna, correspondencia-canônica, control-biológico, excretas, insectos-plaga.

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the diet of the insectivorous bird guild through excreta and insect collection analysis. From August 2018 to January 2019, search-intensive, branch cutting-shaking, mist-netting, scat analysis and insect identification were applied. Richness (Jackknife1), similarity (Jaccard) and diversity (Shannon-Wiener) were determined. Kruskal-Wallis,  $X^2$ , Poisson regression analysis (PRA) and canonical correspondence (CCA) were applied. Jackknife1 shows a mean of 39 families. Jaccard shows a similarity of 19.88 %. Shannon-Wiener shows a diversity of  $H' = 3.09$ . Kruskal-Wallis shows differences in richness (0.0423\*) and diversity (0.0148\*). The  $X^2$  test shows that the richness of insect families theoretically present was not recorded ( $P < 0.05$ ). PRAs show that six orders, two families, two insect types (cut and shake); one order, one family and one item (feces) have an effect on bird abundance. The CCAs show the conformation of seven (cutting and shaking) and six (feces) groups that show relationships between birds and the orders, families, insect type and items recorded. Trophic sympatry is exhibited in some of birds recorded, enhancing pest biological control and parasitic insects.

**Keywords:** avifauna, canonical-correspondence, biologic control, bird droppings, insects-pest.



## INTRODUÇÃO

Mundialmente, um total de 10 507 espécies de aves estão listadas ([Pulido \*et al.\*, 2020](#)). Entretanto, a intervenção humana alterou diferentes nichos ecológicos que afetam o habitat destas espécies, forçando processos ambientais que colocam sua sobrevivência num ponto crítico e causam segregação de nicho e competição por alimentos e novos espaços ([Ramírez-Albores, 2010](#)).

Um total de 1.076 espécies de aves são registradas no México (com 106 espécies endêmicas; [Ortega-Álvarez \*et al.\*, 2021](#)); entretanto, devido a várias alterações ambientais, cerca de 26% estão à beira da extinção. Um total de 294 espécies e 98 subespécies são reconhecidas como estando em alguma categoria de risco e outras 429 diminuíram de população ([Ortiz-Pulido, 2018](#)). O conhecimento de como essa perturbação afeta diferentes espécies de aves ainda é incipiente ([Alessio \*et al.\*, 2005](#)). Entretanto, reconhece-se que sob estas circunstâncias as aves apresentam uma série de flutuações, devido à sazonalidade dos insetos, e são forçadas a recorrer a três ações possíveis: mudar sua dieta, alimentar-se de insetos inativos ou abandonar seu habitat e sair em busca de um novo nicho de alimentação ([Pineda-Pérez \*et al.\*, 2014](#); [Ortiz-Pulido \*et al.\*, 2016](#); [Ortiz-Pulido, 2018](#)).

A técnica que algumas aves utilizam para garantir sua relação de energia é descrita como alimentação ótima ([Elgin \*et al.\*, 2020](#)). Esta teoria afirma que diferentes organismos utilizam métodos de captura que exigem um gasto mínimo de energia e os recompensam com maior ingestão nutricional ([González & Osbahr, 2013](#)). Tal comportamento é o resultado de diferentes coações e eventos naturais de seleção que determinam a sobrevivência e o sucesso reprodutivo. Sob este princípio, a hipótese de gastos com reprodução menciona que durante o período reprodutivo as aves capturam grandes presas que lhes permitem armazenar energia para atingir sua função reprodutiva ([Tellez-Farfán & Sánchez, 2016](#)).

Embora a riqueza dos insetos em cada etapa de sua vida seja aparentemente alta, faltam evidências para demonstrar o impacto na diferenciação espaço-temporal deste recurso ([García \*et al.\*, 2020](#)). Portanto, avaliar a ecologia trófica como uma função do recurso e habitat disponíveis é um tópico de interesse global para o estudo da conservação de ecossistemas e espécies. A este respeito, diferentes pesquisadores avaliaram a relação entre as aves e seu habitat, a ingestão trófica e a captura de suas presas através da observação de campo, análise do conteúdo estomacal, regurgitação, vômito ou excreção ([Alessio \*et al.\*, 2005](#)). Tudo isso para conhecer o recurso e as condições ótimas que garantem a conservação da espécie.

Atualmente, como mecanismo de produção sustentável e conservação de espécies, os métodos de produção ancestrais (sistemas agroflorestais; [González-Valdivia \*et al.\*, 2016](#)) foram retomados. Nesses sistemas, interagem uma série de fatores que favorecem a conservação de espécies onde as aves poderiam ter um novo habitat que fornece alimento e abrigo, desempenhando papéis importantes como controle biológico de pragas, dispersores de sementes, polinizadores e vindicadores do meio ambiente ([Cipriano-Anastasio \*et al.\*, 2020](#)).



Um sistema tradicional de produção de café (sistema agroflorestal) imerso numa floresta mesófila de montanha está localizado no município de Huatusco, Veracruz. Neste sistema, as aves poderiam desempenhar um papel no desenvolvimento ideal deste modelo de produção. Entretanto, apesar de ser um sistema multicamadas, favorável à manutenção e conservação de aves insetívoras. Não há estudos que abordem a ecologia trófica desses organismos e que inferam a estabilidade dessas espécies com base em padrões de alimentação.

O objetivo desta pesquisa foi determinar a diversidade dos componentes entomológicos que determinam a dieta das aves através da análise das fezes fecais em Huatusco, Veracruz, México.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Huatusco, Veracruz, México (19° 09' N e 96° 57' W a 1933 m a.s.l.). Para este estudo, três condições foram consideradas para avaliação: Café Tradicional (CT), Pastagem (PT) e Floresta Mesófila de Montanha (BMM), numa área total de 32,42 ha (figura 1). Em cada condição avaliada, a amostragem sistemática foi realizada por conveniência com distâncias lineares de 150 m entre cada ponto. O monitoramento de aves foi realizado mensalmente de agosto de 2018 a janeiro de 2019, empregando armadilhas de rede, contagem de pontos de radios fixos (Bayne *et al.*, 2016; Morales-Martínez *et al.*, 2018) e busca intensiva (Alonso *et al.*, 2017; Parra Castillo & Cafiel Cuello, 2020). Deve-se observar que ambos os esquemas foram empregados conjuntamente com o objetivo de reduzir o erro devido à identificação de aves com comportamento imóvel e silencioso (Lavariega *et al.*, 2016; Travez & Yáñez, 2017). As redes utilizadas tinham 12 m de comprimento por 2,5 m de largura com uma malha de 36 mm de diâmetro; foram colocadas entre 07:00 e 16:00 h, quando as aves são mais ativas na forragem (Sánchez-Jasso *et al.*, 2013; Sánchez-Guzmán *et al.*, 2018). Os espécimes capturados foram colocados em caixas de papelão para tensioná-los e obter seus excrementos, que foram colocados em frascos com 70% de álcool para análise posterior (Whitaker, 1988). Os itens (fragmentos de insetos) encontrados foram identificados usando chaves taxonômicas propostas por Borror *et al.* (1989) e Sterhr (1987), enquanto as aves foram identificadas a partir de guias de campo padrão (Peterson & Chalif, 1989; Peterson & Peterson, 2002). A gravação das aves foi desenvolvida gerando um ID, que consistia das três primeiras letras do gênero, seguidas das três letras da espécie (por exemplo, *Volatinia jacarina* = VolJac).

O monitoramento de insetos foi aplicado em paralelo ao método de contagem de pontos de rádio fixo e busca intensiva, usando corte e agitação de galhos; este esquema consistia em localizar aves de alimentação, depois colocar um saco plástico sobre o galho no qual a ave estava localizada e agitá-lo a fim de coletar os insetos sobre os quais ela poderia estar se alimentando potencialmente. Os insetos foram identificados utilizando as chaves taxonômicas mencionadas acima.





A frequência de observação (FO) e o Índice de Abundância Relativa (AIR) dos insetos coletados foram determinados. A riqueza dos insetos foi determinada usando o índice Jackknife1 (deve-se notar que devido às exigências do projeto, a riqueza dos insetos foi obtida em nível familiar), semelhança com o índice Jaccard e diversidade usando Shannon-Wiener; estes índices foram obtidos a partir do software Estimates versão 9.0. Para estabelecer possíveis diferenças estatisticamente significativas entre os índices avaliados e para inferir se os dados registrados são aqueles potencialmente encontrados na área, foram aplicados os testes Kruskal-Wallis e  $X^2$ , uma vez que as suposições das estatísticas paramétricas não foram cumpridas; estas análises foram obtidas usando o software estatístico JMP na versão 8.0 do SAS.

Para determinar a possível associação entre abundância de aves e insetos registrados, as análises de regressão de Poisson (ARP) foram aplicadas utilizando um modelo linear generalizado (GML); isto foi feito através de um procedimento de seleção de variáveis polinomiais por etapas, assumindo uma distribuição do tipo *Poisson* na frequência dos dados, para a qual foi aplicado um logaritmo como função de ligação (determinando o erro padrão, o valor z e os códigos de significância), o ajuste dos modelos foi realizado com o critério mínimo Akaike no R.13 .0 (Akaike, 1969)). A fim de determinar o grau de associação entre a abundância de aves com relação a pedidos, famílias, tipos de insetos e itens registrados, foram aplicadas análises de correspondência canônica (ACC) no software estatístico XLSTAT versão 2018.7.

Deve-se observar que para todas as análises estatísticas foi aplicado um nível de significância  $\alpha=0,05$  com um intervalo de confiança de 95 %.

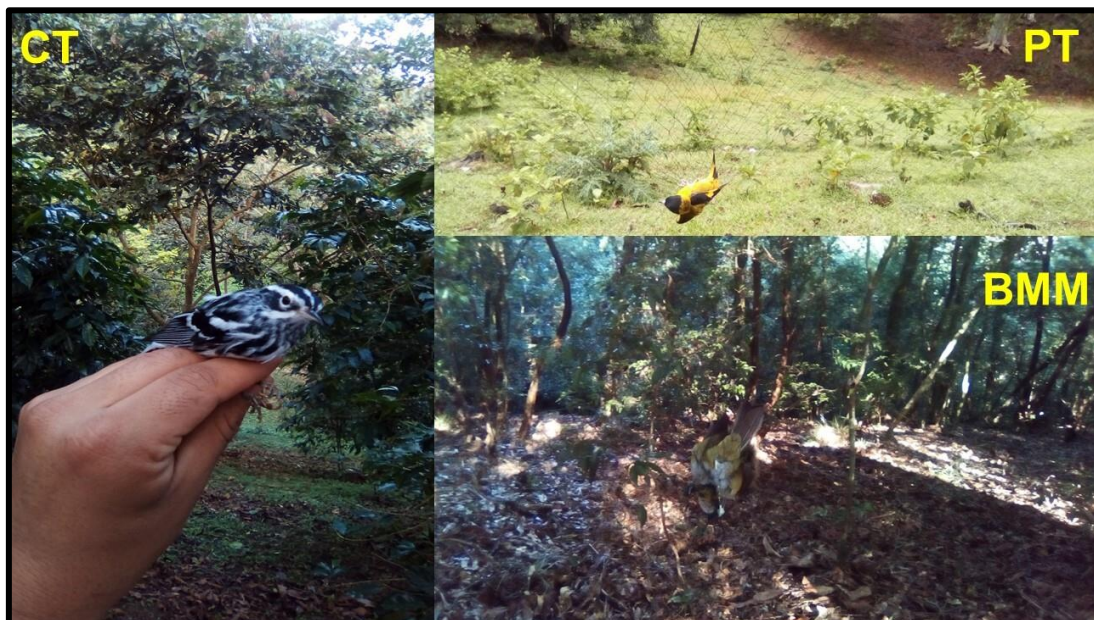


Figura 1. Condições avaliadas da área de estudo



## RESULTADOS

Dos insetos coletados por corte e agitação de galhos, 53 espécies, 9 pedidos, 40 famílias e 51 gêneros foram registrados. Do número total de insetos coletados, 41 eram pragas, 37 não pragas, 61 predadores e 8 parasitas; 3 ovos, 20 larvas, 2 ninfas e 140 adultos.

Por sua vez, 77 amostras de excrementos foram registradas das aves capturadas (37 do CT, 18 do PT e 22 no BMM).

De acordo com a FO, as famílias de insetos com maior frequência registrada (por corte e agitação de galhos) foram: Chrysomelidae (16,66%), Cicadellidae (6,66%) e Miridae (5,86%), as demais apresentaram valores mais baixos.

Os resultados de Jackknife1 mostraram valores médios de: CT = 27; PT = 18; BMM = 10 e CT-PT-BMM = 39 famílias. Sabemos que 26%; 26%; 17% e 30%, respectivamente, das famílias de insetos teoricamente presentes na área de estudo (figura 2).

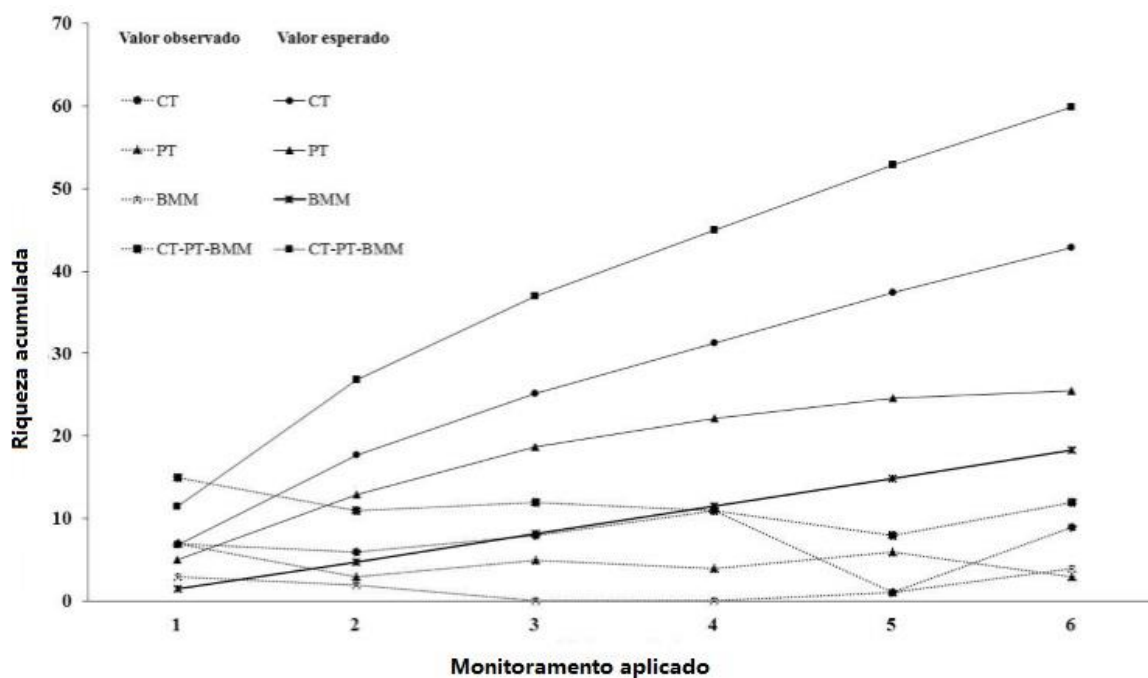


Figura 2. Jackknife1 para a riqueza das famílias de insetos registrados por corte e sacudida de ramos

O índice de abundância relativa apresenta valores médios de: CT = 0,03; PT = 0,05; BMM = 0,10 e CT-PT-BMM = 0,025 para famílias de insetos registrados por corte e sacudida de ramos.

Kruskal-Wallis mostra diferenças significativas em riqueza ( $p = 0,0423^*$ ) e diversidade ( $p = 0,01^*$ ) registradas, mas não em abundância ( $p = 0,52$ ).



$\chi^2$  mostra que abundância ( $p = 0,33$ ) e diversidade ( $p = 0,37$ ) são as teoricamente presentes na área avaliada, mas não pela riqueza registrada ( $p = 0,02^*$ ).

O estimador Jaccard apresenta percentuais de similaridade: CT = 11,55 %; PT = 11,12 %; BMM = 0 % e CT-PT-BMM = 19,88 % para famílias de insetos registrados por corte e sacudida de ramos.

Shannon-Wiener apresenta valores mínimos de  $H' = 1,65$ ;  $H' = 1,56$ ;  $H' = 1,28$ ;  $H' = 2,41$  e valores máximos de  $H' = 3,13$ ;  $H' = 2,81$ ;  $H' = 2,3$ ;  $H' = 3,46$ ; com valores médios de  $H' = 2,65$ ;  $H' = 2,37$ ;  $H' = 1,67$  e  $H' = 3,09$ , respectivamente para a diversidade de insetos registrados por corte e sacudida de ramos.

A análise de regressão de Poisson para a abundância de ordens, famílias e tipos de insetos registrados no corte e agitação de ramos mostram valores de AIC = 76,68, 76 e 119,23 (Tabela 1); para ordens, famílias e itens registrados em excrementos mostram valores de AIC = 98,67, 98,65 e 98,67, respectivamente (Tabela 2). Estes GMLs mostram que apenas seis pedidos, duas famílias, dois tipos de insetos (cortados e agitados); um pedido, uma família e um item (excreta) têm um efeito sobre a abundância de aves nas condições em estudo.

**Tabela 1. Regressão de Poisson para insetos registrados por corte e sacudida de ramos**

Coeficiente	Valor estimado	Erro padrão	Valor de Z	Pr(> z )
Ordens				
(Intercepto)	0.98	0.25	3.88	0 ***
Araneae	0.13	0.03	3.99	0.0000646 ***
Coleoptera	-0.56	0.21	-2.61	0 **
Himenoptera	0.71	0.16	4.42	9.61E-06 ***
Lepidoptera	0.25	0.1	2.35	0.01 *
Orthoptera	0.46	0.07	6.48	8.94E-11 ***
Psocoptera	-0.51	0.1	-5.12	3.01E-07 ***
Famílias				
(Intercepto)	1.57	0.13	11.44	< 2e-16 ***
Apidae	1.64	0.24	6.78	1.15E-11 ***
Curculionidae	1.61	0.18	8.97	< 2e-16 ***
Tipos de inseto				
(Intercepto)	1.47	0.16	8.76	< 2e-16 ***
Parasita	0.14	0.03	4.72	0 ***
Praga	0.09	0.02	4.31	0 ***

Códigos significativos: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

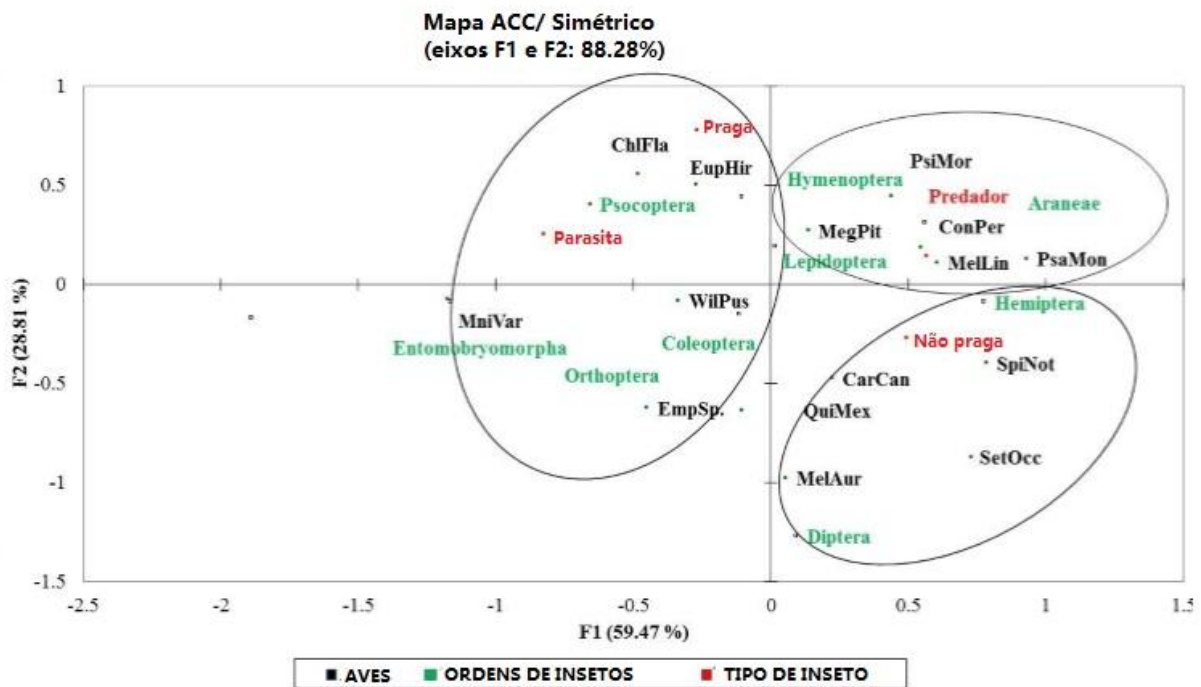


**Tabela 2. Regressão de Poisson para insetos registrados por análise de excrementos**

Coefficiente	Valor estimado	Erro padrão	Valor de Z	Pr(> z )
Ordens				
(Intercepto)	-0.15	0.2	-0.74	0.45
Coleoptera	0.33	0.05	0.05	9.52E-11 ***
Famílias				
(Intercepto)	-0.13	0.2	-0.69	0.49
Chrysolmelidae	0.32	0.05	6.46	1.04E-10 ***
Ítems				
(Intercepto)	-0.15	0.2	-0.74	0.45
Elitro	0.33	0.05	6.47	9.52E-11 ***

Códigos significativos: 0 \*\*\*\* 0.001 \*\*\* 0.01 \*\* 0.05 ! 0.1 ' 1

O ACC para pedidos, famílias, tipo de insetos e itens registrados, confirma porcentagens de inércia acumuladas em seus dois primeiros eixos de: 88,28 % (figura 3); 62,89 % (figura 4); 95,40 % (figura 5); e 86,36 % (figura 6), respectivamente.



**Figura 3. Inércia registrada entre as aves, pedidos e tipos de insetos registrados por corte e sacudida de ramos**



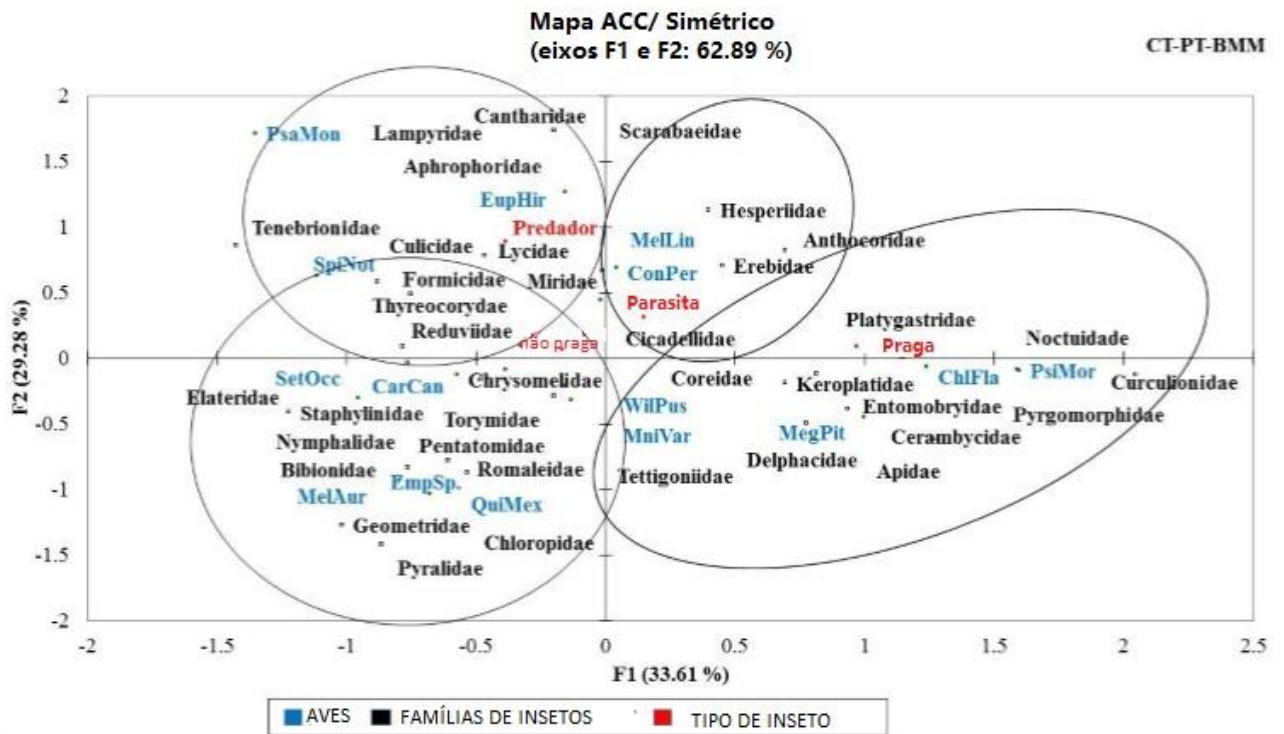


Figura 4. Inércia entre a avifauna e sua relação com as famílias e tipos de insetos registrados por corte e sacudida de ramos

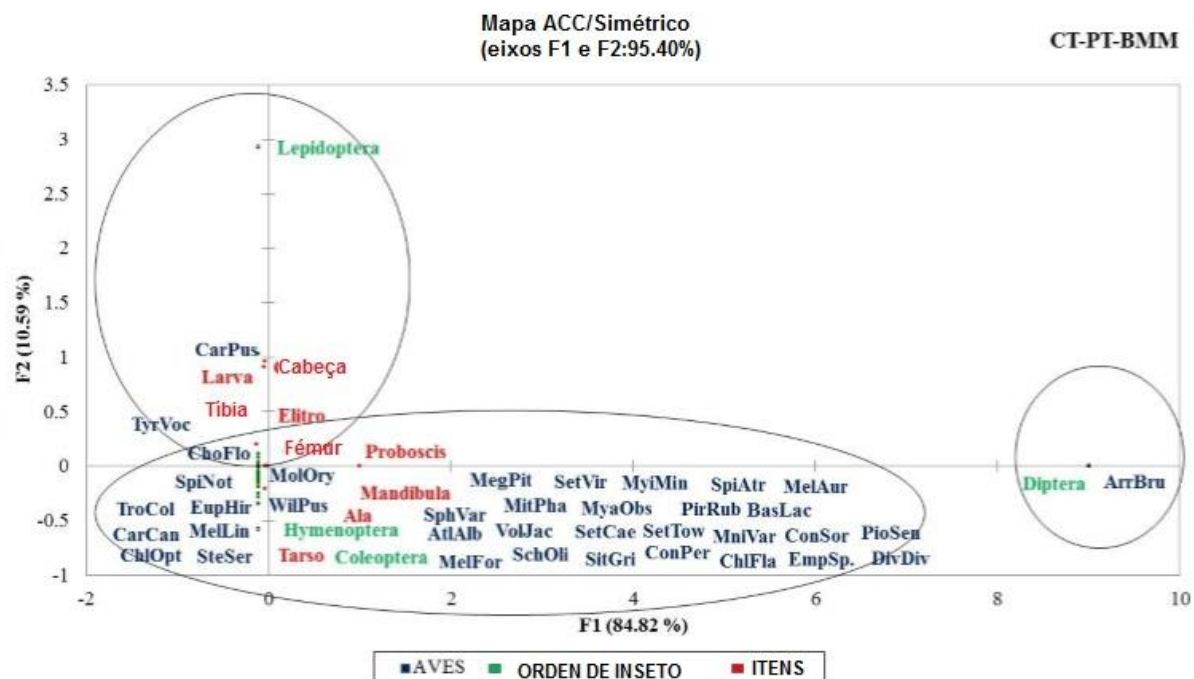


Figura 5. Inércia entre as aves e sua relação com as ordens e itens de insetos registrados nos excrementos analisados



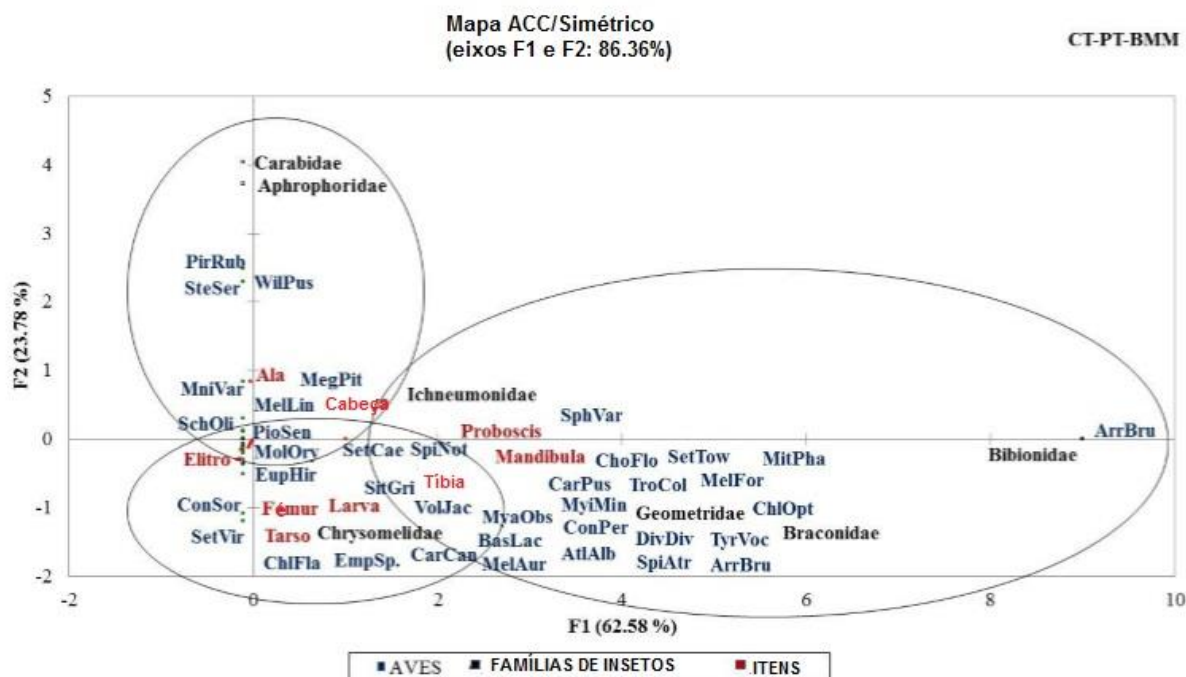


Figura 6. Inércia entre as aves e sua relação com as famílias de insetos e itens registrados nos excrementos analisados

## DISCUSSÃO

A tendência registrada para a alimentação das aves no presente estudo (fezes e insetos coletados) está de acordo com a relatada por [Martínez et al., \(2019\)](#), [Soto-Huaira et al., \(2019\)](#) e [Liébana et al. \(2020\)](#) que mostram resultados semelhantes em outros ambientes de produção agroflorestal, indicando os insetos da ordem Coleoptera como o principal recurso trófico, seguidos pelos organismos da ordem Araneae e Hymenoptera; da mesma forma, concorda com o relatado por [Hurtado-Giraldo et al. \(2016\)](#) e [Jedlicka et al. \(2021\)](#) que determinaram a dieta das aves insetívoras imersas em sistemas agroflorestais na Colômbia e no México, respectivamente. Seus resultados mostram o uso excessivo de besouros pela comunidade avifaunal; entretanto, estes organismos eram do tipo de praga; este último também foi mostrado nos resultados do presente estudo e é consistente com as descobertas por [García et al. \(2018\)](#), [Mosch et al. \(2018\)](#), [Escobar-Ramírez et al. \(2019\)](#) e [Rebollo et al. \(2019\)](#) que também desenvolveram estudos em diferentes sistemas agroflorestais, indicando que as aves insetívoras funcionam como controle biológico nas culturas agrícolas e florestais, reduzindo até 95% desta incidência. Este comportamento foi corroborado no presente estudo pelo avistamento de aves no estrato arbóreo, alimentando-se de insetos que foram posteriormente detectados como pragas; também pode ser visto como certos indivíduos de *Megarhynchus pitangua* e *Icterus auratus* capturaram presas no PT e CT, controlando pragas florestais e de frutas (cítricos, bananas, abacates, nozes, entre outros). Tudo isso é um exemplo de como os sistemas agroflorestais possuem recursos alimentares e nichos de utilização que permitem a coexistência de diversos tributos, como indicado



por [Figueroa-Sandoval et al. \(2019\)](#), que aplicaram um estudo avifaunal em sistemas de produção agrícola com lavoura de conservação e [Jarrett et al. \(2021\)](#), que avaliaram a incidência de aves insetívoras e outros grupos tróficos em sistemas agroflorestais em uma determinada região da África.

É corroborado como a avifauna destes SAF, que contribui para regular a incidência de insetos pragas como observado em certos indivíduos (*Euphonia hirundinaceae*, *Cardellina pusilla* e *Mniotilta varia*) do estrato inferior, alimentando-se de larvas e adultos de *Hypothenemus hampei* (broca do café) que de acordo com [Bagny et al. \(2020\)](#) e [Olvera-Vargas et al. \(2020\)](#) representa um problema que pode reduzir até 50% da produção nacional de café; assim corroborando a importância dos resultados apresentados por [Karp et al. \(2013\)](#), [Karp & Daily \(2014\)](#), [Martínez-Salinas et al. \(2016\)](#), [Milligan et al. \(2016\)](#) e [Jedlicka et al. \(2021\)](#) que mostram como aves insetívoras do México (Chiapas), Costa Rica e África imersas em sistemas agroflorestais de café contribuem para o controle biológico do *Hypothenemus hampei*. Entretanto, a presente pesquisa é pioneira na abordagem desta questão ao incorporar a ecologia trófica das aves e seu potencial no equilíbrio ecológico dos insetos PBS imersos na Floresta Mesófila de Montanha, na região particular de Huatusco, Veracruz, México.

Em contraste, [Miñarro Prado \(2014\)](#), [Newell et al. \(2014a\)](#), [Boesing et al. \(2017\)](#), [Olguín et al. \(2017\)](#) e [Hernández Guanche et al. \(2020\)](#) apontam que a maior disponibilidade de insetos no estrato arbóreo são da ordem de Araneae, Formicidae e Lepidoptera; favorecendo o suporte trófico das aves que contribuem para o controle de pragas em árvores frutíferas e culturas agrícolas, reduzindo sua incidência em até 49%; isto se deve a sua capacidade de vôo e baixa sensibilidade a barreiras vivas que permitem o movimento entre diferentes locais que fornecem recursos alimentares, favorecendo a resiliência dos ecossistemas através da dispersão de sementes em locais degradados; Neste estudo, certos indivíduos de *Pionus senillis*, *Psilorhinus morio* e alguns pica-paus (*Melanerpes formicivorus*; *Melanerpes aurifrons*) foram observados na camada de árvores coletando frutos que eles transportaram para outros lugares para consumir sua polpa e dispersar suas sementes, contribuindo para a resiliência destes agroecossistemas; desta forma [Newell et al. \(2014b\)](#), [Leverkus & Castro \(2017\)](#) e [Banks-Leite et al. \(2020\)](#) explicam como as aves são um elemento chave na resiliência de ecossistemas e áreas fragmentadas (semelhantes aos SAFs), apontando que, graças à sua capacidade de vôo, estes organismos são considerados espécies de ligação de alta mobilidade (HMLS) que desempenham o papel de ligar restos fragmentados e conectar áreas de fonte e buraco; de tal forma que [Vaugoyeau et al. \(2016\)](#) e [Bateman et al. \(2020\)](#) apontam como a distância percorrida pelas aves será uma função de sua capacidade de adquirir alimento e retornar à sua área de origem; portanto, há espécies que só apresentam utilização de nicho em áreas consideradas de efeito borda como observado em algumas espécies que se alimentaram no PT, retornando ao seu nicho ecológico uma vez que tenham adquirido sua proporção energética (condição conservada de BMM). O PT é considerado como um nicho de utilização onde as aves adquirem alimento e fornecem as necessidades



nutricionais que garantem a sobrevivência destas espécies, de acordo com os relatórios de Montagnini (2020) e Morales Rozo *et al.* (2021) que apontam que sistemas silvopastoris bem planejados (semelhantes ao PT avaliado) podem contribuir para a conservação das aves, oferecendo nichos de oportunidade onde encontram alimento e recursos que permitem sua coexistência.

## CONCLUSÕES

A diversidade dos componentes entomológicos que compõem a dieta das aves insetívoras foi determinada através da análise dos excrementos na região particular de Huatusco, Veracruz, México. A simpatia trófica é exibida para certas espécies de aves, favorecendo o controle biológico de pragas e insetos parasitas. O papel fundamental desempenhado pelas aves nos sistemas agroflorestais para manter a estabilidade ecológica e o bom funcionamento desses meios de produção é destacado.

## AGRADECIMENTOS

Ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia) para o financiamento do desenvolvimento deste projeto. Ao Centro Regional Universitário (CRUO) por nos permitir desenvolver este projeto dentro de seus campos experimentais.

## LITERATURA CITADA

AKAIKE H. 1969. Fitting autoregressive models for prediction. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*. 21(1): 243–247. ISSN: 2227-7390.  
<https://doi.org/10.1007/BF02532251>

ALESSIO VG, Beltzer H, Lajmanovich C, Quiroga A. 2005. Ecología alimentaria de algunas especies de Passeriformes (Furnariidae, Tyrannidae, Icteridae y Emberizidae): consideraciones sobre algunos aspectos del nicho ecológico. *INSUGEO, Miscelánea*. 14(1): 441-482. ISSN: 1514-4836.  
<http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/misc-14-32.pdf>

ALONSO TY, Hernández R, Barrero H. 2017. Diversidad de aves residentes y permanentes asociadas a un pinar natural de *Pinus tropicalis* y su relación con la estructura vertical de la vegetación. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 6(1): 31-44. ISSN: 1996-2452. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/302/>

BAGNY BEILHE L, Roudine S, Quintero Perez JA, Allinne C, Daout D, Mauxion R, Carval D. 2020. Pest-regulating networks of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in agroforestry systems. *Crop Protection*. 131(1): 1-10. ISSN: 0261-2194.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219419303825>

BANKS-LEITE C, Mark ER, Folkard-Tapp H, Fraser A. 2020. Countering the effects of habitat loss, fragmentation, and degradation through habitat restoration. *OneEarth*. 3(6): 672-676. ISSN: 2590-3322. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.11.016>



BATEMAN B, Wilsey C, Taylor L, Wu J, LeBaron G, Langham G. 2020. North American birds require mitigation and adaptation to reduce vulnerability to climate change. *Conservation Science and Practice*. 2(3): 1-18. ISSN: 2578-4854.  
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.11.016>

BAYNE E, Leston L, Mahon L, Sólymus P, Machtans C, Lankau H, Song J. 2016. Boreal bird abundance estimates within different energy sector disturbances vary with point count radius. *The Condor Ornithological Application*. 118(1): 376-390. ISSN: 0010-5422. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-126.1>

BOESING A, Nichols E, Metzger P. 2017. Effects of landscape structure on avian-mediated insect pest control services: a review. *Landscape Ecology*. 32(5): 931-944. ISSN: 0921-2973. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0503-1>

BORROR D, Triplehorn A, Johnson F. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6th ed. Harcourt Brace College Publishing. Orlando, Florida, USA. ISBN: 0030253977.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19911158798>

CIPRIANO-ANASTASIO J, Torres-Martínez O, López-Mancilla A, Argüelles Jiménez J. 2020. Uso y percepción de las aves en agroecosistemas de la localidad de Chalahuiyapa, Huejutla, Hidalgo; México. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*. 8(16): 21-28. ISSN: 2007-493X.  
<https://doi.org/10.29057/esh.v8i16.4511>

ELGIN A, Clark R, Morrissey C. 2020. Tree Swallow selection for wetlands in agricultural landscapes predicted by central-place foraging theory. *Ornithological Application*. 122(4): duaa039. ISSN: 0010-5422.  
<https://doi.org/10.1093/condor/duaa039>

ESCOBAR-RAMÍREZ S, Grass I, Armbrrecht I, Tscharrntke T. 2019. Biological control of the coffee berry borer: Main natural enemies, control success, and landscape influence. *Biological Control*. 136(1): 1-17. ISSN:1049-9644.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.011>

FIGUEROA-SANDOVAL B, Pimentel-López J, Ugalde-Lezama S, Figueroa-Rodríguez OL, Figueroa-Rodríguez KA, Tarango-Arámbula LA. 2019. Aves en sistemas agrícolas con labranza de conservación en el centro-norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 22(Suppl): 31-42. ISSN: 2007-0934.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1856>

GARCÍA D, Miñarro M, Martínez-Sastre R. 2018. Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: Avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 254(1): 233-243. ISSN: 0167-8809.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.034>





GARCÍA L, Tuesta G, Ramírez F, Giardenelli A, Díaz J. 2020. Primer registro documentado de la Cigüeña Maguari (*Ciconia maguari* Gmelin, 1789; Aves: Ciconiidae) en Loreto, Perú. *Ciencia amazónica*. 8(2): 265-272. ISSN: 2222-7431. <https://doi.org/10.22386/ca.v8i2.302>

GONZÁLEZ J, Osbahr K. 2013. Composición botánica y nutricional de la dieta de *Dinomys branickii* (Rodentia: Dinomyidae) en los Andes Centrales de Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*. 16(1): 235-244. ISSN: 0123-4226. <https://doi.org/10.31910/rudca.01234226>

GONZÁLEZ-VALDIVIA N, Casanova-Lugo F, Cetzal-Ix W. 2016. Sistemas agroforestales y biodiversidad. *Agroproduktividad*. 9(9): 56–60. ISSN: 0188-7394. <https://www.researchgate.net/publication/309351584>

HERNÁNDEZ GUANCHE L, Santana Baños Y, Dago Dueñas Y, Acosta Hernández A, del Busto Concepción A. 2020. Artrópodos depredadores asociados a especies arbóreas en un agroecosistema tabacalero del municipio Pinar del Río, Cuba. *Revista de Protección Vegetal*. 35(3): 2224-4697. ISSN: 2224-4697. <http://mail.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/1104/1689>

HURTADO-GIRALDO A, Cruz-Bernate L, Molina J. 2016. Dieta de aves migratorias en un sistema agroecológico del Valle del Cauca, Colombia. *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*. 20(2): 151-163. ISSN: 2462-8190. <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA492222200&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=01233068&p=IFME&sw=w>

JARRETT C, Smith TB, Claire TT, Ferreira D, Tchoumbou M, Elikwo M, Wolfe J, Brzeski K, Welch A, Hanna R, Powell LL. 2021. Bird communities in African cocoa agroforestry are diverse but lack specialized insectivores. *Journal of Applied Ecology*. 58:1237–1247. ISSN: 1365-2664. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13864>

JEDLICKA JA, Philpott SM, Baena ML, Bichier P, Dietsch TV, Nute LH, Langridge SM, Perfecto I, Greenbert R. 2021. Differences in insectivore bird diets in coffee agroecosystems driven by obligate or generalist guild, shade management, season, and year. *Ecology*. 9(1): e12296. ISSN: 2167-8359. <https://doi.org/10.7717/peerj.12296>

KARP DS, Daily GC. 2014. Cascading effects of insectivorous birds and bats in tropical coffee plantations. *Ecology*. 95(4):1065-1074. ISSN: 1939-9170. <https://doi.org/10.1890/13-1012.1>

KARP DS, Mendenhall CD, Sandí RF, Chaumont N, Ehrlich PR, Hadly EA, Daily GC. 2013. Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*. 16(11):1339-1347. ISSN: 1461-0248. <https://doi.org/10.1111/ele.12173>



- LAVARIEGA M, Martín-Regalado N, Gómez-Ugalde M, Aragón J. 2016. Avifauna de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 17(2): 198-124. <http://www.scielo.org.mx/pdf/huitzil/v17n2/1870-7459-huitzil-17-02-00198.pdf>
- LEVERKUS A, Castro J. 2017. An ecosystem services approach to the ecological effects of salvage logging: valuation of seed dispersal. *Ecological Applications*. 27(4): 1057–1063. ISSN: 1939-5582. <https://doi.org/10.1002/eap.1539>
- LIÉBANA M, Santillán M, Peralta SN, Fiorucci M, Bernardos J, Mallet J. 2020. Aportes al conocimiento de la distribución y biología del Estornino Pinto (*Sturnus vulgaris*) en el centro de Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*. 64(1): 43-57. ISSN: 1852-6098. <https://doi.org/10.30550/j.azl/2020.64.1/4>
- MARTÍNEZ O, Aparicio J, Guerra F. 2019. Depredación de la lagartija endémica, *Liolaemus aparicioi* (reptiles: liolaemidae) por el halconcito común, *Falco sparverius* (aves: falconidae) en el sur de la ciudad de la Paz, Bolivia. *Kempffiana*. 15(2): 1-7. ISSN: 1991-4652. [http://museonoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPPFIANA/kempffiana15\(2\)/1\\_Martinez\\_2019.pdf](http://museonoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPPFIANA/kempffiana15(2)/1_Martinez_2019.pdf)
- MARTÍNEZ-SALINAS A, DeClerck F, Vierling K, Vierling L, Legal L, Vílchez-Mendoza S, Avelino J. 2016. Bird functional diversity supports pest control services in a Costa Rican coffee farm. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 235(2):277-288. ISSN: 0167-8809. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.029>
- MILLIGAN MC, Johnson MD, Garfinkel M, Smith CJ, Njoroge P. 2016. Quantifying pest control services by birds and ants in Kenyan coffee farms. *Biological Conservation*. 194:58-65. ISSN: 0006-3207. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.11.028>
- MIÑARRO PRADO M. 2014. Aves y agricultura: la importancia de mantener los pájaros en las pumaradas. *Tecnología Agroalimentaria*. 6(1): 10-14. ISSN: 1135-6030. <http://www.serida.org/pdfs/4120.pdf>
- MONTAGNINI F. 2020. The Contribution of Agroforestry to Restoration and Conservation: Biodiversity Islands in Degraded Landscapes. In: Dagar J.C., Gupta S.R., Teketay D. (eds) *Agroforestry for Degraded Landscapes*. Springer, Singapore. ISBN: 978-981-15-4135-3. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4136-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4136-0_15)
- MORALES ROZO A, Lizcano D, Montoya Arango S, Velásquez Suarez A, Álvarez Daza E, Acevedo-Charry O. 2021. Diferencias en paisajes sonoros de sistemas silvopastoriles y potreros tradicionales del piedemonte llanero, Meta, Colombia. *Biota Colombiana*. 22(1): 74-95. ISSN: 0124-5376. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a05>



- MORALES-MARTÍNEZ I, Peach-Canché M, Gutiérrez-Vivanco J, Serrano A, Hernández-Hernández H. 2018. Aves de Tuxpan, Veracruz, México: diversidad y complementariedad. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 19(2): 210-226. ISSN: 1870-7459. <http://dx.doi.org/10.28947/hrmo.2018.19.2.345>
- MOSCH S, Eilers EJ, Hommes M. 2018. Biocontrol of *Cameraria ohridella* by insectivorous birds in different landscape contexts. *BioControl*. 63(1): 215-225. ISSN: 1342-4815. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9857-1>
- NEWELL F, Beachy A, Rodewald D, Rengifo G, Ausprey J, Rodewald G. 2014a. Foraging behavior of migrant warblers in mixed-species flocks in Venezuelan shade coffee: interspecific differences, tree species selection, and effects of drought. *Journal of Field Ornithology*. 85(2): 134-151. ISSN: 1557-9263. <https://doi.org/10.1111/jfo.12056>
- NEWELL F, Beachy A, Rodewald D, Rengifo G, Ausprey J, Rodewald G. 2014b. Foraging behavior of Cerulean Warblers during the breeding and non-breeding seasons: evidence for the breeding currency hypothesis. *Journal of Field Ornithology*. 85(3): 310-320. ISSN: 1557-9263. <https://doi.org/10.1111/jfo.12070>
- OLGUÍN P, Simonetti P, Leon E, Beltzer A, Ezequiel L. 2017. Biología alimentaria de *Syrigma sibilatrix* (Aves: Ardeidae) en un humedal del Río Paraná Medio, Argentina. *Cuadernos de Investigación UNED*. 9(1): 91-96. ISSN: 1659-4266. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00091.pdf>
- OLVERA-VARGAS LA, Contreras-Medina DI, Aguilar-Rivera N. 2020. Cálculo de grados días de *Hypothenemus hampei* a través de imágenes satelitales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(3): 543-554. ISSN: 2007-0934. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407110>
- ORTEGA-ÁLVAREZ R, Calderón-Parra R, Martínez-Molina U, Martínez-Molina F, Martínez-Molina G, Martínez-Molina Y, Martínez-Villagrán A, Martínez-Freire J, Vásquez-Robles R, García-Loeza D, Martínez-García J, García-Loeza S, Garduño-López NI, Sánchez-González LA. 2021. El Gorrión Serrano (*Xenospiza baileyi*): síntesis sobre la historia natural, estudios científicos y acciones para la conservación de un ave micro endémica de México en peligro de extinción. *Acta Zoológica Mexicana*. 37(1): 1–29. ISSN: 0065-1737. <http://dx.doi.org/10.21829/azm.2021.3712320>
- ORTIZ-PULIDO R, Alcántara-Carbajal L, De la Cueva H, Martínez-Gómez J, Escalante Pliego P, De la Parra-Martínez M, Feria ATP, Albert S. 2016. Conservación de aves en México, una instantánea de 2015. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 17(2): 234-238. ISSN: 1870-7459. <http://www.scielo.org.mx/pdf/huitzil/v17n2/1870-7459-huitzil-17-02-00234.pdf>



ORTIZ-PULIDO R. 2018. ¿Qué especies de aves están en riesgo en México? *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 19(2): 237-272. ISSN: 1870-7459. <http://dx.doi.org/10.28947/hrmo.2018.19.2.348>

PARRA CASTILLO R, Cafiel Cuello Y. 2020. Estudio de ampliación del rango de distribución de *Quiscalus lugubris* en cuatro municipios del norte del departamento del Cesar. *Educación y bellas artes*. 1(6): 13-16. ISSN: 2711-1814. <http://fundacionlasirc.org/images/Revista/REVISTALASIRC Volumen1.No.6.pdf#page=14>

PETERSON R, Chalif L. 1989. *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana. México, D.F. Pp. 473. ISBN: 9681312821. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/nab/v043n05/p01266-p01267.pdf>

PETERSON RT, Peterson VM. 2002. *Field guide to the birds of North America*. Fourth edition. National Geographic Society, Washington, D.C. Pp. 419. ISBN: 0-679-45122-6. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RLj8LANp3O8C&oi=fnd&pg=PR13&dq=Field+guide+to+the+birds+of+North+America.+&ots=hpgPUTCkLu&sig=M0tEeuQzCClscSNYR5k5xTTYg#v=onepage&q=Field%20guide%20to%20the%20birds%20of%20North%20America.&f=false>

PINEDA-PÉREZ F, Ugalde-Lezama S, Tarango-Arámbula L, Lozano-Osornio A, Cruz-Miranda Y. 2014. Ecología trófica de aves insectívoras en un área natural protegida de San Luis Potosí, México. *Agroproductividad*. 7(5): 8-10. ISSN: 2594-0252. <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/549/420>

PULIDO V, Olivera E, Farías E, Chirinos A, Reynaga A, Ruiz R. 2020. Conservación de las aves amenazadas que habitan en los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Investigaciones*. 7(2): 87-97. ISSN: 2409-1537. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2020v7n2.009>

RAMÍREZ-ALBORES J. 2010. Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*. 58(1): 511–528. ISSN: 0034-7744. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58n1/a36v58n1.pdf>

REBOLLO S, Rey-Benayas M, Villar-Salvador P, Pérez-Camacho L, Castro J, Molina-Morales M, Leverkus B. 2019. Servicios de la avifauna (high mobile link species) en mosaicos agroforestales: regeneración forestal y regulación de plagas. *Ecosistemas*. 28(2): 32-41. ISSN: 1697-2473. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1736>

SÁNCHEZ-GUZMÁN J, Losada-Prado S, Moreno-Palacios M. 2018. Análisis de la condición corporal de aves Passeriformes en zonas secas del norte del Alto Valle de Magdalena, Colombia. *Caldasia*. 40(1): 1–17. ISSN: 0366-5232. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.60284>





SÁNCHEZ-JASSO J, Aguilar-Miguel X, Medina-Castro J, Sierra-Domínguez G. 2013. Riqueza específica de vertebrados en un bosque reforestado del parque nacional nevado de Toluca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(1): 360-373. ISSN: 1870-3453. <https://doi.org/10.7550/rmb.29473>

SOTO-HUAIRO SM, Gamarra-Toledo V, Medina CE, López E. 2019. Composición de la dieta de las aves de los bosques de Queñua (*Polylepis rugulosa*) en Arequipa, Suroeste del Perú. *Ornitología Neotropical*. 30(1): 217-223. ISSN: 1075-4377. [https://www.researchgate.net/profile/Solansh-Soto-Huairo/publication/339513204\\_COMPOSICION\\_DE\\_LA\\_DIETA\\_DE\\_LAS\\_AVES\\_DE\\_LOS\\_BOSQUES\\_DE\\_QUENUA\\_POLYLEPIS\\_RUGULOSA\\_EN\\_AREQUIPA\\_SU\\_ROESTE\\_DEL\\_PERU/links/5e56e8784585152ce8f27830/COMPOSICION-DE-LA-DIETA-DE-LAS-AVES-DE-LOS-BOSQUES-DE-QUENUA-POLYLEPIS-RUGULOSA-EN-AREQUIPA-SUROESTE-DEL-PERU.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Solansh-Soto-Huairo/publication/339513204_COMPOSICION_DE_LA_DIETA_DE_LAS_AVES_DE_LOS_BOSQUES_DE_QUENUA_POLYLEPIS_RUGULOSA_EN_AREQUIPA_SU_ROESTE_DEL_PERU/links/5e56e8784585152ce8f27830/COMPOSICION-DE-LA-DIETA-DE-LAS-AVES-DE-LOS-BOSQUES-DE-QUENUA-POLYLEPIS-RUGULOSA-EN-AREQUIPA-SUROESTE-DEL-PERU.pdf)

STERHR F. 1987. *Immature insects*. Vol. 2. Kendall, Hunt Publishing Company. USA. ISBN: 0-8403-3702-7. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=019902>

TELLEZ-FARFÁN L, Sánchez A. 2016. Forrajeo de *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) y valor del parche en cercas vivas jóvenes de la sabana de Bogotá. *Acta Biológica Colombiana*. 21(2): 379-385. ISSN: 1900-1649. <https://doi.org/10.15446/abc.v21n2.52605>

TRAVEZ T, Yáñez P. 2017. Diversidad y abundancia de avifauna en el campus de la UIDE y el Parque Metropolitano Guanguiltagua, Distrito Metropolitano de Quito, recomendaciones para su conservación. *Serie Zoológica*. 13(12-13): 53-69. ISSN: 1390-3004. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoolologica/article/view/1479/1062>

VAUGOYEAU M, Adriaensen F, Artemyev A, Bánbura J, Barba E, Biard C. 2016. Interspecific variation in the relationship between clutch size, laying date and intensity of urbanization in four species of hole-nesting birds. *Ecology and Evolution*. 6(16): 5907-5920. ISSN: 2045-7758. <https://doi.org/10.1002/ece3.2335>

WHITAKER J. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (ed TH Kunz). Smithsonian Institution Press, Washington. ISBN: 0874745969. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19890596276>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>