

HUMEDAL DE MEDIO QUESO: CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS AVES ACUÁTICAS EN ARROZALES DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA

Medio Queso wetland: contribution to the knowledge and conservation of waterfowl in rice fields of northern Costa Rica

Paola Gastezzi-Arias¹, Daniel Martínez-Araya², Johnny Villarreal-Orias³

¹ Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, pgastezi@uned.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-0663-7446>.

² Unión de Ornitológos de Costa Rica, jacamerops@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-7532-8727>.

³ Universidad Estatal a Distancia, jvillarreal@uned.ac.cr

REGISTROS

Recibido el 23/02/2022

Aceptado el 06/09/2022

Publicado el 11/09/2022



PALABRAS CLAVE

arroz comercial, arroz silvestre, humedales, dispersión.

KEYWORDS

commercial rice, wild rice, wetlands, dispersal.

RESUMEN

En Costa Rica son escasos los estudios de aves en arrozales comerciales de la región Huetar Norte y menos aún en hábitats con presencia de arroz silvestre. Evaluar el uso de hábitat de las aves en los arrozales silvestres y comerciales de Caño Negro y Medio Queso, para detectar potenciales agentes dispersores de semillas de arroz. Se determinó la riqueza de especies, la abundancia y el comportamiento de las aves que utilizaron los arrozales. También se utilizaron redes de niebla en los arrozales. Se registraron 53 especies de aves. La mayor abundancia fue en los arrozales silvestres (Passeriformes 1431 individuos, Anseriformes 764 individuos y Ciconiiformes 444 individuos). Las especies más abundantes fueron: el tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), 90 individuos (DE=72.0), el piche (*Dendrocygna autumnalis*), 50 individuos (DE=59.5) y el cigüeñón (*Mycteria americana*), >40 individuos (DE=50.2). Destaca la presencia de especies con alto valor en conservación como el avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), zanate de laguna (*Quiscalus nicaraguensis*), el pato real (*Cairina moschata*), el pato cantil (*Heliornis fulica*), el jabirú (*Jabiru mycteria*) y el rascón moteado (*Pardirallus maculatus*). El mayor uso que mostraron las aves en los arrozales fue alimentación. Dos especies de aves (*Sporophila corvina* y *Leptotila plumbeiceps*) presentaron rastros de partes vegetativas de arroz. Es latente la probabilidad de que las aves y en especial las Passeriformes, sean agentes potenciales de dispersión de propágulos de arroz en la región Huetar Norte de Costa Rica.

ABSTRACT

In Costa Rica, bird studies in commercial rice fields in the Huetar Norte region are scarce, and even less in habitats with wild rice. To evaluate the use of habitat by birds in the wild and commercial rice fields of Caño Negro and Medio Queso, to detect potential rice seed dispersal agents. The species richness, abundance and behavior of birds using the rice fields were determined. Mist nets were also used in the rice fields. 53 bird species were recorded. The highest abundance was in the wild rice fields (Passeriformes 1431 individuals, Anseriformes 764 individuals and Ciconiiformes 444 individuals). The most abundant species bird were: Red-winged Blackbird (*Agelaius phoeniceus*), 90 individuals (SD=72.0), Black-bellied Whistling-Duck (*Dendrocygna autumnalis*), 50 individuals (SD=59.5) Wood Stork (*Mycteria americana*), >40 individuals (SD=50.2). The presence of species with high conservation value, such as the American Bittern (*Botaurus lentiginosus*), Nicaraguan Grackle (*Quiscalus nicaraguensis*), Muscovy Duck (*Cairina moschata*), Sungrebe (*Heliornis fulica*), Jabiru (*Jabiru mycteria*) and Spotted Rail (*Pardirallus maculatus*), is noteworthy. The major use shown by the birds in the rice fields was feeding. Two bird species (*Sporophila corvina* and *Leptotila plumbeiceps*) showed traces of rice vegetative parts. It is latent the probability that birds, especially Passeriformes, are potential dispersal agents of rice propagules in the Huetar Norte region of Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los cultivos más importantes del mundo. Se cultiva en al menos 114 países, ocupa más de 156 millones de hectáreas anualmente y es la fuente principal de nutrición de más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, la producción de arroz entre 1960 y el año 2009 fue mayor en Asia (cerca del 90%) y el segundo lugar en producción lo ocupó América (Gupta y O’Toole, 1986; Elphick, 2010).

En América existen cuatro especies silvestres de arroz que ocurren en las tierras bajas inundables entre México, las islas del Caribe y Argentina (Veasey et al. 2011). En Costa Rica, se encuentran tres especies de arroz silvestres que habitan en las tierras bajas: *Oryza grandiglumis* (Döell), *O. latifolia* (Desv.) y *O. glumaepatula* (Steud.) (Zamora et al. 2003). La especie *grandiglumis* se encuentra principalmente en los humedales de Caño Negro (Sánchez et al. 2006). La especie *latifolia* tiene una amplia distribución en las tierras bajas del Caribe (Parque Nacional Tortuguero) y de Guanacaste (Parque Nacional Palo Verde) (Sánchez et al. 2003). La especie *glumaepatula* ocurre en los humedales de Medio Queso y en la Península de Santa Elena (Sánchez y Espinoza, 2005).

Costa Rica, ocupa el lugar número 15 a nivel del continente en área para cultivar arroz (cerca de 2.500 km²). Pero se encuentra en el puesto número seis en porcentaje del total de terreno cultivado por país (1% del territorio nacional) (Acosta et al. 2010).

El arroz se siembra en cinco regiones, cubriendo un total de 58.539,7 hectáreas, de esas cinco regiones la Huetar Norte que incluye a Guatuzo, Grecia, Los Chiles, San Carlos y Upala, donde en el sector de Los Chiles se cultivan aproximadamente 1.852,20 hectáreas (Vignola et al, 2018). En el período 2019-2020 se sembraron 81,078 ha en la región Huetar Norte 714 menos de las reportadas en el periodo 2006-2010 (CONARROZ, 2020).

El cultivo de arroz, generalmente se produce en zonas inundadas naturalmente (humedales) o en sistemas con manejo de agua para irrigar los terrenos. La irrigación es utilizada para inundar los campos con el fin de adicionar agua para beneficiar la producción de arroz. Aunque también en otras áreas, se produce arroz en condiciones secas. En las regiones tropicales, donde se produce más el cultivo de arroz, se cosecha hasta tres veces al año (Gupta y O’Toole 1986). En algunos casos, el arroz se produce también en conjunto con otros cultivos rotativos que alternan el cultivo de arroz con otros cultivos o con crías de animales como ganado, camarones, peces y patos (Elphick 2010, Liere et al, 2017).

Es claro que los arrozales nunca proporcionarán la diversidad de hábitat que los humedales naturales ofrecen, si es claro que pueden jugar un papel importante en la conservación de las aves acuáticas, lo que las buenas prácticas de siembras pueden proporcionar una variedad de servicios ecosistémicos (Elphick 2010,

Lorenzón et al. 2020). Muchos estudios han documentado la ocurrencia de aves en los arrozales (Trama et al. 2008, Fujioka et al. 2010, Wood et al. 2010, Sundar y Subramanya 2010, Taylor y Schultz 2010, Longoni 2010, Wymenga y Zwarts 2010, Acosta et al. 2010, Pierluissi 2010, Stafford et al. 2010, King et al. 2010, Fasola y Brangi 2010, Ibáñez et al. 2010, Elphick et al. 2010a, Parsons et al. 2010, Muzaffar et al. 2010, Maltchik et al. 2011, Liere et al. 2017). Los grupos más comunes de aves registradas en los arrozales en todos los continentes son: anátidos (pato, piches, gansos, cisnes), aves vadeadoras (garzas, egretas, ibises, cigüeñas, espátulas), playeros (chorlitos, gaviotas), gruiformes (grullas, rascones, gallinulas). Aunque las aves acuáticas son las especies más comunes en los arrozales, también se encuentran una amplia diversidad de otras especies que usan éstos hábitat.

Por otro lado, las aves migratorias latitudinales son muy fieles a los sitios que visitan durante sus ciclos anuales, y dependen de estos para reproducción e invernada. Muchas de estas aves migratorias, dependen de una serie de humedales y hábitats costeros y algunos cultivos como el arroz, porque les ofrecen posibilidades de alimentación, y reponer fuerzas para sus exigentes migraciones (Senner et al. 2017).

La mayoría de las especies de aves usan los arrozales para alimentarse, ya que albergan abundantes presas acuáticas. Las especies de aves granívoras se alimentan de las espigas y las carnívoras se alimentan de insectos acuáticos, pero también de peces, anfibios y reptiles y en algunos casos de aves acuáticas durante la fase de crecimiento del arroz (Elphick 2010, Fujioka et al. 2001, Fujioka et al. 2010). El forrajeo puede presentarse en niveles extremos que las especies de aves granívoras se convierten en plagas para el cultivo. Por ejemplo, en Los Llanos de Venezuela, los arrozales son importantes para los períodos críticos de reproducción de las especies de piches (*Dendrocygna* spp.), ya que la abundancia aumenta y se vuelven un problema en los cultivos. Por eso desde los años 60, los agricultores controlan mediante cacería las poblaciones de piche, para evitar pérdidas económicas en la cosecha del arroz (Dallmeier 1991).

El uso de los arrozales por las aves, ha sido estudiado en profundidad en otras regiones del mundo, incluyendo Korea, Japón, China, el subcontinente Indio, Australia, Mediterráneo, Medio Este, Oeste de África y en varios países de América (Dallmeier 1991, Maeda 2001, Elphick et al. 2010b, Fujioka et al. 2010, Sundar y Subramanya 2010, Taylor y Schultz 2010, Wymenga y Zwarts 2010, Acosta et al. 2010, Pierluissi 2010, Pierluissi et al. 2010, Fasola y Brangi 2010, Toral et al. 2011, Toral et al. 2012).

En Costa Rica, son escasos los estudios de aves en los arrozales comerciales y se han centrado principalmente a determinar la riqueza y abundancia de aves en la región Chorotega. Además, han propuesto que esos cultivos son potenciales hábitat para la alimentación de las aves acuáticas (Hurtado 2003 y 2004, Trama et al. 2008). Pero no se han realizado estudios sobre aves en los arrozales comerciales de la región Huetar Norte de Costa Rica y menos aún en hábitat con

presencia de arroz silvestre. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de hábitat de las aves en los arrozales silvestres y comerciales de Caño Negro y Medio Queso, con el fin de detectar potenciales agentes dispersores de semillas de arroz en los humedales de la región Huetar Norte de Costa Rica.

Área de Estudio

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el área de estudio se ubica en la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (bh-T), en la que se encuentran dos cuencas hidrográficas (Cuenca del Lago de Nicaragua y Río San Juan). La cuenca del Río San Juan es la que mayor área posee 84%, en la que se forman diversos humedales y zonas para el cultivo de arroz (CEDEME y UNA, 2010).

El trabajo de campo se realizó en los arrozales silvestres y comerciales que se encuentran en la zona de Caño Negro y de Medio Queso, región Huetar Norte. Los arrozales comerciales estaban localizados en la localidad de San Antonio, Caño Negro, Los Chiles, a la orilla de la calle principal. Los terrenos donde se realizó el muestreo de las aves tenían una extensión de 25.3 hectáreas cultivadas de arroz comercial (*O. sativa*). En la zona se identificaron aproximadamente seis fincas que sembraron arroz, pero no se muestreó estas fincas. En los alrededores de estos arrozales se encontraban parches de bosque de crecimiento secundario y potreros. En esta zona se acostumbra a sembrar cultivos de ciclo corto, realizando varios ciclos de cultivos. Se observó siembra de frijol, yuca y en poca cantidad maíz (Fig. 1).

Figura 1

Ubicación de los arrozales comerciales en Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, Costa Rica.

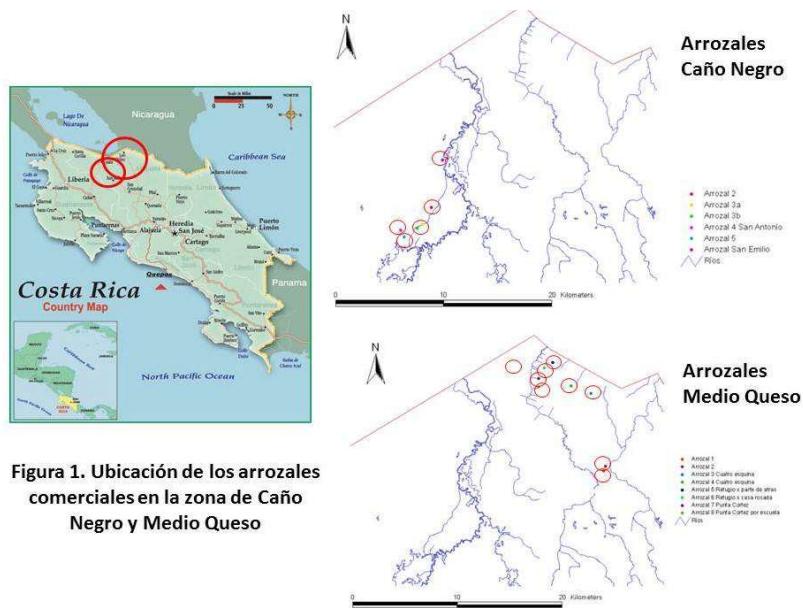


Figura 1. Ubicación de los arrozales comerciales en la zona de Caño Negro y Medio Queso

Nota: Elaboración propia

Figura 2

Paisaje característico de los arrozales comerciales, Caño Negro, región Huetar Norte.



Nota: Fotografías de Daniel Martínez (2011).

En la zona de inundación del río Medio Queso, se utilizaron tres sitios debido a la presencia de arroz silvestre (*Oryza glumaepatula* y *O. latifolia*) y de arroz comercial. Los sitios de muestreo fueron denominados de la siguiente forma: a) el Muro, b) Refugio y c) la finca del Gringo.

El Muro se denominó así porque los habitantes del sitio, durante la época seca que baja el nivel del agua, realizan limpieza de los linderos y que con el pasar el tiempo las plantas acuáticas y el sedimento se acumulan y forman un muro. A ambos lados del muro, había terrenos inundados con presencia de plantas acuáticas como *Eleocharis spp.* que dominan el lugar y además sobresale la presencia del arroz silvestre (*O. glumaepatula*). Aproximadamente en este sitio existía un 48% de arroz silvestre, junto a otras plantas acuáticas como *Thalia geniculata*, *Ludwigia erecta*, *Eleocharis spp.*, *Mimosa pigra* y la otra especie de arroz silvestre (*O. latifolia*) (Fig. 3).

Figura 3

Paisaje característico de los arrozales silvestres, Medio Queso (sitio el Muro), región Huetar Norte.



Nota: Fotografías de Paola Gastezzi (2011).

Refugio, se denominó así por el caserío de ese nombre ubicado cercano al río Medio Queso. Este sector está ubicado al norte del humedal y había a ambos lados del río, parches grandes de arroz silvestre que cubrían casi un 90% de esta zona. En algunos tramos del río también existían árboles adaptados a los niveles fluctuantes de inundación natural del río, entre algunas especies están: pupunjoche (*Pachira aquatica*), anona silvestre (*Annona glabra*), saragundi (*Cassia reticulata*), guaba (*Inga spp.*). Además, existían plantas herbáceas como *Eleocharis spp.*, *Thalia geniculata*, *Ludwigia erecta* y *Mimosa pigra*, entre otras (Fig. 4).

Figura 4

Paisaje característico de los arrozales silvestres, Medio Queso (sitio Refugio), región Huetar Norte.



Nota: Fotografías de Paola Gastezzi y Daniel Martínez (2011).

La finca del Gringo está ubicada en lindero norte del humedal de Medio Queso, específicamente en una orilla de unos 700 metros de largo x 200 m de ancho, a la que se le da uso agrícola en especial de arroz comercial (*O. sativa*). En las orillas del humedal (en este sector) también crecen plantas acuáticas como *Eleocharis spp.*, *Thalia geniculata*, *Ludwigia erecta* y *Mimosa pigra*, entre otras, sin dejar de mencionar también que las dos especies de arroz silvestre (*O. glumaepatula* y *O. latifolia*) eran las que dominaron el lugar. En la tierra firme de esta finca se encuentran parches de bosques secundarios que funcionan como límites para otras fincas cercanas (Fig. 5).

Figura 5

Paisaje característico de los arrozales silvestres de Medio Queso (sitio la finca del Gringo), región Huetar Norte.



Nota: Fotografías de Paola Gastezi (2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Riqueza de Especies

Para determinar el número de especies de aves en los arrozales, se realizaron muestreos mensuales desde octubre del 2011 hasta mayo del 2012. En cada uno de los muestreos se utilizó el método de conteo en puntos fijos, metodología estandarizada para aves (Bibby et al. 1998, Conway 2003, Kushlan 2011). Se establecieron tres puntos fijos en el humedal del río Medio Queso y uno en los arrozales de los alrededores de Caño Negro.

Los puntos fijos se ubicaron en sitios donde existían parches de arroz silvestre. En los puntos fijos se contó el número de individuos de cada especie presente en los arrozales, desde las 05:45 a 09:45 hrs. Los registros de las aves la realizaron a través de la observación directa y mediante el uso de binoculares Eagle Optics (10x42). La riqueza de aves se amplió con aquellas especies que no fueron observadas en los puntos de conteo, pero que se observaron durante el recorrido para llegar o salir de los sitios de muestreo o mediante la captura con redes de niebla (método utilizado exclusivamente para buscar la presencia de partes vegetativas de arroz en las aves). Para cuantificar la riqueza de especies se utilizaron las siguientes medidas: 1) número de especies (Brower et al. 1989) y 2) los estimadores Jackknife de primer orden, Chao 1 (S_1) y Chao 2 (S_2) que valoran la riqueza de especies esperada para un sitio (Colwell y Coddington 1994).

Abundancia de las Especies

Para cuantificar la abundancia de las especies de aves, se utilizaron los registros del número de individuos de cada una de las especies observadas en los puntos de conteo. Se calculó la abundancia general de las especies, a partir de la sumatoria del número de individuos del total de especies de aves registradas. Adicionalmente, se calculó la abundancia de los órdenes (número de individuos de todas las especies representantes de cada orden) y de las tres especies con mayor número de individuos (número de individuos de cada especie).

Comportamiento y Uso de hábitat

Durante las observaciones directas en los puntos de conteo, se registró el tipo de comportamiento de cada una de las especies de aves, para estimar el uso que las aves estaban dándole a los arrozales. Los tipos de comportamiento fueron: descanso, alimentación, anidación o desplazamiento.

Presencia de Rastros de partes vegetativas de arroz en las aves.

Para determinar si en las especies de aves presentes en los arrozales, existían rastros o evidencias de la presencia de partes vegetativas de arroz, se colocaron ocho redes de niebla de 12 m de largo x 3.6 m de alto. En cada sitio de muestreo se colocaron cuatro redes y permanecieron abiertas desde las 05:45 a 09:45 hrs. En Medio Queso, se colocaron las redes de niebla donde existía una mezcla de arroz silvestre (*O. glumaepatula* y *O. latifolia*) y además restos de un arrozal comercial que había sido cosechado. En los arrozales comerciales de Caño Negro, se colocaron dentro del arrozal. El esfuerzo de captura fue de 32 horas. Una vez capturadas las aves, se procedió a identificar la especie, y se realizó una revisión exhaustiva de todo el cuerpo para buscar algún rastro o indicio de partes vegetativas de arroz. Si se encontró alguna evidencia, se fotografió y colectó en un envase hermético para posterior identificación en el laboratorio de Biología Molecular de la Universidad de Costa Rica.

Las capturas se realizaron en ambos sitios durante los meses de octubre, noviembre-diciembre y febrero. El resto de los meses no se hicieron capturas por que los arrozales fueron cosechados en ambos sectores para posteriormente continuar con el ciclo de siembra de otros productos alternativos. Por otra parte, en los meses de marzo, abril y mayo, coinciden con la estación seca y en las zonas de estudio se siembra frijol.

RESULTADOS

Riqueza de Especies de Aves

Se registraron 53 especies de aves en los arrozales (30 acuáticas y 23 terrestres). Las especies terrestres, fueron principalmente palomas (Columbiformes), rapaces (Falconiformes), insectívoras y granívoras (Passeriformes). Las especies acuáticas fueron principalmente patos (Anseriformes), garzas (Ciconiiformes) y rascones (Gruiformes). Los órdenes con mayor número de especies fueron los Passeriformes (17 especies), Ciconiiformes (14) y Gruiformes (9). Mientras que los órdenes con menor número de especies fueron los Cuculiformes (1 especie) y Charadriiformes (1 especie).

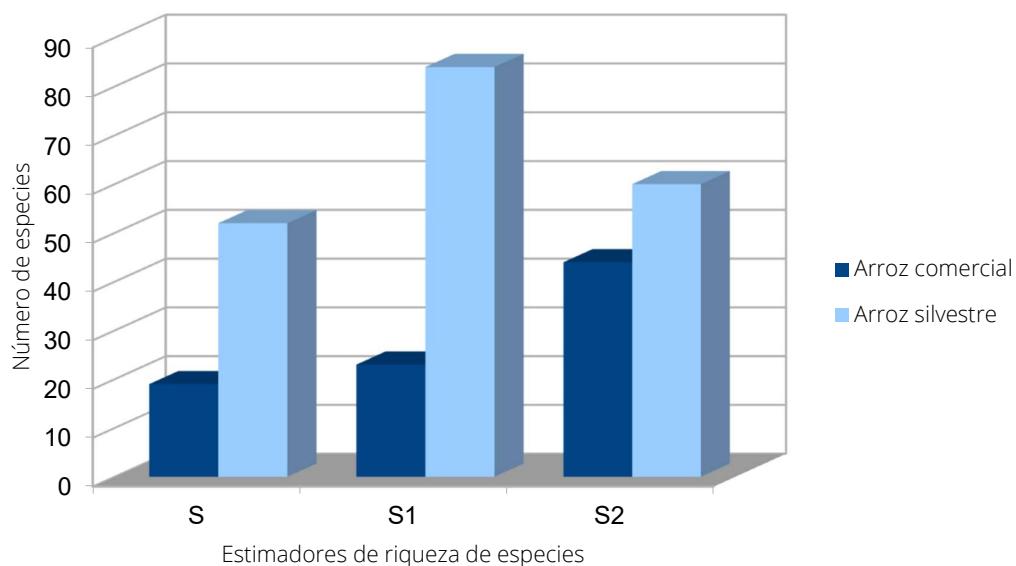
Los ensambles de aves de los arrozales estuvieron compuestos por 40 especies residentes, siete migratorias latitudinales y seis especies que presentan poblaciones tanto migratorias como residentes en el país. En los arrozales comerciales se registraron 19 especies de aves, 10 de ellas Passeriformes y cuatro Ciconiiformes. Las familias con mayor representación de especies tuvieron el mismo número de especies (Columbidae, Tyrannidae y Passerellidae). Mientras

que en los arrozales silvestres se registraron 52 especies, 17 de ellas Passeriformes y 14 Ciconiiformes. La familia Ardeidae presentó el mayor número de especies (10), seguido por Rallidae (7) y Passerellidae (6). Dentro de estos grupos se destaca la presencia de especies como zanate de laguna (*Quiscalus nicaraguensis*), el pato real (*Cairina moschata*), el pato cantil (*Heliorhynchus fulica*), la espátula rosada (*Platalea ajaja*), el jabirú (*Jabiru mycteria*) y el rascón moteado (*Pardirallus maculatus*) (Apéndice 1).

Se estima que la riqueza de especies de aves en los arrozales comerciales podría ir desde 23 especies (Estimador Chao 1=S1) hasta 44 especies (Estimador Chao 2=S2). Mientras que en los arrozales silvestres la riqueza podría ir desde 84 especies (Estimador Chao 1=S1) hasta 60 especies (Estimador Chao 2=S2) (Fig. 6).

Figura 6

Riqueza de especies de aves



Nota: Riqueza de especies de aves observada (S) y estimada según Chao 1 (S1) y Chao 2 (S2) para los arrozales comerciales y silvestres, Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, durante octubre del 2011 y mayo del 2012.

Durante el período de muestreo, en los arrozales comerciales, el número de especies máximo (9 especies) de aves se registró entre noviembre del 2011 y febrero del 2012. Mientras que, en los arrozales silvestres, el número de especies osciló entre 31-36 y el pico máximo se registró en febrero del 2012.

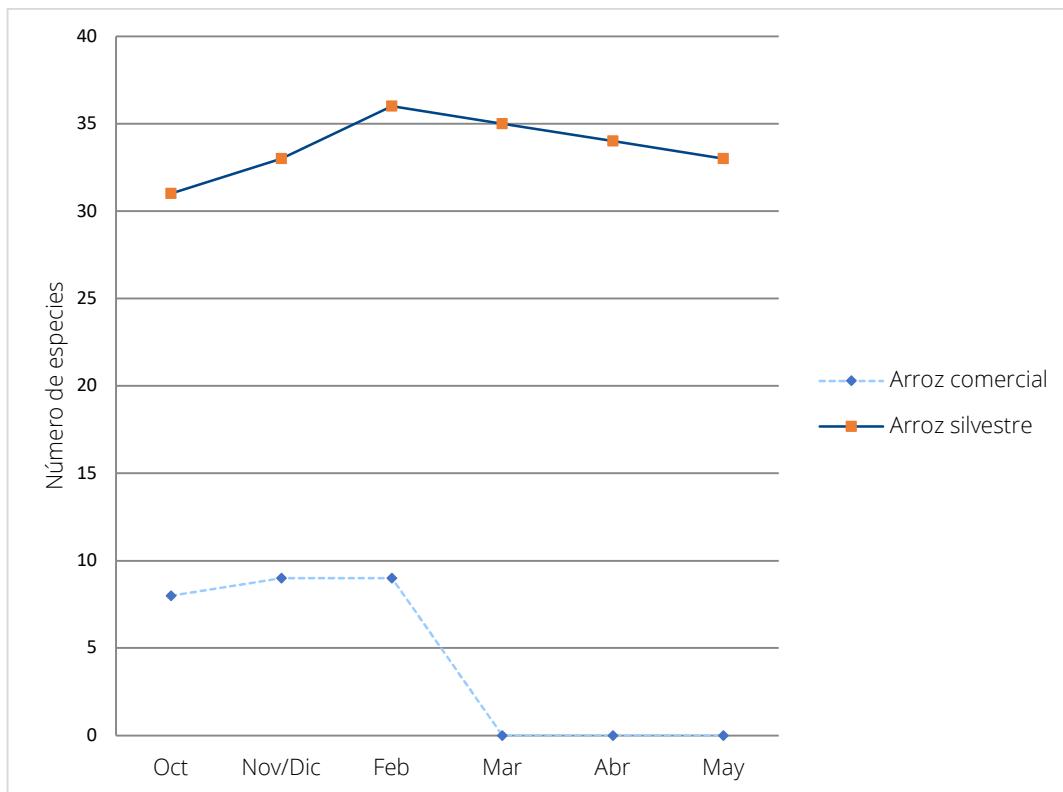
Abundancia de las especies de aves

Se observaron 91 individuos de 19 especies de aves en el arrozal comercial y 3041 individuos de 52 especies en los arrozales silvestres. En el arrozal comercial se registró durante los tres meses muestreados una abundancia similar, presentando un valor máximo en octubre del 2011 (43 individuos). En el arroz silvestre, se

registraron los valores más altos de abundancia entre octubre (1082 individuos) y diciembre (528 individuos) del 2011 (Fig. 7).

Figura 7

Cambio temporal del número de especies de aves



Nota: Cambio temporal del número de especies de aves registradas en los arrozales comerciales y silvestres, Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, durante octubre del 2011 y mayo del 2012.

La mayor abundancia registrada en los arrozales silvestres, la presentaron los Passeriformes (1431 individuos), Anseriformes (764 individuos) y Ciconiiformes (444 individuos). Mientras que los Columbiformes (76 individuos) y los Falconiformes (39 individuos), fueron las aves que presentaron menor abundancia en los arrozales silvestres. En los arrozales comerciales, no se registraron Anseriformes, Falconiformes ni Gruiformes (Tabla 1).

Tabla 1

Abundancia de especies de aves.

Ordenes de aves con mayor presencia	Arroz comercial	Arroz silvestre	Total
Anseriformes	0	764	764
Ciconiiformes	6	444	450
Falconiformes	0	39	39

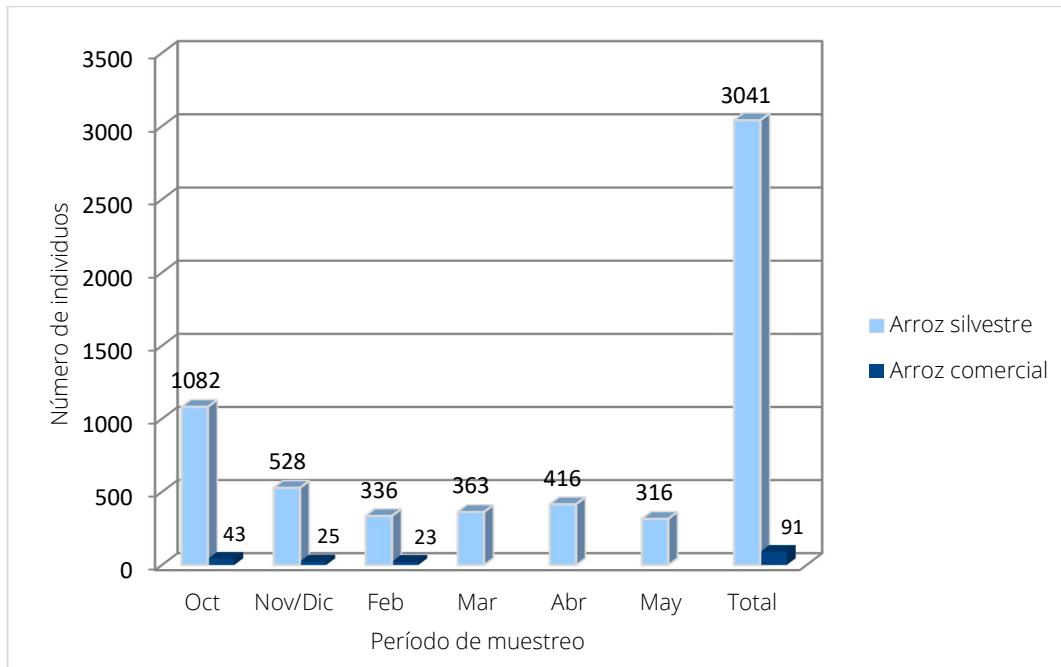
Ordenes de aves con mayor presencia	Arroz comercial	Arroz silvestre	Total
Gruiformes	0	125	125
Charadriiformes	1	96	97
Columbiformes	3	76	79
Cuculiformes	11	84	94
Passeriformes	70	1431	1501

Nota: Abundancia de las especies de aves registradas en los arrozales comerciales (AC) y silvestres (AS), en Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, durante octubre del 2011 y mayo del 2012.

Los órdenes de aves que presentaron dos patrones de abundancia temporal muy sobresalientes en los arrozales silvestres fueron los Passeriformes, los Anseriformes y los Ciconiiformes. Los Passeriformes exhibieron los valores más altos entre octubre del 2011 y febrero del 2012 y luego bajaron hasta abril. Los Anseriformes presentaron el pico más alto en octubre y luego descendió en marzo y posteriormente aumentó en mayo. Por otro lado, los Ciconiiformes iniciaron en octubre con valores bajos y progresivamente aumentaron hasta alcanzar el mayor pico en mayo (Fig. 8).

Figura 8

Abundancia temporal de las aves en los arrozales



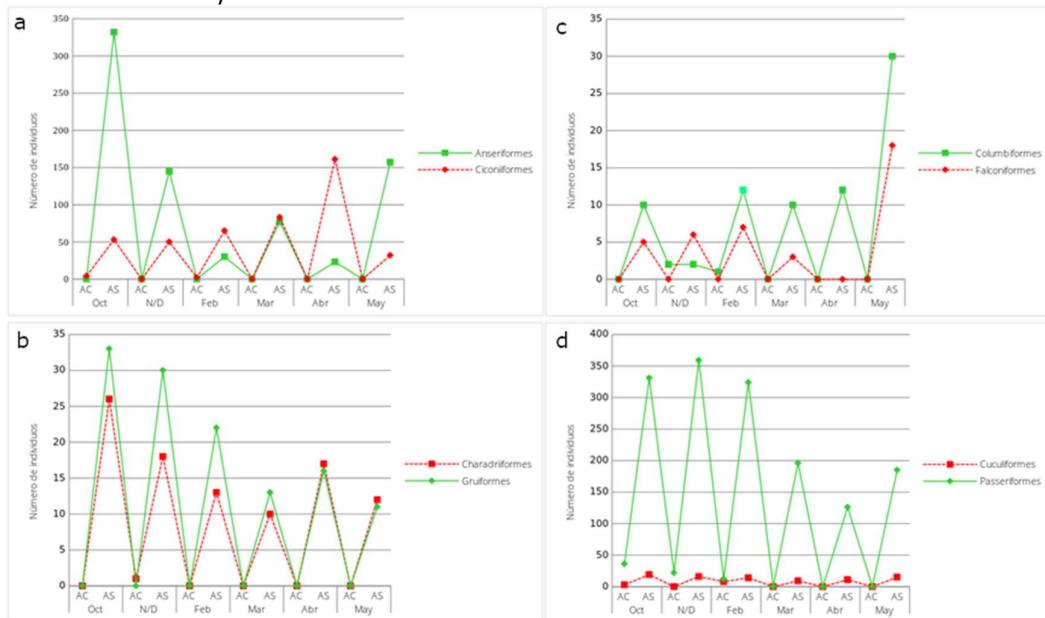
Nota: Abundancia temporal de las aves en los arrozales comerciales y silvestres, Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, durante octubre del 2011 y mayo del 2012.

La especie más abundante de los Passeriformes fue el tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*). Durante octubre del 2011 y mayo del 2012, el sargento presentó una alta abundancia promedio y específicamente entre noviembre y diciembre del

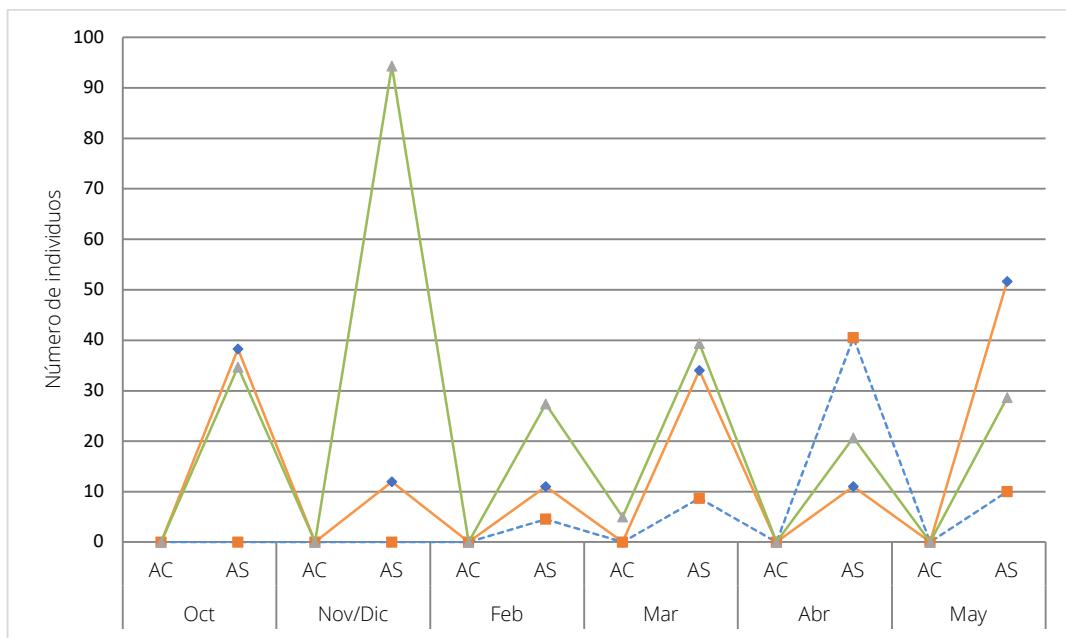
2011 se registraron más de 90 individuos (DE=72.0) en los arrozales silvestres. La especie más abundante de los Anseriformes fue el piche común (*Dendrocygna autumnalis*). En mayo del 2012, presentó una abundancia promedio de más de 50 individuos (DE=59.5) en los arrozales silvestres. La especie más abundante de los Ciconiformes fue el cigüeñón (*Mycteria americana*), especie que presentó la mayor abundancia promedio (>40 individuos) (DE=50.2) en abril del 2012 en los arrozales silvestres (Fig. 9 y 10).

Figura 9

Abundancia temporal de las aves



Nota: a) Anseriformes y Ciconiiformes, b) Charadriiformes y Gruiformes, c) Columbiformes y Falconiformes y d) Cuculiformes y Passeriformes en los arrozales comerciales (AC) y silvestres (AS), Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, Costa Rica, desde octubre del 2011 a mayo del 2012.

Figura 10*Abundancia promedio de las especies de aves*

Nota: Abundancia promedio de las especies de aves más abundantes registradas en los arrozales comerciales (AC) y silvestres (AS), Caño Negro y Medio Queso, región Huetar Norte, durante octubre del 2011 y mayo 2012.

Comportamiento y Uso de hábitat de las aves

De las 53 especies de aves observadas en los arrozales silvestre y comercial, 18 de ellas estaban alimentándose de espigas de arroz, 10 de ellas en los arrozales silvestre y ocho en el arrozal comercial (Cuadro 2).

Tabla 2*Especies de aves observadas alimentándose de arroz silvestre y comercial*

Especies de aves	Nombre común	Localidades	
		Caño Negro (arroz comercial)	Medio Queso (arroz silvestre)
<i>Porzana carolina</i> *	Polluela norteña		X
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma rabuda	X	
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma coronigris	X	
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero negro azulado	X	X
<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	X	X
<i>Sporophila morelleti</i>	Espiguero collarejo	X	X
<i>Sporophila nuttingi</i>	Semillero piquirrosado		X
<i>Sporophila funerea</i>	Semillero picogrueso		X
<i>Spiza americana</i> *	Sabanero arrocero	X	X
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		X

Nota: * especies de aves que tienen migración Neotropical.

El zanate de laguna (*Q. nicaraguensis*), el bienteveo grande (*Pitangus sulphuratus*), el tordo sargento (*A. phoeniceus*) y el pecho amarillo (*Tyrannus melancholicus*), probablemente aniden dentro o en la vegetación de los bordes de los arrozales, ya que se observaron individuos acarreando material para la construcción de nidos. Sin embargo, no se encontraron nidos, ni se observaron juveniles.

Otras especies de aves mostraron comportamientos de búsqueda de refugio como el aguilucho norteño (*Circus hudsonius*), avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), la cerceta aliazul (*Spatula discors*), cigüeñón (*M. americana*), espátula rosada (*P. ajaja*) entre otras. El mayor uso que mostraron las aves en los arrozales fue el de alimentación. Al menos en más de una ocasión todas las especies mostraron comportamientos de forrajeo tanto las acuáticas, terrestres, residentes y migratorias.

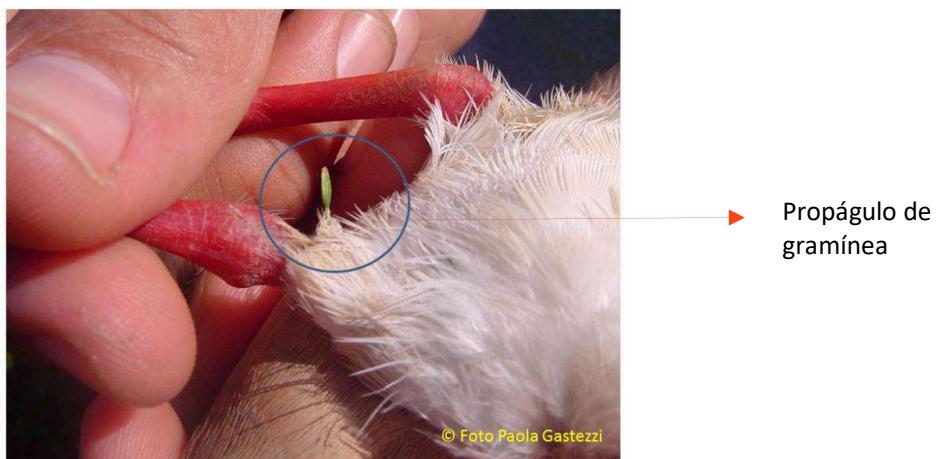
Presencia de Rastros de partes vegetativas de arroz en las aves

En cuanto a las capturas en redes de niebla en el arroz comercial y el silvestre, se obtuvo un total de 122 individuos en el arroz silvestre y 11 en el arroz comercial, en este último solo se realizaron las capturas por tres meses en que duro el cultivo del arroz comercial, mientras que en el arroz silvestre el muestreo fue de cuatro meses. De las especies capturadas se obtuvieron ocho y 10 especies en el arroz comercial y silvestre respectivamente. De las especies capturadas, la especie que presento mayor abundancia fue el tordo sargento (*A. phoeniceus*) con 61 individuos, seguido por el espiguero variable (*Sporophila corvina*), el semillero negro azulado (*V. jacarina*) y sabanero arrocero (*Spiza americana*) con 16, 15 y 12 individuos respectivamente.

Durante las capturas con las redes de niebla sólo una paloma, la paloma coronigris (*Leptotila plumbeiceps*) se encontró que tenía una semilla de gramínea desconocida en los plumones de las patas (Fig. 12).

Figura 12

*Propágulo de gramínea en paloma coronigris (*Leptotila plumbeiceps*)*



Las especies de aves capturadas solo *S. corvina*, *Sporophila torqueola* y *V. jacarina* y *L. plumbeiceps*, presentaron rastros de partes vegetativas de gramíneas en sus cuerpos. En las especies como el espiguero variable (*S. corvina*), semillero negro azulado (*V. jacarina*) y el espiguero collarejo (*Sporophila moreletti*) tenían almidón en el pico, evidenciando que estaba alimentándose de algunas gramíneas presentes en la zona (Fig. 13).

Figura 13

*Restos de almidón en pico en espiguero variable (*Sporophila corvina*)*



En los meses en que el arroz silvestre y el arroz comercial no están disponibles, las aves que antes se habían capturado en estos ambientes no estuvieron presentes. Se colocaron redes de niebla para conocer si las aves tenían algún grado de fidelidad al sitio donde estaba el cultivo y el arroz silvestre y se demostró que la abundancia y la cantidad de especies en las capturas disminuyeron en ambos sitios en un 60% en ambos arrozales.

Durante la estación seca el nivel de agua baja considerablemente en el humedal del río Medio Queso (aproximadamente 2 metros), por lo que la falta de lluvias en la zona ha permitido observar más aves en el humedal en especial aquellas que son inconspicuas, como la polluela pechiamarilla (*Hapalocrex flaviventer*), avetorillo pantanero (*Ixobrychus exilis*), avetoro norteño (*B. lentiginosus*) y el rascón moteado (*Pardirallus maculatus*).

DISCUSIÓN

Los resultados presentados provienen de cuatro sitios de la región Huetar Norte de Costa Rica, una de las regiones donde se cultiva arroz comercial en gran escala (SEPSA 2011) y una de las áreas de endemismo del arroz silvestre del país (Zamora et al. 2003).

El número de especies (19) de aves principalmente Passeriformes y Ciconiiformes en los arrozales comerciales de la región Huetar Norte, fue menor a lo documentado por Hurtado (2003) para la región Chorotega. Mientras que el valor estimado del número de especies (43) para los arrozales comerciales de la región Huetar Norte, es similar a lo registrado para los arrozales comerciales de la región Chorotega.

Se estima que los arrozales silvestres de la región Huetar Norte, pueden albergar hasta 84 especies de aves. Esto posiblemente a la condición natural del ecosistema de arroz silvestre endémico existente en los humedales de la región Huetar Norte, presentando heterogeneidad de hábitat a diferencia de los hábitats homogéneos de los arrozales comerciales. Sundar y Subramanya (2010), mencionan que el número de aves que usan los arrozales varía con el nivel del agua del cultivo y con la fase de crecimiento del arroz. Además, en otros lugares se ha detectado que el único factor que influenciaba el número de aves acuáticas fue el manejo de la cosecha de los arrozales (Taylor y Schultz, 2010).

La presencia de especies como el zanate de laguna (*Querula nicaraguensis*), el pato real (*Cairina moschata*), el pato cantil (*Heliornis fulica*), la espátula rosada (*Platalea ajaja*), el jabirú (*Jabiru mycteria*), el avetoro neotropical (*Botaurus pinnatus*), el rascón moteado (*Pardirallus maculatus*) y el avetoro norteño (*B. lentiginosus*) son de suma importancia en conservación. Estas especies poseen varios atributos: 1) dependen de los humedales naturales para la supervivencia, 2) están en peligro de extinción a nivel nacional o regional y 3) existe escaso conocimiento biológico de estas especies en Costa Rica. La ocurrencia del rascón moteado y el avetoro norteño, representan los primeros registros para la zona norte y una ampliación de ámbito de distribución de esta especie en el país.

El avetoro norteño, es un residente raro de invierno y poco común, y no hay registros de esta especie desde principios de siglo XX (Stiles y Skutch 1995). Sin embargo, el avistamiento de esta especie en el humedal se convierte en un dato importante para la especie en el país.

Los arrozales de la región Huetar Norte, proveen hábitat de alimentación a varias especies de aves migratorias tanto acuáticas como terrestres tales como: cerceta aliazul (*S. discors*), garzón azulado (*Ardea herodias*), polluela norteña (*Porzana carolina*), antifacito norteño (*Geothlypis trichas*) y sabanero arrocero (*S. americana*).

Los arrozales, también, proporcionan de hábitat de alimentación a especies de aves residentes ya sea acuáticas y terrestres de la región Huetar Norte como: avetorillo pantanero (*I. exilis*), gallareta morada (*Porphyrio martinicus*), espiguero collarejo (*S. morelleti*), semillerito negro azulado (*V. jacarina*) y semillero picogrueso (*Sporophila funerea*). Estos datos indican que los arrozales proveen de hábitat importantes, tanto para aves acuáticas como para aves terrestres, lo que

sugiere que existen diferencias en las condiciones del hábitat entre los campos (Heldbjerg et al. 2018).

El significado de los arrozales para las aves acuáticas es bien conocido a nivel mundial (Elphick 2010, Fujioka et al. 2010, Wood et al. 2010, Sundar y Subramanya 2010, Taylor y Schultz 2010, Longoni 2010, Wymenga y Zwarts 2010), pero el uso de los arrozales para las aves terrestres puede ser subestimado, porque no todos los estudios reportan a las aves terrestres (Acosta et al. 2010). La presencia de aves acuáticas y terrestres en los arrozales, podría ser un reflejo de una amplia variedad de alimentos animales y vegetales que son producidos en una estrecha asociación con el cultivo de arroz (Stafford et al. 2010).

En 11 países de América, las aves con mayor abundancia en los arrozales fueron los Ciconiiformes y Anseriformes (Acosta et al. 2010). En el sur de América del Sur (Brasil, Argentina y Uruguay) las aves más abundantes fueron los Charadriiformes y los Passeriformes (Blanco et al. 2006). En los arrozales de la región Huetar Norte, también los Anseriformes y adicionalmente los Passeriformes (aves terrestres) fueron las aves más abundantes, lo que refleja el alto uso del hábitat de arrozal. Probablemente, las Passeriformes fueron las más abundantes en este estudio porque en los arrozales encontraron una variedad de recursos disponibles para alimento, refugio y anidación.

Se ha registrado que las aves en los arrozales se alimentan de semillas, hojas, tallos y raíces de las plantas de arroz, también de otras semillas de plantas que son consideradas competidoras en el cultivo. Además, se alimentan de invertebrados acuáticos (camarones, coleópteros, chironómidos) y de vertebrados acuáticos (peces, ranas, culebras, lagartijas) y terrestres (ratones) (Stafford et al. 2010).

En varios países de América, incluyendo a Costa Rica, los piches (*Dendrocygna spp.*) y los sargentos (*Agelaius spp.*) fueron muy abundantes en los arrozales (Acosta et al. 2010, Blanco et al. 2006). Similar a lo registrado en los arrozales silvestres de la región Huetar Norte. Los piches (*D. autumnalis*) en conjunto con los sargentos (*A. phoeniceus*), son especies de aves que se alimentan de semillas y otras partes vegetativas de las plantas que se desarrollan en los humedales. Anteriormente en Costa Rica, se analizaron los contenidos esofageales de patos en la región Chorotega y se encontró que la dieta estaba dominada principalmente por semillas de arroz (Botero y Rusch 1994). Así mismo, el sargento puede ser una plaga del grano del arroz en Costa Rica (Stiles y Skutch 1995) y en América del Sur (Blanco et al. 2006).

Aunque no se encontraron nidos, ni juveniles de aves en los arrozales, si se observaron especies (*Q. nicaraguensis*, *P. sulphuratus*, *A. phoeniceus* y *T. melancholicus*) transportando materiales para la construcción del nido. Por el comportamiento de las aves, se puede esperar que algunas especies aniden en los arrozales, por ejemplo, aves acuáticas como patos, garzas, cigüeñas, ibises o

espátulas, requieren árboles para anidar. La única especie de las garzas que puede anidar en arrozales es *I. exilis*. Las aves Gruiformes (rascones y gallaretas) y Passeriformes (semilleros, insectívoros), son los grupos que han anidado en los arrozales.

Específicamente, *P. martinicus* y *A. phoeniceus* son especies que han mostrado altos niveles de anidación en los arrozales (Pierluissi 2010). Además, (J. Villarreal Orias) ha observado anidación de *P. martinicus* en arrozales comerciales de la región Chorotega, situación que ha creado conflictos con los productores por considerarla especie dañina en los cultivos de arroz, ya que la construcción de los nidos la realizan de acumulaciones de espigas de arroz. En Suramérica también se ha registrado este comportamiento con otras especies de Rallidae (Blanco et al. 2006).

De todos los estudios que han documentado el uso de las aves en los arrozales a escala global (Elphick et al. 2010c) y regional -América del Sur- (Blanco et al. 2006), ninguno trató sobre el rol de las aves como agentes dispersores del arroz. Por lo que es necesario que en futuras investigaciones se enfatice la identificación de las aves como agentes de dispersión y además se evalúe el impacto que podría tener esta dispersión en la conservación de genes silvestres o comerciales de arroz utilizados en el país. Este estudio solo generó posibilidades de potenciales agentes dispersores del arroz, producto de la observación de especies que consumían arroz, de la riqueza de especies, de la abundancia, del uso del hábitat y de las pocas evidencias de presencia de partes vegetativas de arroz en las aves de cuatro sitios de muestreo, por un período de ocho meses.

Finalmente, tanto en los arrozales comerciales como en los arrozales silvestres, las aves Passeriformes fueron las que presentaron mayor riqueza de especies y abundancia, usaron los arrozales como hábitat de alimentación y además mostraron evidencias de presencia de partes vegetativas de gramíneas en el cuerpo. Por lo cual, es latente la probabilidad de que las aves y en especial las Passeriformes, sean agentes potenciales de dispersión de propágulos de arroz en la región Huetar Norte de Costa Rica.

CONCLUSIONES

Los arrozales silvestres (*O. glumaepatula* y *O. latifolia*) que se encontraban en las planicies de inundación del río Medio Queso, presentaron mayor riqueza de especies de aves en comparación con el número de aves en los arrozales comerciales (*O. sativa*) de los alrededores de Caño Negro. Se estima que en los arrozales silvestres pueden encontrarse hasta 84 especies de aves, mientras que en los arrozales comerciales se pueden esperar encontrar hasta 44 especies de aves.

De acuerdo con los datos obtenidos de la riqueza esperada de las especies en el humedal de Medio Queso, se muestra que con el tiempo se espera seguir

encontrando más especies nuevas para el sitio de estudio, lo que enriquecería el inventario general y se conocería con más certeza las especies que dependen del humedal, por lo que se debería dar continuidad al monitoreo.

Las aves Passeriformes y Anseriformes fueron las que presentaron mayor abundancia en dos períodos: 1) octubre-noviembre y 2) abril-mayo, en los arrozales silvestres y comerciales de la región Huetar Norte. Específicamente, las especies más abundantes en los arrozales fueron el sargento (*A. phoeniceus*), el piche común (*D. autumnalis*) y (*M. americana*).

El mayor uso que mostraron las aves en los arrozales fue el de alimentación. Al menos en una ocasión todas las especies mostraron comportamientos de forrajeo tanto las acuáticas, terrestres, residentes y migratorias. Pero las Passeriformes fueron las que mostraron mayor evidencia de alimentación y anidación en los arrozales de la región Huetar Norte.

De las aves acuáticas, existen algunos grupos que podrían ser potenciales agentes de dispersión de algunas partes vegetativas del arroz en la región Huetar Norte. Por ejemplo, las aves Anseriformes como los piches (*D. autumnalis*), pato real (*C. moschata*) y (*Spatula discors*), acostumbran a alimentarse de granos y hojas de plantas acuáticas, lo que podría aumentar la probabilidad de que se alimenten de partes vegetativas de arroz (semillas o brotes nuevos de hojas). Pero esto no asegura la dispersión del arroz, ya que los procesos digestivos de las aves acuáticas son muy fuertes y desintegran los granos de cualquier semilla.

Los Ciconiiformes por poseer patas largas y por alimentarse de presas acuáticas como peces, caracoles, invertebrados y ranas en terrenos lodosos, podrían transportar en las patas semillas de arroz, adheridas al barro. Los Rallidae, acostumbran a buscar alimento, refugiarse o construir los nidos entre las plantas de arroz, ellas podrían transportar semillas adheridas a las plumas o llevar espigas para construir nidos. Las palomas (Columbidae), se alimentan de granos de arroz y pueden construir el nido con espigas caídas de arroz y podrían dispersar arroz por defecación de las semillas y por el transporte de espigas a sitios de anidación. Otras especies (Tyrannidae), aunque no se alimentan de arroz, utilizan partes de la planta que porten granos para construir los nidos.

Diversas especies de aves eventualmente podrían estar transportando semillas de gramíneas y aunque en este estudio solo se encontró una semilla, por lo que no se debe descartar la posibilidad de que estos eventos de dispersión podrían ocurrir en el arroz silvestre y comercial produciéndose flujo de genes entre estas poblaciones de gramíneas.

La importancia de continuar con estos estudios como estos es para tener información precisa del humedal, la avifauna y la relación con las gramíneas silvestres que en él habitan y así contribuir con el conocimiento de las interacciones aves y los humedales en el país, ya que existen pocos estudios a

profundidad de los humedales de agua dulce, aunque estos ya tengan alguna categoría de protección.

Los registros de las nuevas especies para el humedal y datos de nuevos hallazgos de distribución para el país indican que aún existen vacíos en cuanto a estudios de investigación de algunos humedales del país, a la falta de conocimiento y a la prioridad que se da a estos. Es de suma importancia dar seguimiento a este estudio y realizar un monitoreo constante para proponer las medidas de conservación necesarias para este humedal. El avistamiento del Avetoro norteño (*B. lentiginosus*), es un dato de vital importancia para el humedal del río Medio Queso y para el país, porque nos indican que el humedal podría estar sustentando los requerimientos biológicos y ecológicos para estas aves con pocos registros en el país.

Finalmente, con estos aportes se puede afirmar que existen criterios biológicos para establecer al humedal como un área especial protegida, debido a su importancia para las aves, el arroz silvestre y otros componentes que posee este humedal, además de que este estudio es el primero que se realiza en arrozales silvestres y comercial en la zona norte del país y en Centroamérica.

REFERENCIAS

- Acosta, M., L. Mugica, D. Blanco, B. López-Lanús, R. Antunes Dias, L. W. Doodnath y J. Hurtado. 2010. Birds of rice fields in the Americas. *Waterbirds* 33 (Special publication):105-122.
- Bibby, C., M. Jones y S. Marsden. 1998. *Expedition field techniques bird survey*. Expedition Advisory Centre. Royal Geographical (with The Institute of British Geographers). London.
- Blanco, D. E., B. López-Lanús, R. Antunes Días, A. Azpiroz y F. Rilla. 2006. Uso de arroceras por chorlos y playeros migratorios en el sur de América del Sur. Implicaciones de conservación y manejo. *Wetlands International*. Buenos Aires, Argentina.
- Botero, J. E. y D. H. Rusch. 1994. Foods of blue-winged teal in two Neotropical Wetlands. *J. Wildl. Manage.* 58(3):561-565.
- Brower, J., J. Zar y C. von Ende. 1989. *Field and laboratory methods for general ecology*. Third edition. Wm. C. Brown Publishers. USA.
- Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEDEME) y Universidad Nacional (UNA), Sede Chorotega. Nicoya. (2010). Caracterización biofísica de las zonas definidas para la implementación de las opciones de cosecha de agua. San José, Costa Rica.

- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B* 345:101-118.
- Conway, C. J. 2003. Protocolos estandarizados para el monitoreo de aves de marisma de Norte América. Versión 1.1 de la traducción. Programa de Monitoreo de Aves de Marisma de Norte América. University of Arizona. USA.
- Corporación Arrocera Nacional. 2020. Informe anual estadístico 2019-2020. Centro Estadístico Arrocero, Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ). San José, Costa Rica.
- Dallmeier, F. 1991. Wistling-ducks as a manageable and sustainable resource in Venezuela: Balancing economic costs and benefits. Páginas: 266-287. En Robinson, J. G. y K. H. Redford (eds). *Neotropical wildlife use and conservation*. The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Elphick, C. S. 2010. Why study birds in rice fields? *Waterbirds* 33 (Special publication):1-7.
- Elphick, C. S., P. Baicich, K. C. Parsons, M. Fasola y L. Mugica. 2010a. The future for research on waterbirds in rice fields. *Waterbirds* 33 (Special publication):231-243.
- Elphick, C. S., O. Taft y P. Lourenco. 2010b. Management of rice fields for birds during the non-growing season. *Waterbirds* 33 (Special publication):181-192.
- Elphick, C. S., K. C. Parsons, M. Fasola y L. Mugica. 2010c. Ecology and conservation of birds in rice fields: A global review. *Waterbirds* (Special publication 1), Vol. 33.
- Fasola, M. y A. Brangi. 2010. Consequences of rice agriculture for waterbird population size and dynamics. *Waterbirds* 33 (Special publication):160-166.
- Fujioka, M., S. D. Lee, M. Kurechi y H. Yoshida. 2010. Birds use of rice fields in Korea and Japan. *Waterbirds* 33 (Special publication):8-29.
- Fujioka, M., J. W. Armacost, Jr., H. Yoshida y T. Maeda. 2001. Value of fallow farmlands as summer habitats for waterbirds in a Japanese rural area. *Ecological Research* 16 (3):555-567.
- Gupta, P. C. y J. C. O'Toole. 1986. Upland rice. A global perspective. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines.
- Heldbjerg, H., P. Sunde y A.D. Fox. 2018. Continuous population declines for specialist farmland birds 1987-2014 in Denmark indicates no halt in biodiversity loss in agricultural habitats. *Bird Conservation International* 28: 278-292.
- Hurtado, J. 2003. Abundancia, diversidad, riqueza, uso de hábitat y comportamiento de aves acuáticas: una comparación entre un humedal

- seminatural y un arrozal con riesgo en Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Hurtado, J. 2004. Arrozales son humedales para aves en Palo Verde. Revista Ambientico 129.
- Ibáñez, C., A. Curcó, X. Riera, I. Ripoll y C. Sánchez. 2010. Influence on birds of rice field management practices during the growing season: A review and an experiment. *Waterbirds* 33 (Special publication):167-180.
- King, S., C. S. Elphick, D. Guadagnin, O. Taft y T. Amano. 2010. Effects of landscape features on waterbird use of rice fields. *Waterbirds* 33 (Special publication):151-159.
- Kushlan, J. A. 2011. Heron count protocols: inventory, census, and monitoring of herons. *Heron Conservation*. The IUCN Heron Specialist Group. www.heronconservation.org.
- Liere, H., S. Jha y S. M. Philpott. 2017. Intersection between biodiversity conservation, agroecology, and ecosystem services. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41:723-760.
- Lorenzón, R.E., E. J. León, M. Juani, A. H. Beltzer, P. M. Peltzer, R. C. Lajmanovich, y A. M. Attademo. 2020. Can agroecological management increase functional diversity of birds in rice fields? *Revista de Biología Tropical*, 68(3): 873-883.
- Longoni, V. 2010. Rice fields and waterbirds in the Mediterranean Region and the Middle East. *Waterbirds* 33 (Special publication):83-96.
- Maeda, T. 2001. Patterns of bird abundance and habitat use in rice fields of the Kanto Plain, Central Japan. *Ecological Research* 16 (3): 569-585.
- Maltchik, L., A. S. Rolon, C. Stenert, I. F. Machado y O. Rocha. 2011. Can rice field channels contribute to biodiversity conservation in Southern Brazilian wetlands? *Rev. Biol. Trop.* 59(4):1895-1914.
- Muzaffar, S. B., J. Y. Takekawa, D. J. Prosser, S. H. Newman y X. Xiao. 2010. Rice production systems and avian influenza: Interactions between mixed-farming systems, poultry and wild birds. *Waterbirds* 33 (Special publication):219-230.
- Parsons, K. C., P. Mineau y R. B. Renfrew. 2010. Effects of pesticide use in rice fields on birds. *Waterbirds* 33 (Special publication):193-218.
- Pierluissi, S. 2010. Breeding waterbirds in rice fields: A global review. *Waterbirds* 33 (Special publication):123-132.
- Pierluissi, S., S. L. King y M. D. Kaller. 2010. Waterbird nest density and nest survival in rice fields of southwestern Louisiana. *Waterbirds* 33(3):273-424.
- Sánchez, E., M. Montiel y A. M. Espinoza. 2003. Ultrastructural morphologic description of the wild rice species *Oryza latifolia* (Poaceae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 51(2):345-354.

- Sánchez, E. y A. M. Espinoza. 2005. Ultrastructure of *Oryza glumaepatula*, a wild rice species endemic of tropical America. *Rev. Biol. Trop.* 53(1-2):15-22.
- Sánchez, E., T. Quesada y A. M. Espinoza. 2006. Ultrastructure of the wild rice *Oryza grandiglumis* (Gramineae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54(2):377-385.
- Senner, S. E., B. A. Andres y H. R. Gates (Eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU. Disponible en: <http://www.shorebirdplan.org>.
- Stafford, J. D., R. M. Kaminski y K. J. Reinecke. 2010. Avian foods, foraging, and habitat conservation in world rice fields. *Waterbirds* 33 (Special publication):133-150.
- Stiles, F. G., y A. F. Skutch. 1995. Guía de aves de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica.
- Sundar, K. S. G. y S. Subramanya. 2010. Bird use of rice fields in the Indian subcontinent. *Waterbirds* 33 (Special publication): 44-70.
- Taylor, I. R. y M. C. Schultz. 2010. Waterbird use of rice fields in Australia. *Waterbirds* 33 (Special publication):71-82.
- Toral, G. M., D. Aragonés, J. Bustamante y J. Figuerola. 2011. Using landsat images to map habitat availability for waterbirds in rice fields. *Ibis The International Journal of Avian Science.* 153: 684-694.
- Toral, G. M., R. A. Stillman, S. Santoro y J. Figuerola. 2012. The importance rice fields for glossy ibis (*Plegadis falcinellus*): Management recommendations derived from an individual-based model. *Biological Conservation* 148: 19-27.
- Trama, F. A., F. L. Rizo-Patrón y M. McCoy. 2008. El cultivo de arroz bajo riego y las aves playeras migratorias en Perú y Costa Rica. En de la Balze, V.M. y D.E. Blanco (eds.): Primer taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del Cono Sur. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- Veasey, E. A., E. de Andrade Bressan, M. I. Zucchi, R. Venconovsky, D. Cavalcante Cardim y R. M. da Silva. 2011. Genetic diversity of American wild rice species. *Sci. Agric.* (Piracicaba, Braz.) 68(4):440-446.
- Vignola, R., Poveda Coto, K., Watler, W., Vargas Céspedes, A., Berrocal Solís, A., y M. Morales. 2018. Informe de prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en Costa Rica: Cultivo de arroz. CATIE, MINAE, DCC, CONARROZ, INTA. San José, Costa Rica.
- Wood, C., Y. Qiao, P. Li, P. Ding, B. Lu y Y. Xi. 2010. Implications of rice agriculture for wild birds in China. *Waterbirds* 33 (Special publication):30-43.
- Wymenga, E. y L. Zwarts. 2010. Use rice fields by birds in West Africa. *Waterbirds* 33 (Special publication):97-104.

Zamora, A., C. Barboza, J. Lobo y A. M. Espinoza. 2003. Diversity of native rice (*Oryza Poaceae:*) species of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 50(8):855-876.