



## DIETA DEL CORRELIMOS DIMINUTO (*CALIDRIS MINUTILLA*) EN CULTIVOS DE ARROZ ORGÁNICO DE COLOMBIA

Yanira Cifuentes-Sarmiento<sup>1,2</sup> · Luis Miguel Renjifo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Ecología y Territorio, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Transversal 4° # 42-00, Edificio J, Rafael Arboleda, S.J, Piso 8, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Asociación Calidris. Carrera 24 No 4-20, Cali, Colombia.

E-mail: Yanira Cifuentes-Sarmiento · ycifuentes@javeriana.edu.co

**RESUMEN** · El arroz es uno de los principales alimentos para el ser humano y su área cultivada global se aproxima a los diez millones de hectáreas. Muchos ecosistemas naturales, en especial humedales, han sido modificados para realizar este cultivo. Sin embargo, el desarrollo de este cereal requiere de etapas de anegamiento que permiten que varios organismos, entre estos las aves playeras, obtengan recursos alimenticios. En los cultivos orgánicos de arroz del Valle del Cauca, Colombia, se han registrado doce especies de aves playeras migratorias provenientes principalmente de Norteamérica y se ha encontrado la mayor concentración de individuos del Correlimos Diminuto (*Calidris minutilla*) en Colombia. En los sitios de reproducción, *C. minutilla* se alimenta principalmente de invertebrados bentónicos y terrestres mientras que para los sitios de invernada se ha registrado una mayor gama de presas. Con el fin de determinar la dieta del *C. minutilla* en arrozales orgánicos, entre octubre y diciembre de 2012 se capturaron 50 individuos con redes de niebla y se les indujo a regurgitar con solución salina. Las presas identificadas en los regurgitados indican que en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca, *C. minutilla* se alimenta principalmente de insectos, arañas y material vegetal. Además, usa pequeñas piedras para triturar presas con exoesqueletos duros como coleópteros y hemípteros. Dado el porcentaje de consumo de larvas y adultos de coleópteros que son considerados una plaga en los cultivos de arroz, *C. minutilla* puede ser uno de los principales controladores naturales de estos insectos. Esta información contribuye a entender porque *C. minutilla* utiliza los arrozales y resalta la importancia de este agroecosistema para la migración de esta ave playera.

### ABSTRACT · Diet of Least Sandpipers (*Calidris minutilla*) in organic rice fields of Colombia

Rice is one of the most important food sources for humans, and its global cultivated surface reaches ten millions of hectares. Many natural ecosystems, especially wetlands, have been modified or destroyed due to conversion to rice fields. However, rice crops require flooding, and the wetlands thus created can provide food for several organisms including shorebirds. In the organic rice fields of Valle del Cauca, in Colombia, twelve species of Nearctic migrant shorebirds have been recorded, including the highest numbers of Least Sandpipers (*Calidris minutilla*) in Colombia. On their breeding grounds in North America, Least Sandpipers feed on benthic and terrestrial invertebrates, while on the wintering grounds they ingest a wider range of prey. To determine the diet of Least Sandpipers in this type of cultivation in Valle del Cauca, from October 2012 to December 2012 we caught 50 individuals using mist netting and obtained regurgitates induced with saline solution. The identification of prey found in regurgitates indicates that Least Sandpipers feed on insects, spiders, and vegetable material in the study site. In addition, they use small stones to crush prey with hard exoskeleton, such as Coleoptera and Hemiptera. Given the relatively high levels of consumption of beetle larvae and adults, which are considered pests for rice crops, Least Sandpipers could be one of the main bio-control agents of these insects. This information contributes to understand why Least Sandpipers use organic rice fields and highlights the importance of this agroecosystem for the migration of this shorebird.

**KEY WORDS:** Agroecosystem · Colombia · Diet · Regurgitation · Ricefield · Shorebirds

### INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza* sp., Poaceae) es el tercer cultivo, después de la caña de azúcar y el maíz, en producción

global con 738273 toneladas producidas por año (FAO 2014). Este cultivo es considerado un humedal artificial por la Convención Ramsar, dado que desempeña importantes funciones ecológicas, presenta

Receipt 2 October 2015 · First decision 7 March 2016 · Acceptance 1 July 2016 · Online publication 27 July 2016

Communicated by Kaspar Delhey © The Neotropical Ornithological Society

ciclos alternos de drenaje e inundación, áreas de aguas someras y heterogeneidad espacial y temporal (Fasola et al. 1996, Acosta & Mugica 2006, Ramsar 2008). Además sustenta diferentes elementos de la biodiversidad, entre ellas poblaciones de aves acuáticas residentes y migratorias de interés de conservación (Elphick 2000). Varios autores han señalado la importancia de los arrozales como hábitat de aves acuáticas, ya que proveen áreas de alimentación, refugio y reproducción (Manley 1999, Mugica 2000, Czech & Parson 2002; Tourenq et al. 2001, 2003). Por ejemplo, en los deltas de los ríos Po (Italia), Ródano (Francia), Axios (Grecia) y Ebro (España), se ha evidenciado que los arrozales son el principal hábitat de forrajeo de garzas durante la estación reproductiva (Fasola et al. 1996). En los arrozales del Parque Natural de L'Albufera, en la provincia de Valencia (España) más del 50% de la población de la Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) que habita esa provincia, utiliza los arrozales del parque como área de anidación. Así mismo, poblaciones reproductivas del Chorlitejo Chico (*Charadrius dubius*), del Pato Azulón (*Anas platyrhynchos*), la Gallineta Común (*Gallinula galeata*), el Avetorillo (*Ixobrychus minutus*) y el Zambullidor Chico (*Tachybaptus ruficollis*) utilizan estos arrozales para su anidación (Conselleria del Medio Ambiente 2002). En el noroeste de Italia, se ha observado que los arrozales son sitio de asentamiento de pequeñas colonias de Aguja Colinegra (*Limosa limosa*), Gaviota Común (*Larus ridibundus*) y Gaviotín Negro (*Chlidonias niger*) (Fasola & Ruiz 1996).

En Sudamérica se calcula que al menos 169 especies de aves acuáticas utilizan los arrozales (Blanco et al. 2006) y de estas, el grupo de las aves playeras es el que cuenta con el mayor número de especies, 34 en total (Mugica 2000, Mugica et al. 2003, Dias & Burger 2005, Blanco et al. 2006, Aldabe et al. 2010). Estas usan los arrozales como áreas de alimentación y descanso (Dias & Burger 2005, Blanco et al. 2006, Aldabe et al. 2010, Cifuentes-Sarmiento 2011), así como de reproducción, como sucede con (las) Cigüeñuelas (*Himantopus mexicanus* e *H. himantopus*), Pellar (*Vanellus chilensis*), Avoceta Americana (*Recurvirostra americana*) y Chorlo Doble Collar (*Charadrius vociferus*) (Shuford et al. 1998, Dias & Burger 2005, Acosta & Mugica 2006). En Colombia se han encontrado 22 especies de aves playeras asociadas a los cultivos de arroz, de las cuales sobresale el Correlimos Diminuto (*Calidris minutilla*) por ser la más abundante (Cifuentes-Sarmiento 2011). Los arrozales en el Valle del Cauca y las playas y planos lodosos de la costa pacífica colombiana y la baja y media Guajira constituyen los sitios con mayores concentraciones de la especie en el país (Hilty & Brown 2001, Ruiz-Guerra et al. 2008, Ruiz-Guerra 2012). En la migración de otoño, principalmente en octubre, los arrozales orgánicos del Valle del Cauca acogen alrededor de 2000 individuos de *C. minutilla* que corresponden al 0,3% de su población hemisférica (Cifuentes-Sarmiento 2011).

*C. minutilla* es la especie playera Neártica más pequeña del género *Calidris*, su población en el hemisferio occidental se estima en 700,000 individuos (Andres et al. 2012) y se reproduce en la tundra subártica y en los bosques boreales del norte de Norteamérica (Cooper 1993). En sus áreas de reproducción se alimenta de una amplia variedad de organismos en los que se incluye invertebrados bentónicos y terrestres, crustáceos, anfípodos, gasterópodos, ostrácodos e insectos, entre otros (Page 1974, Baker 1977). En los sitios de invernada, *C. minutilla* utiliza hábitats como lagos, áreas cenagosas, planos lodosos, estanques de aguas residuales, pastizales, campos agrícolas inundados, estanques de agua dulce y canales de drenaje (Campbell et al. 1990, Colwell 1993, Cifuentes-Sarmiento 2011, Ruiz-Guerra 2012) así como también, marismas costeras, playas con vegetación marina e islas de barrera (Canevari et al. 2001). En los sitios de paso e invernada esta especie se alimenta de ostrácodos, insectos y huevos de cangrejo cacerola (Hicklin & Smith 1979, Tsipoura & Burger 1999). Aunque la mayoría de estudios sobre la dieta de esta especie se han realizado en zonas costeras de Norteamérica (Skagen & Oman 1996, Backwell et al. 1998, Davis & Smith 1998, Andrei et al. 2009, Smith et al. 2012) y en humedales costeros de Centroamérica y Sudamérica (Acosta et al. 1994, Gonzalez Alfonso 2011), se sabe que los cultivos de arroz y otros tipos de ecosistemas productivos (camaroneras, pastizales, salitrales) representan hábitats importantes para esta especie durante su migración (Farmer & Parent 1997, Shuford et al. 1998, Blanco et al. 2006, Aldabe et al. 2010). Es por ello que el propósito de esta investigación fue determinar la dieta de *C. minutilla*, a partir de regurgitación forzada, en cultivos de arroz orgánico en el sudoeste de Colombia. La información obtenida contribuye a entender la importancia de los arrozales como humedales artificiales para esta especie y evidencia el rol de *C. minutilla* como controlador de insectos considerados plaga en los cultivos de arroz.

## MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la finca El Renacer (03°06'28,8"N; 0,76°36'47,0"W), departamento del Valle del Cauca, en el sudoeste de Colombia. La finca se encuentra a 990 m s.n.m. y cuenta con 4 ha sembradas y cosechadas sin uso de agroquímicos. El manejo de los cultivos incluye semilleros, trasplante y control de malezas manual. El agua del cultivo proviene de un distrito de riego, la inundación del cultivo se hace por gravedad, principalmente en las primeras fases de desarrollo: preparación, inundación y plántula. Mientras que en las fases tardías como todo verde, espiga madura y cosecha, no reciben riego. La finca está dividida en cinco lotes que están separados entre sí por caminos, los cuales permiten la movilidad del agricultor para labores como deshierbe, aplicación de abonos y control del nivel del agua. Adicionalmente la finca está separada de las adyacentes por

canales de riego y cercas vivas con vegetación nativa. Entre octubre y diciembre de 2012, se ubicaron 10 redes de niebla de 12 m de largo x 3 m de alto y de 36 mm de ojo de red a lo largo de los caminos y canales de riego en la finca El Renacer. Las redes permanecieron abiertas entre las 05:30 y las 10:00 h y entre las 15:30 a las 18:00 h durante tres días consecutivos en cada fase de desarrollo: preparación, inundación y plántula; para obtener nueve jornadas de captura (tres días por cada fase de desarrollo) y un esfuerzo total de captura de 63 horas/red. Los individuos capturados fueron medidos, marcados con anillos metálicos y fueron sometidos a regurgitación forzada.

**Obtención del regurgitado.** La regurgitación forzada con solución salina es una técnica propuesta por Moody (1970) y modificada por Peraza (2000) que consiste en introducir por el pico del ave una cánula metálica de 15 cm de longitud con punta redondeada, a través del esófago hasta llegar al estómago. Una vez allí se inyecta aproximadamente 6ml de solución salina (Cloruro de sodio al 0,9%) con baja presión lo cual provoca la regurgitación del contenido estomacal. Casi al mismo tiempo que se inyecta la solución salina se invierte al ave y se le extrae la cánula con el propósito de obtener todo el lavado y evitar que los líquidos se devuelvan por la tráquea y ahoguen al ave. Durante este procedimiento no hubo casos de mortandad y solo se procedió a realizar la introducción de la cánula una sola vez, aún si el individuo no regurgitara nada. Los regurgitados fueron depositados en frascos con tapa y preservados en alcohol al 70% con una gota de glicerina para evitar degradación de organismos como larvas, invertebrados de cuerpos blandos y anfípodos. En el laboratorio, las muestras fueron filtradas y el excedente se llevó a una caja Petri con una cuadrícula milimetrada en su base que permitió estimar la proporción de cada ítem dentro de la muestra con la ayuda de un estereoscopio eléctrico Nikon C-PS SMZ1500. Con el excedente esparcido en la caja de Petri se separaron estructuras claves de insectos adultos como patas, antenas, mandíbulas, además de larvas y fragmentos de estas. Tales estructuras fueron empleadas para la identificación de los especímenes, usando las guías de Roldán-Pérez (1988), Posada-García & Roldán-Pérez (2003), Pacheco-Chaves (2010) y Pérez Bilbao (2010).

**Análisis de muestras.** El análisis de las muestras incluyó el porcentaje de cada ítem alimenticio en cada regurgitado y la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de presa ( $f = \text{número de regurgitados con determinada presa} \times 100 / \text{número de regurgitados examinados}$ ). También el índice estandarizado de Levin que permite evaluar la amplitud alimentaria y mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre los diferentes recursos, para esto se usó la fórmula:  $B_i = 1/(n-1) * (1/\sum P_j^2 - 1)$ . Donde  $P_j$  es la proporción de cada ítem presa en la dieta de todos los individuos capturados y  $n$  es el número de elementos

presa. Este índice varía de 0 a 1, toma el valor 1 cuando la dieta está conformada por un número igual de presas de cada categoría taxonómica y el valor 0 cuando todas las presas pertenecen a una sola categoría taxonómica, es decir una máxima especialización (Krebs 1999). De igual forma, se realizó el análisis de diversidad trófica según el criterio de Hurlbutia (1978) a partir de la fórmula de Brillouin (1965):  $H = (1/N) * (\log_2 N - \sum \log_2 N_i)$ . Este análisis indica la eficiencia alimentaria de cada uno de los individuos;  $N$  es el número total de entidades taxonómicas halladas en el regurgitado de cada individuo y  $N_i$  es el número total de presa  $i$  en cada regurgitado. Las estimaciones individuales fueron sumadas, obteniéndose la diversidad trófica acumulada ( $H_k$ ). Finalmente, para detectar preferencia por algún elemento, se procedió a calcular el índice de Ivlev (1961) que toma valores positivos o negativos dependiendo la preferencia. Se considera selección negativa ( $S^-$ ) cuando existe un uso significativamente menor del recurso del que cabría esperar por azar; selección positiva ( $S^+$ ) cuando el uso es significativamente mayor y no selección (NSEL) cuando el uso no difiere significativamente de lo que se podría esperar por azar. Cuando los valores se encuentran entre -0,6 y 0,6 se asume que los recursos tróficos fueron consumidos en correspondencia con su disponibilidad en el hábitat; en tanto, los valores mayores de 0,6 se consideraron selección positiva y los menores de -0,6, selección negativa (González Alfonso 2011). Este índice parte de la fórmula de Krebs (1999):  $E_i = \frac{u_i - d_i}{u_i + d_i}$ , donde  $u_i$  es la proporción del artículo  $i$  en la dieta de una especie de ave y  $d_i$  es la proporción del grupo taxonómico  $i$  en el hábitat de alimentación; la proporción del grupo taxonómico en el hábitat de alimentación parte de la información obtenida por Cifuentes-Sarmiento y Renjifo (en prep.) en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca.

## RESULTADOS

Aunque fueron capturados 50 individuos de *Calidris minutilla*, solo se obtuvieron 35 regurgitados, de los cuales cinco no presentaron ítems alimenticios. En los restantes 30 regurgitados, se encontraron 1410 elementos pertenecientes a 22 entidades taxonómicas de tres clases: Insecta (cuatro órdenes y 15 familias), Arachnida (dos familias) y Liliopsida (semillas y tallos de pastos y semillas de *Oryza sativa*) (Tabla 1). Además se encontraron 221 piedras o gastrolitos entre 0,01 mm y 1 mm de diámetro. En cada regurgitado se encontró en promedio 55,65 elementos (SD = 68,5) y entre una y doce entidades taxonómicas, con un promedio de 5,43 entidades. Los insectos presentaron el mayor porcentaje (91%) de presencia en los regurgitados, mientras los restos vegetales y las arañas presentaron porcentajes bajos (8% y 1%, respectivamente). Los insectos, tanto en fase adulta (89%) como en fases de larva y ninfa (11%), fueron los más abundantes en la dieta de *C. minutilla*. Dentro de los insectos adultos se encontraron representantes de

**Tabla 1.** Porcentaje de frecuencia (%*f*) y frecuencia de ocurrencia (*f*), índice de selección de Ivlev (Ei) y selectividad para cada elemento encontrado en los regurgitados de *C. minutilla* en arrozales orgánicos del Valle del Cauca. S+ indica selectividad positiva y S-indica selectividad negativa.

Clase	Orden	Entidad taxonómica	% <i>f</i>	<i>f</i>	Ei	Selectividad
Arachnida	Araneida	Araneidae	14	Secundario	1,50	S+
		Tetragnathidae	4	Accidental	-48,06	S-
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	29	Secundario	8,54	S+
		Coccinellidae	4	Accidental	0,69	S+
		Cucujidae	4	Accidental	0,08	S-
		Curculionidae	39	Secundario	12,42	S+
		Elmidae	11	Secundario	2,19	S+
		Hydrophilidae	82	Preferencial	62,76	S+
		Scarabaeidae	4	Accidental	-4,39	S-
		Coleoptera sp.	50	Preferencial	21,57	S+
		Diptera	Chironomidae	39	Secundario	15,78
	Diptera spp.		4	Accidental	-361,70	S-
	Hemiptera	Hebridae	11	Secundario	0,89	S+
		Hemiptera spp.	4	Accidental	-182,55	S-
		Veliidae	75	Preferencial	23,20	S+
	Hymenoptera	Hymenoptera sp.	7	Accidental	-34,68	S-
		Argidae	4	Accidental	0,08	S-
		Vespidae	4	Accidental	-4,69	S-
	Lepidoptera	Pyrilidae	4	Accidental	-5,38	S-
	Neuroptera	Hemerobiidae	4	Accidental	0,08	S-
	Orthoptera	Gryllidae	4	Accidental	-5,87	S-
Liliopsida	Poales	Poaceae (semillas de <i>Oryza sativa</i> )	32	Secundario		
		Poaceae (tallos pastos)	56	Preferencial		

las familias Chrysomelidae, Coccinellidae, Cucujidae, Curculionidae, Elmidae, Hydrophilidae, Scarabaeidae, Chironomidae, Hebridae, Veliidae, Argidae, Vespidae, Pyralidae, Hemerobiidae y Gryllidae. Los órdenes Coleoptera, Hemiptera y Diptera con 76%, 14% y 9%, respectivamente, presentaron los mayores porcentajes de ocurrencia; mientras que los órdenes Hymenoptera, Orthoptera, Lepidoptera y Neuroptera no alcanzaron a llegar al 1% de ocurrencia. En cuanto a las fases no adultas de los insectos consumidos, se encontraron larvas de Chironomidae, Cucujidae, Hydrophilidae, Neuroptera y ninfas de Chironomidae y Veliidae.

Esta preferencia por algunas familias de coleópteros y hemípteros fue corroborada con la frecuencia de ocurrencia (*f*), ya que al clasificar las presas en accidentales  $f < 10$ , secundarios  $10 < f < 50$  y preferenciales  $f > 50$  (Tabla 1), se encontró que las familias Hydrophilidae y Veliidae, además de material vegetal

como semillas y fragmentos de pastos fueron elementos preferenciales o principales en la dieta; mientras que presas de las familias Argidae, Coccinellidae, Pyralidae, Scarabaeidae, Tetragnathidae y Vespidae, entre otros, fueron presas accidentales. De igual forma, el índice estandarizado de Levin corroboró esta preferencia, ya que se obtuvo un valor  $B_i = 0,0022$ ; que señala que *C. minutilla* tiene una máxima especialización de recursos y no consume de igual manera los mismos. En cuanto al análisis de diversidad trófica, el índice por regurgitado osciló entre 0 y 0,8 siendo más frecuentes los valores cercanos a la diversidad media  $H = 0,45$ ; mientras que la diversidad trófica acumulada ( $H_k$ ) presentó un valor de 3,46. De acuerdo con lo anterior, se confirma lo encontrado en la frecuencia de ocurrencia y en el índice estandarizado de Levin, es decir, existe una baja cantidad de elementos presa en los regurgitados que corresponden a una baja riqueza, hay dominancia

de algún elemento y las muestras no se acercan a la uniformidad.

Por otra parte al calcular el índice de Ivlev (1961) (Tabla 1), se halló para el orden Coleoptera, un valor positivo superior a 0,6 lo que indicó una selección positiva (S+) y de uso significativamente mayor a lo esperado. Lo contrario ocurre con los órdenes Diptera, Hemiptera e Himenoptera, cuyos valores fueron negativos y menores que -0,6; lo que indicó selección negativa (S-), es decir, un uso menor de estos recursos. En cuanto a las familias presentes en los regurgitados se encontró una selección negativa para el 36% y de estas Tetragnathidae obtuvo el menor valor de selección (-48,06). El restante 64% de las familias presentó selección positiva y de estas, la familia Hydrophilidae obtuvo el mayor valor de selección (62,76) (Tabla 1). En este sentido, los hidrofílicos, escarabajos de tamaño variable entre 1 y 50 mm, frecuentes de cuerpos de agua poco profundos y con materia orgánica, proporcionaron el mayor aporte a la dieta de *C. minutilla*. En dos de los regurgitados se obtuvieron individuos completos de 1,5 y 2 mm de longitud.

## DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que *C. minutilla*, se alimenta de 22 entidades taxonómicas, en las que se incluye tanto material animal (79% de las entidades capturadas) como material vegetal (21% de las entidades) e incluye gastrolitos que son usados en la trituración de exoesqueletos. Los insectos, tanto adultos como larvas y pupas, fueron el grupo con mayor abundancia en los regurgitados y de estos las familias Hydrophilidae y Vellidae fueron presas preferenciales de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia. De igual forma los hidrofílicos presentaron la mayor selectividad positiva en el índice de Ivlev. En cuanto a la diversidad trófica acumulada ( $Hk = 3,46$ ) y el índice estandarizado de Levin ( $Bi = 0,0022$ ), se encontró que *C. minutilla* tiene una dieta especializada en recursos y con dominancia de ciertos elementos, aspecto que coincide con la frecuencia de ocurrencia y el índice de selectividad de Ivlev, y concuerda con que solo consume el 21% de los macroinvertebrados presentes en los arrozales orgánicos del Valle de Cauca.

En cuanto al tipo y tamaño de las presas consumidas por *C. minutilla* en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca, concuerdan con lo encontrado para la especie en humedales de interior, tanto en áreas de reproducción (Davis & Smith 2001, Nebel & Cooper 2008), como en sus áreas de invernada (Baker 1977, Kasner et al. 2009, González Alfonso 2011). De las 22 entidades taxonómicas encontradas en este estudio, los insectos y de estos los coleópteros con un 76% del total de los insectos capturados, los hemípteros con un 14% y los dípteros con el 10%, fueron los órdenes más consumidos por *C. minutilla*. En Illinois, Smith et al. (2012) encontraron que de los diez órdenes de insectos consumidos por *C. minutilla*, hubo preferencia por los dípteros (entre 70% y 78%) y por los coleópteros (entre 11% y 30% del total de elementos

consumidos). Brooks (1967) también registró preferencia por estos grupos y lo asoció al modo de vida, debido a que distícidos e hidrofílicos nadan libremente sobre la columna de agua y quironómidos y corixidos son insectos de superficie, lo que permite que *C. minutilla* acceda a ellos fácilmente. En Texas, Kasner et al. (2009) encontraron en contenidos estomacales coleópteros y dípteros como los grupos más abundantes en la dieta de *C. minutilla*, sin embargo, los quironómidos fueron consumidos principalmente en pastizales inundados, mientras que los coleópteros fueron consumidos en mayor medida en lodazales. La preferencia o selección positiva de quironómidos e hidrofílicos presentada por *C. minutilla* en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca, ha sido observada en otras investigaciones hechas en humedales naturales. Howell (1924) en Alabama, Couch (1966) en Washington, Davis & Smith (1998) en Texas y González Alfonso (2011) en Cuba, encontraron que de las larvas de dípteros, las de la familia Chironomidae eran las más consumidas por parte de *C. minutilla*.

Esta preferencia de presas presentada por *C. minutilla* en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca y corroborada por los índices de preferencia, selectividad y Levin; no coincide con lo hallado por Couch (1966) y Gratto et al. (1984) que indican que *C. minutilla* es oportunista de pequeñas presas disponibles. Aunque, el preferir una presa disponible y abundante en un hábitat como los hidrofílicos y dípteros en los arrozales orgánicos del Valle del Cauca puede ser una estrategia de oportunidad, que les permite consumir la presa en correspondencia con la disponibilidad dentro del cultivo. Ser oportunista es importante para varias especies de aves playeras durante la migración, pues necesitan recuperar rápidamente nutrientes (Davis & Smith 1998, 2001) y responder a recursos impredecibles y variables que encuentran en sus sitios de parada o invernada (Davis 1996). Esta estrategia es una adaptación ventajosa para especies que migran a través de diferentes humedales (Skagen & Oman 1996).

*C. minutilla* realiza migraciones transoceánicas entre 3000 y 4000 Km, su dieta, como la de otras aves playeras migratorias, puede variar de acuerdo con la estación de año (Dostine & Morton 1989), el tipo de hábitat de forrajeo (Sanchez et al. 2005), el ciclo de marea en humedales costeros (Worral 1984) y con la disponibilidad de presas en el sedimento. Aunque los individuos capturados en las diferentes fases del cultivo en los arrozales del Valle del Cauca, presentaron en sus regurgitados los mismos elementos en su dieta, estos elementos variaron en cantidad, lo que puede estar relacionado con la disponibilidad de hábitat, cantidad de agua en el cultivo y tamaño de las plantas de arroz.

El hallazgo de semillas y restos vegetales en más del 81% de los regurgitados de *C. minutilla* en los arrozales del Valle del Cauca, coincide con lo encontrado en otras localidades. En Alaska, Preble (1923) encontró tallos del pino acuático (*Hippuris vulgaris*) y en Texas, Davis (1996) concluyó que *C. minutilla* con-

sume grandes cantidades de material animal en primavera y grandes cantidades de material vegetal en verano. Otros hallazgos de material vegetal en la dieta de *C. minutilla*, incluyen las investigaciones de Baker (1977), Cramp & Simmons (1983) y del Hoyo et al. (1996) realizadas en temporada de cría y los estudios de Baldassare & Fischer (1984), Brennan et al. (1990), Acosta et al. (1994), Montalti et al. (2003), Boros et al. (2006), Kasner et al. (2009) y González Alfonso (2011) en áreas de invernada. Baldassare & Fischer (1984) plantearon que las semillas presentan un alto contenido de carbohidratos que podría reabastecer las reservas de grasa mucho más rápido que los invertebrados. Aunque el porcentaje de semillas y otros restos vegetales fue el segundo elemento en abundancia en este estudio, en la mayoría de las investigaciones de dieta de aves playeras, las proporciones son muy bajas (Couch 1966, White & Harris 1966, Baker 1977, Dostine & Morton 1989, Senner et al. 1989, Brennan et al. 1990), con excepción del estudio realizado por Baldassare & Fisher (1984) que encontraron un 40% de semillas en la dieta del Playero Zancón (*Calidris himantopus*) y el estudio realizado por Montalti et al. (2003) que reportaron la presencia de semillas como único elemento en los estómagos del Playero de Rabadilla Blanca (*Calidris fuscicollis*) capturados en Argentina. En este estudio, el consumo de semillas de arroz por parte de *C. minutilla*, fue bajo y las semillas encontradas en los regurgitados fueron obtenidas en el suelo o en el agua, ya que no se observó individuos de la especie consumir semillas directamente de la planta (observ. pers.).

Además de material vegetal y animal en los regurgitados obtenidos de *C. minutilla* en los arrozales del Valle del Cauca se encontraron 221 piedras en total, en promedio 9 piedras/regurgitado. Estos elementos no son parte de la dieta, pero son usados por varias especies de aves playeras como elementos trituradores de presas (Zotta 1932, Serrano & Cabot 1983, Montalti et al. 2003, Cuervo 2012). Para *C. minutilla*, en el Embalse Twin Buttes (Estados Unidos), se encontraron restos de minerales (cuarzo o calcio) y pequeñas piedras que contribuyeron en gran parte a la masa de ingesta. El consumo de estos elementos de acuerdo a Kasner et al. (2009) se presenta para ayudar a la maceración o digestión mecánica de los escarabajos de cuerpo duro, que son difíciles de digerir. El hecho que los coleópteros fueran el grupo más abundante de presas consumidas por *C. minutilla* en los arrozales del Valle del Cauca puede ser la causa de la ingesta de gastrolitos.

Partiendo de los resultados obtenidos en este estudio se puede indicar que *C. minutilla* podría ser un controlador de larvas y adultos de quironómidos y de escarabajos curculiónidos, escarabeidos y crisomélidos. Escarabajos crisomélidos de los géneros *Cerotoma* y *Dysonicha* son considerados plaga en los cultivos de arroz al producir daño en las hojas y en las espigas (Gallego & Vélez 1992). Este resultado sugiere que *C. minutilla* podría prestar un servicio de

regulación de plagas que hasta la fecha solo había sido considerado para patos y gansos (Furuno 2001, Chaviano 2002).

De igual forma, en este estudio, se evidencia que los arrozales orgánicos constituyen un hábitat que ofrece presas consumidas usualmente por este playero en los cada vez más escasos humedales naturales y que a la vez incluye elementos que pueden ser considerados plaga en los cultivos. El conocer la dieta de una especie en un hábitat puede ayudar a definir los lineamientos de su conservación. Si bien *C. minutilla* no es aún una especie amenazada globalmente, sus poblaciones pueden estar disminuyendo por deterioro de los sitios de parada durante su migración, por lo cual es necesario iniciar investigaciones que determinen la dieta de *C. minutilla* en humedales de interior tanto en Colombia como en todo el Neotrópico y promover estudios de esta especie y de otras aves playeras en arrozales donde se usen agroquímicos para comparar la dieta y confirmar la efectividad de *C. minutilla* como controlador biológico.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias a la financiación de la Asociación Calidris, al apoyo y colaboración en campo de Carlos Ruiz-Guerra, Dina Luz Estupiñán, Alejandra Hurtado y Noemí Moreno, a la participación y permiso de los propietarios de la finca El Renacer: José Jarvi Bazán y Nelly Lucumi. De igual forma, agradecemos a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca por otorgar el permiso de captura, a Leonel Montealegre y Gustavo Kattan por facilitar el uso del laboratorio de la Pontificia Universidad Javeriana, a Luis Bala por su asesoría y colaboración en la búsqueda de información y a Juan Ricardo Gómez, por sus valiosos comentarios y correcciones al documento.

## REFERENCIAS

- Acosta, M, L Mugica & S Valdés (1994) Estructura trófica de una comunidad de aves acuáticas. *Ciencias Biológicas* 24: 44–56.
- Acosta, M & L Mugica (2006) Aves en el ecosistema arrocero. Capítulo VI. Pp 108–135 en Mugica, L, D Ávila, M Acosta, A Jiménez & A Rodríguez (2006) *Aves acuáticas en los humedales de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba.
- Aldabe J, P Rocca, DE Blanco & M Ríos (2010) *Aves silvestres en las arroceras del Norte de Uruguay con énfasis en chorlos y playeros migratorios—implicancias para la conservación y manejo*. Aves Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- Andrei, AE, LM Smith, DA Haukos, JG Surlle & WP Johnson (2009) Foraging ecology of migrant shorebirds in saline lakes of southern Great Plains. *Waterbirds* 32: 138–148.
- Andres, BA, PA Smith, RIG Morrison, CL Gratto-Trevor, SC Brown & CA Friis (2012) Population estimates of North American shorebirds. *Wader Study Group Bulletin* 119: 178–194.
- Baker, MC (1977) Shorebird food habits in the eastern Canadian arctic. *The Condor* 79: 56–62.

- Backwell, PRY, PD O'Hara & JH Christy (1998) Prey availability and selective foraging in shorebirds. *Animal Behaviour* 55: 1659–1667.
- Baldassare, GA & DH Fischer (1984) Food habits of fall migrant shorebirds on the Texas high plains. *Journal of Field Ornithology* 55: 220–229.
- Blanco, DE, B López-Lanús, RA Dias, A Azpiroz & F Rilla (2006) *Uso de arrozceras por chorlos y playeros migratorios en el sur de América del Sur. Implicancias de conservación y manejo*. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- Boros, E, S Adrikovics, B Kiss & L Forró (2006) Feeding ecology of migrating waders (Charadrii) at sodic-alkaline pans in the Carpathian Basin. *Bird Study* 53: 86–91.
- Brennan, LA, MA Finger, JB Buchanan, CT Schick & SG Herman (1990) Stomach contents of dunlins collected in Western Washington. *Northwestern Naturalist* 71: 99–102.
- Brillouin, L (1965) *Science and information theory*. Academic Press, New York, New York, USA.
- Brooks, WS (1967) Organisms consumed by various migrating shorebirds. *Auk* 84: 128–130.
- Campbell, RW, NK Dawe, I McTaggart-Cowan, JM Cooper, GW Kaiser & MCE McNall (1990) *The Birds of British Columbia*. Volume 2: Diurnal birds of prey through woodpeckers. Royal British Columbia Museum, Victoria, Canada.
- Canevari, P, G Castro, M Sallaberry & LG Naranjo (2001) *Guía de los chorlos y playeros de la Región Neotropical*. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris, Santiago de Cali, Colombia.
- Chaviano, M (2002). *Empleo del pato en el cultivo integrado del arroz en Japón: tecnología de utilidad para los productores populares*. Departamento de Agronomía, Instituto de Investigaciones del Arroz, La Habana, Cuba.
- Cifuentes-Sarmiento, Y (2011) Aves playeras en la zona sur de Jamundí-Valle del Cauca. *Revista Arroz* 59: 14–18.
- Colwell, MA (1993) Shorebird community patterns in a seasonally dynamic estuary. *The Condor* 95: 104–114.
- Conselleria del Medio Ambiente (2002) *Importancia del cultivo del arroz en el Parc Natural de L'Albufera*. Oficina de gestión técnica del Parc Natural de L'Albufera, Valencia, España.
- Cooper, JM (1993) *The breeding biology of the Least Sandpiper on the Queen Charlotte Islands*. M.Sc. thesis, Univ. of Victoria, Victoria, Canada.
- Couch, AB (1966) *Feeding ecology of four species of sandpipers in western Washington*. M.Sc. thesis, Univ. of Washington, Seattle, USA.
- Cramp, S & KEL Simmons (1983) *The birds of the western Palearctic*. Volume 3: Waders to gulls. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Cuervo, JJ (2012) Cigüeñuela Común (*Himantopus himantopus*). En Salvador, A & MB Morales (eds) *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Disponible en <http://www.vertebradosibericos.org.html>. [Consultado el 22 de marzo de 2016]
- Czech, HA & KC Parsons (2002) Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds* 25: 56–63.
- Davis, CA (1996) *Ecology of spring and fall migrant shorebirds in the playa lakes region of Texas*. Tesis doc., Texas Tech Univ., Lubbock, Texas, USA.
- Davis, CA & LM Smith (1998) Ecology and management of migrant shorebirds in the Playa Lakes Region of Texas. *Wildlife Monographs* 140: 1–45.
- Davis, CA & LM Smith (2001) Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the southern Great Plains. *Auk* 118: 484–495.
- del Hoyo, J, A Elliott & J Sargatal (1996) *Handbook of the bird-of the world*. Volume 3: Hoatzin to auks. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Dias, RA & MI Burger (2005) A assembléia de aves de áreas úmidas em dois sistemas de cultivo de arroz irrigado no extremo sul do Brasil. *Ararajuba* 13: 63–80.
- Dostine, PL & SR Morton (1989) Food of Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in the Alligator Rivers Region, Northern Territory. *Emu* 89: 250–253.
- Elphick, CS (2000). Functional equivalency between rice fields and seminatural wetland habitats. *Conservation Biology* 14: 105–110.
- FAO (2014). *Statistical Year Book-2014: Latin America and the Caribbean Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for the Latin America and the Caribbean, Santiago, Chile.
- Farmer, AH & AH Parent (1997) Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *The Condor* 99: 698–707.
- Fasola, M & X Ruiz (1996) The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds* 19: 122–128.
- Furuno, T (2001) *The power of duck. Integrated rice and duck farming*. Tagari Publications, Tasmania, Australia.
- Fasola, M, L Canova & N Saino (1996) Rice fields support a large portion of herons breeding in the Mediterranean Region. *Colonial Waterbirds* 19: 129–134.
- Gallego, FL & R Vélez (1992) *Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia*. Univ. Nacional, Antioquia, Colombia.
- Gonzalez Alfonso, A (2011) Alimentación y uso del hábitat de *Calidris minutilla*, *Calidris pusilla* y *Calidris mauri* (Aves: Scolopacidae) en dos humedales naturales de Cuba. Univ. de La Habana, La Habana, Cuba.
- Gratto, GW, MLH Thomas & CL Gratto (1984) Some aspects of the foraging ecology of migrant juvenile sandpipers in the outer Bay of Fundy. *Canadian Journal of Zoology* 62: 1889–1892.
- Hicklin, PW & PC Smith (1979) The diets of five species of migrant shorebirds in the Bay of Fundy. *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science* 29: 483–488.
- Hilty, SL & WL Brown (2001) *Guía de las aves de Colombia*. Traducción H. Álvarez-López. Princeton Univ. Press/American Bird Conservancy, Imprelibros S. A., Santiago de Cali, Colombia.
- Howell, AH (1924) *Birds of Alabama*. Bureau of Biological Survey, U.S. Department of Agriculture and Department of Game and Fisheries, Brown Printing Company, Montgomery, Alabama, USA.
- Hurtubia, J (1978) Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology* 54: 885–890.
- Ivlev, VS (1961) *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ. Press, New Haven, Connecticut, USA.
- Kasner, AC, R Ruddick & TC Maxwell (2009) Stomach contents of *Calidris minutilla* (Charadriiformes: Scolopacidae) wintering at a freshwater reservoir in west-central Texas. *The Texas Journal of Science* 61:1–4.
- Krebs, CJ (1999) *Ecological Methodology*. 2ª ed. Univ. of British Columbia, Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., Menlo Park, California, USA.
- Manley, SW (1999) Ecological and agricultural values of winter-flooded ricefields in Mississippi. Ph. D. diss, Departament of Wildlife and Fisheries, Univ. of Mississippi, Mississippi, USA.
- Montalti, D, AM Arambarri, GE Soave, CA Darrieu & AR Camperi (2003) Seeds in the diet of the White-rumped Sandpiper in Argentina. *Waterbirds* 26: 166–168.

- Moody, DT (1970) A method for obtaining food samples from insectivorous birds. *Auk* 87: 579.
- Mugica, L (2000) Estructura espacio temporal y relaciones energéticas en la comunidad de aves de la arrocera Sur del Jíbaro, Sancti Spiritus, Cuba. Ph.D. diss. Univ. de La Habana, La Habana, Cuba.
- Mugica, L, M Acosta & D Denis (2003) Variaciones espacio temporal y uso del hábitat por la comunidad de aves en la arrocera Sur del Jíbaro, Sancti Spiritus, Cuba. *Revista Biología* 17: 105–113.
- Nebel, S & JM Cooper (2008) Least Sandpiper (*Calidris minutilla*). En Poole, A (ed.) *The Birds of North America*. Inc. Disponible en <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/115> [Consultado el 12 de mayo de 2016].
- Pacheco-Chaves, B (2010) Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos del Orden Hemiptera en El Salvador. Pp 1–49 en Springer, M & JM Sermeño Chicas (eds) *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos*. Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador.
- Page, GW (1974) Molt of wintering Least Sandpipers. *Bird-Banding* 45: 93–105.
- Peraza, CA (2000) Determinación y comparación de la dieta de *Atlapetes schistaceus* en bosques andinos continuos y fragmentados del sur occidente de la Sabana de Bogotá. Tesis de pregrado, Pontificia Univ. Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Pérez-Bilbao, A (2010) Coleópteros acuáticos (Adephaga y Polyphaga) de las Gándaras de Budiño, zona LIC (Red Natura 2000): faunística, ecología y fenología. Monografía. *Boletín Biga* 12: 9–75.
- Posada-García, JA & G Roldán-Pérez (2003) Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el nor-occidente de Colombia. *Caldasia* 25: 169–192.
- Preble, EA (1923) *A biological survey of the Pribilof Islands, Alaska*. U. S. Dept. of Agriculture, Bureau of Biological Survey, Washington, D.C., USA.
- Ramsar-Convención sobre los humedales (2008) *Resolución X.31. Mejorar la biodiversidad en los arrozales como sistemas de humedales*. Changwon, Corea del Sur.
- Roldán-Pérez, G (1988) *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. FEN Colombia, Colciencias, Univ. de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Ruiz-Guerra, C, R Johnston-Gonzales, LF Castillo Cortés, Y Cifuentes-Sarmiento, D Eusse & FA Estela (2008) *Atlas de Aves playeras y otras Aves Acuáticas en la Costa Caribe Colombiana*. Asociación Calidris, Santiago de Cali, Colombia.
- Ruiz-Guerra, C (2012) *Calidris minutilla*. Pp 231–232 en Naranjo, LG, JD Amaya, D Eusse-González & Y Cifuentes-Sarmiento (eds) *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves*. Volume 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/WWF Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.
- Sánchez, MI, AJ Green & EM Castellanos (2005) Seasonal variation in the diet of Redshank *Tringa totanus* in the Odiel Marshes, southwest Spain: a comparison of faecal and pellet analysis. *Bird Study* 52: 210–216.
- Senner, SE, DW Norton & GC West (1989) Feeding ecology of Western Sandpipers (*Calidris mauri*), and Dunlin (*Calidris alpina*) during spring migration at Hartney Bay, Alaska. *Canadian Field-Naturalist* 103: 372–379.
- Serrano, P & J Cabot (1983) Gasterolitos en cigüeñuela (*Himantopus himantopus*). *Acta Vertebrata Doñana* 10: 71–76.
- Shuford, WD, GW Page & JE Kjelson (1998) Patterns and dynamics of shorebird use of California's Central Valley. *The Condor* 100: 227–244.
- Skagen, SK & HD Oman (1996) Dietary flexibility of shorebirds in the western hemisphere. *Canadian Field-Naturalist* 110: 419–444.
- Smith, RV, JD Stafford, AP Yetter, MM Horath, CS Hine & JP Hoover (2012) Foraging ecology of fall-migrating shorebirds in the Illinois river valley. *PLoS ONE* 7: 1–12.
- Tourenq, C, RE Bennetts, H Kowalski, E Vialet, JL Lucchesi, Y Kayser & P Isenmann (2001) Are ricefields a good alternative to natural marshes for waterbirds communities of the Camargue, southern France?. *Biological Conservation* 100: 335–343.
- Tourenq, C, N Sadoul, N Beck, F Mesleard & JL Martin (2003) Effects of cropping practices on the use of rice fields by waterbirds in the Camargue, France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 543–549.
- Tsipoura, N & J Burger (1999) Shorebird diet during spring migration stopover on Delaware Bay. *The Condor* 101: 638–644.
- White, M & SH Harris (1966) Winter occurrence, foods and habitat use of snipe in northwestern California. *Journal of Wildlife Management* 30: 23–34.
- Worrall, DH (1984) Diet of the Dunlin (*Calidris alpina*) in the Severn Estuary. *Bird Study* 31: 203–212.
- Zotta, AR (1932) Notas sobre el contenido estomacal de algunas aves. *El Hornero* 5: 77–81.