

INCIDENCIA DE AVES GRANÍVORAS Y SU IMPORTANCIA COMO PLAGAS EN EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL ALTIPLANO PERUANO

Alfredo Loza-Del Carpio¹, Judith Clavitea¹ y Pedro Delgado²

RESUMEN

La quinua es uno de los principales cultivos en el altiplano peruano, muy revalorado actualmente por sus cualidades nutricionales, pero con fuertes incidencias de aves-plaga que pueden mermar significativamente su productividad. El objetivo de este estudio fue evaluar la comunidad de avifauna granívora en este cultivo y sus potenciales niveles de daños. Para ello se realizaron censos en puntos de conteo en el campo de cultivo según especie del ave, época fenológica del grano y hora del día. La importancia y potencial de especies dañinas al cultivo se determinó mediante análisis del contenido estomacal de las especies más abundantes. Frecuentaron al campo de cultivo 12 especies de aves de un total de 9523 individuos, predominando *Patagioenas maculosa* (Temmink) (28,76 %), *Zenaida auriculata* (Des Murs) (22,15 %), *Sicalis uropygialis* (D'Orbigny y Lafresnaye) (25,61 %) y *Zonotrichia capensis* (Muller) (20,28 %). Las mayores poblaciones se observaron en el período de grano en madurez fisiológica en los meses de otoño con 35,5 % de todas las poblaciones y en grano lechoso los menores niveles con 13,2 %; las visitas ocurrieron principalmente en las mañanas (43,56 %), luego al mediodía (30,84 %) y finalmente en la tarde (25,59 %). Los granos de quinua constituyeron el 82,66 % de la dieta en *P. maculosa*, 70,13 % en *S. uropygialis*, 59,46 % en *Z. auriculata*, y 35,90 % en *Z. capensis*, consumiendo cada una de estas especies un aproximado de 23,79 g, 15,54 g, 1,5 g y 0,54 g de granos, por día, respectivamente. De acuerdo a las incidencias poblacionales y la capacidad de consumo, se consideran plagas claves a las dos primeras especies, y a la tercera y cuarta como plagas potenciales.

Palabras clave adicionales: Aves-plaga, contenido estomacal, daños en cosecha, fenología

ABSTRACT

Incidence of granivorous birds in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and their importance as pest in the Peruvian highland
Quinoa is a main crop in the Peruvian highland, very valued at present due to the nutritional qualities of its seeds, but with serious incidences of bird pests that can decrease significantly the yield. The objective of this research was the assessment of the community of granivorous birds in this crop and their levels of potential damages. A census was made in count points in the crop field, according to bird species, phenology of the crop and time of day. The importance and potential damage of bird pests were determined by analysis of stomach contents of the more abundant species. The farm field was frequented by 9523 individuals of birds from 12 species, dominated by *Patagioenas maculosa* (Temmink) (28.76 %), followed by *Zenaida auriculata* (Des Murs) (22.15 %), *Sicalis uropygialis* (D'Orbigny and Lafresnaye) (25.61 %), and *Zonotrichia capensis* (Muller) (20.28 %). The largest populations occurred at physiological maturity of the grain, during autumn months, with 35.5 % of all populations, and the lowest levels (13.2 %) at the milky grain period. Most birds were detected during morning times (23.56 %), then at midday (30.84 %) and late afternoon (25.59 %). Quinoa grains accounted for 82.66 % of the *P. maculosa* diet, 59.46 % of *S. uropygialis*, 70.13 % of *Z. auriculata*, and 35.9 % of *Z. capensis*, eating each of them approximately 23.79 g, 1.5 g, 15.54 g and 0.54 g, respectively, per day. According to the population incidences and consumption capacity, we conclude that *P. maculosa* and *Z. auriculata* may be considered key pests, and the two others, potential pests.

Additional key words: Damage to crops, pest birds, phenology, stomach content

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) constituye un cultivo andino de primera importancia socio-económica para los agricultores

del altiplano peruano, con creciente demanda nacional e internacional (Gómez et al., 2014). Este pseudocereal nativo de esta región ha sido reconocido mundialmente por sus reconocidas características nutritivas, cuyos niveles de

Recibido: Diciembre 24, 2015

Aceptado: Junio 20, 2016

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. e-mail: allozadc@yahoo.es

² Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú

proteínas fluctúan entre 13 y 17 % y posee todos los aminoácidos incluidos los esenciales (Repo, 2003; FAO, 2011; Martínez, 2014), además de presentar numerosas cualidades nutraceuticas que benefician la salud humana (Fuentes y Paredes, 2014), lo que ha motivado un mayor interés por su cultivo y por su consumo.

La región Puno, ubicada en la cuenca del lago Titicaca, es el primer productor de este cultivo en el Perú ocupando unas 29.886 ha con una producción total de 29.331 t para el año 2013, representando aproximadamente el 56 % del total nacional, con una permanente tasa de crecimiento que alcanza el 5,9 % anual (MINAGRI, 2016). Sin embargo, como en cualquier cultivo estas producciones suelen ser afectadas por factores adversos, entre los que destacan insectos-plaga, principalmente polillas del género *Eurysacca* que afectan fuertemente sus rendimientos (Gandarillas et al., 2014).

Además, en la actualidad son cada vez más frecuentes los daños ocasionados por aves granívoras, cuyas mermas en la producción difícilmente pueden medirse y se desconoce sobre su dinámica e interacciones ecológicas con el cultivo de quinua por lo que sus reportes son escasos. Algunos estudios refieren que las aves pueden ocasionar daños superiores al 30 %, siendo los Passeriformes de los géneros *Sporophila*, *Phrygillus*, *Zonotrichia* y *Saltator* los de mayor importancia económica para el Perú (Aguilar et al., 1977). En el cultivo de quinua, Robles et al. (2003) concluyen en general que las principales aves-plaga en la sierra central del Perú son palomas, jilgueros y gorriones ocasionando pérdidas de hasta 60 %, sobre todo en la fase de desarrollo de la panoja. Tapia y Frías (2007) indican que el ataque por aves en quinua es más severo en variedades dulces y estiman pérdidas de hasta 40 %, especialmente en los alrededores del lago Titicaca y en microclimas donde abundan palomas y tortolitas. Similarmente, Gómez et al. (2014) refieren que las pérdidas atribuidas a las aves van de 30 a 40 % siendo las menos atacadas las variedades con panojas compactas. Finalmente, según apreciaciones de agricultores y técnicos en el altiplano, las aves actualmente estarían alcanzando el estatus de plagas clave para la quinua, aunque se desconocen los daños de acuerdo a las especies y los niveles de incidencia de estos en el cultivo.

La apropiada identificación de las especies de aves-plaga que realmente afectan los campos de quinua y estimar con precisión los daños que ocasionan representan una prioridad fundamental, aunque no será una tarea fácil por lo complejo que resulta reconocer sus daños, efectos y las especies que involucran. Implementar métodos adecuados de evaluación y monitoreo, así como entender la dinámica poblacional y la ecología trófica de estas aves dentro del agroecosistema, permitirán definir los lineamientos de planificación y organización para establecer estrategias de control y manejo que se traduzcan en una adecuada gestión de la vida silvestre y mejora de los niveles de producción y calidad del producto a cosechar.

En el presente estudio se evaluaron incidencias de la avifauna en el cultivo de quinua considerando como objetivos la identificación de especies granívoras asociadas al cultivo, la caracterización de su abundancia y fluctuación poblacional y la determinación de la importancia de los granos dentro de la dieta de las especies granívoras más abundantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el período de cultivo (octubre-abril) de la campaña agrícola 2010-2011 en una parcela de 1 ha de quinua variedad 'Salcedo INIA', dentro de la EE Salcedo-INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), a 7 km de la ciudad de Puno, en el altiplano peruano e inmediaciones al lago Titicaca, ubicada en 15°14' S y 70°43' W a 3820 msnm. La temperatura osciló entre 4,2 y 17,5 °C y la precipitación fue de 625 mm en ese período. Previo a la siembra el campo fue abonado con estiércol de vacuno en 4 t·ha⁻¹, considerando una densidad de siembra de 8 kg·ha⁻¹ y una distancia entre surcos de 0,40 m, sin aplicación de pesticidas, obteniéndose un rendimiento de 1327 kg·ha⁻¹ posterior a la incidencia de las aves. Los trabajos de laboratorio se realizaron en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Evaluación de la diversidad y poblaciones de avifauna granívora. Se realizaron conteos directos de aves dentro del campo de cultivo con binoculares Tasco 7 x 35, cuatro veces a la semana y en tres horas del día: 06:00 h, 11:00 h y 16:00 h, por un período de diez semanas en los

meses de marzo, abril y mayo del 2011, cuando las panojas de quinua empezaron a llenar los granos. Se establecieron trayectos a pie de ingreso y salida de la parcela y a intervalos se fijaron cuatro puntos de conteo y desde cada uno de ellos, durante 15 minutos, se registraron las especies e individuos observados (una hora de evaluación en total); el área de conteo abarcó un semicírculo con un radio de 50 m (Freemark y Rogers, 1995; Hamel et al., 1996) (Figura 1). Se tuvo como supuestos que las especies observadas no son doblemente registradas (Burnham et al., 1980), como el radio es pequeño se asume que casi todos los individuos son detectados (Buckland et al., 2008) y el recorrido y la evaluación en cada punto es a un ritmo de tiempo similar.

Las evaluaciones se realizaron considerando tres etapas fenológicas de los granos del cultivo: grano lechoso (1 al 22 de marzo), grano pastoso (23 de marzo al 12 de abril), madurez fisiológica (13 de abril al 30 de abril), además del emparve (panojas cosechadas dispuestas en montículos en el campo, del 31 de abril al 05 de mayo). En cada etapa se establecieron 36 trayectos (repeticiones) a excepción del emparve donde se realizaron 12 conteos directos por un período de cuatro días.

Se calculó el índice de diversidad de Sahnnon (H') y el índice de dominancia de Simpson (D).

$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$, donde p_i = proporción del número total de individuos de la especie i con respecto al total (n_i / N_i). Valores cercanos a 1 refieren baja diversidad en la comunidad.

$D = 1 - \sum [n_i (n_i - 1)] / N(N - 1)$, donde n_i = número de individuos por especie y N = número total de individuos. Valores cercanos a 1 indican dominancia de pocas especies en una comunidad.

Para determinar las diferencias estadísticas de las poblaciones de aves entre períodos, se realizaron análisis de varianza (Anova) en diseño bloque completo al azar, considerándose como bloques a los horarios de evaluación (3) y a las fases fenológicas del grano de quinua como tratamientos (4); pero al analizar afluencias poblacionales según el momento del día, los horarios se consideraron tratamientos y las fases como bloques. La separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey y para todos los análisis se utilizó el programa SPSS v.15. Previamente cada dato procedente del conteo de aves se transformó mediante la expresión $\sqrt{x+1}$ a fin de aproximarlos a una distribución normal y

homogeneizar las varianzas.

Evaluación del consumo de granos. Se realizaron capturas de aves utilizando redes de nylon tipo neblineras de 1,5 pulgadas de abertura, durante los tres horarios de evaluación, sacrificándose un total de cinco individuos de las cuatro especies más frecuentes por tres días consecutivos en la etapa de madurez fisiológica del grano. Se pesaron individualmente y se diseccionaron para extraer el buche y los contenidos estomacales para también pesarlos (0,1 mg de precisión) y determinar su volumen introduciéndolos en una probeta graduada de 50 mL que contenía 20 mL de agua destilada; el incremento del nivel de agua definió el volumen.

El contenido del buche se clasificó en los ítems alimentarios quinua y otros (semillas de vegetación natural, granos cultivados como cebada y avena), registrando el número y volumen de granos de quinua, volumen total del contenido del buche, peso de granos y peso total del contenido del buche. Con estos datos se determinó el índice de importancia relativa (*IRI*) para los dos ítems alimentarios (Pinkas et al. 1971): $IRI = (N + G)F$. Donde: N es el porcentaje gravimétrico del peso del ítem alimentario, G el porcentaje volumétrico y F el porcentaje de frecuencia de aparición; luego los valores *IRI* fueron expresados en porcentajes.

Para estimar la cantidad de granos de quinua que le es posible consumir a cada especie, se calculó el cociente de repleción estomacal (CRE) con la siguiente expresión (Angelescu, 1980): $CRE = (Pa \times 100) / Pt$, donde Pa es el peso del alimento y Pt el peso total del individuo. Este valor permitió expresar el peso del alimento como una proporción del peso total del individuo y es un indicador del nivel de saciedad del individuo. Las escalas fueron: $CRE < 0,5$ (buches vacíos o con poco alimento); $CRE = 0,51-1,00$ (buches escasamente llenos); $CRE = 1,01-6,00$ (buches casi llenos); $CRE > 6$ (buches llenos).

RESULTADOS

Diversidad y composición de la avifauna granívora en el cultivo de quinua. En las fases de grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y emparve, se registró un total de 9523 visitas de individuos de aves pertenecientes a 12 especies, cinco familias (Columbidae, Thraupidae

Emberezidae, Turdidae y Fringillidae). Las especies predominantes fueron *Patagioenas maculosa* con el 28,76 %, luego *Sicalis uropygialis* con el 25,62 %, *Zenaida auriculata* alcanzó el 22,16 % y *Zonotrichia capensis* el 20,28 %; estas cuatro especies englobaron casi el 97 % de toda la comunidad de avifauna granívora y todas consumen granos de quinua principalmente desde las panojas y por su abundancia se les considera comunes. Por su parte, se consideró como aves granívoras

ocasionales a *Sicalis luteola* (Sparman), *Phrygilus punensis* (Ridgway), *Rhopospina fruticeti* (Kittlitz) y *Geospizopsis plebejus* (Tschudii) cuya participación por cada especie fue inferior al 1 % de la comunidad (entre 0,2-1,0 %). Asimismo, a *Metropelia ceciliae* (Lesson), *Metropelia melanoptera* (Molina), *Spinus atrata* (Lafresnaye y D'Orbigny) y *Turdus chiguanco* (Lafresnaye y D'Orbigny) que sólo alcanzaron el 0,1 % se les catalogó como especies raras para el cultivo (Cuadro 1).

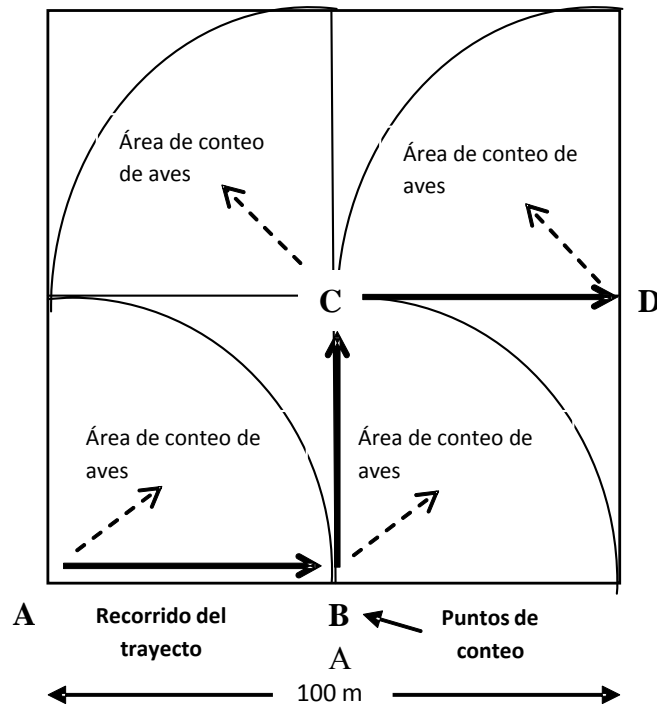


Figura 1. Recorrido de trayectos de evaluación (flechas en negro intenso), puntos de conteo de aves (letras mayúsculas) y amplitud del área de conteo (cuadrantes circulares)

El índice de Shannon, como indicador ecológico que fluctúa normalmente entre 1 y 5, alcanzó un valor de 1,53 (Cuadro 1), lo que indica una baja diversidad en esta comunidad de avifauna granívora; sin embargo, un número de 12 especies en un monocultivo con hábitat pequeño (1 ha), parece ser una cifra importante en cuanto a riqueza de especies, al margen de que predominaron pocas de ellas.

El índice de Simpson mostró un valor de 0,76 (Cuadro 1). Este índice fluctúa entre 0 y 1, de manera que el valor obtenido, por su relativa cercanía a la unidad, ratifica la alta dominancia para sólo cuatro especies, las que se considerarían

por su abundancia, como las principales plagas ornitológicas de la quinua en esta parte del altiplano peruano (Figura 2).

Poblaciones de avifauna granívora según etapas fenológicas del grano. Las aves granívoras ingresaron al campo de cultivo desde que empezaron a formarse los granos en las panojas y con mayor frecuencia desde la fase de grano lechoso, registrándose desde 29 hasta 76 individuos por hora durante el día (Figura 2). En el período de grano pastoso aumentaron progresivamente las poblaciones alcanzando 163 individuos/hora y la cúspide poblacional se apreció en la etapa de madurez fisiológica con

192,79 individuos por hora, a partir de la cual disminuyeron hasta llegar a 92,33 individuos avistados por hora. Durante el emparve las poblaciones se mantuvieron en unos 94 individuos por hora. La tendencia indica que

la mayoría de aves granívoras concurren a los campos de quinua al finalizar el período fenológico de grano pastoso e inicio de madurez fisiológica, lo que sugiere una preferencia por el grano bien desarrollado.

Cuadro 1. Avifauna granívora en el cultivo de quinua. EE Salcedo-INIA, Puno. Octubre 2010-Abril 2011

Nº	Especies registradas	Nombre común	Familia	Número total (*)	Frecuencia
1	<i>Patagioenas maculosa</i>	Torcaza ceniza	Columbidae	2739 (28,76)	Común
2	<i>Sicalis uropygialis</i>	Kellopesko	Thraupidae	2439 (25,61)	Común
3	<i>Zenaida auriculata</i>	Paloma rabiblanca	Columbidae	2109 (22,15)	Común
4	<i>Zonotrichia capensis</i>	Pichitanka	Emberizidae	1932 (20,29)	Común
5	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Plomito	Thraupidae	84 (0,88)	Ocasional
6	<i>Phrygilus punensis</i>	Kellopesko	Thraupidae	84 (0,88)	Ocasional
7	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Gorrión pechinegro	Thraupidae	51 (0,54)	Ocasional
8	<i>Sicalis luteola</i>	Kellopesko	Thraupidae	45 (0,47)	Ocasional
9	<i>Metropelia melanoptera</i>	Tortola cordillerana	Columbidae	15 (0,16)	Raro
10	<i>Turdus chiguanco</i>	Chiguanco	Turdidae	15 (0,16)	Raro
11	<i>Metropelia ceciliae</i>	Kurukuta	Columbidae	9 (0,09)	Raro
12	<i>Spinus atrata</i>	Jilguero, chañita	Fringillidae	1 (0,01)	Raro
Total				9523 (100)	
Índice de Shannon = 1,53				Índice de Simpson = 0,76	

* Porcentajes en el paréntesis

Efectivamente, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre poblaciones según etapas fenológicas ($F_{(3, 24)} = 7,072$; $P \leq 0,001$); la prueba de Tukey confirmó que en los períodos de grano pastoso y madurez fisiológica la frecuencia de ingreso de aves al cultivo es mayor, luego en el emparve y en menor magnitud durante la etapa de grano lechoso (Figura 4), lo que indica que la etapa de madurez fisiológica es el momento más crítico al ataque de aves (abril y mayo) y en el que hay que considerar las medidas pertinentes.

Un análisis por especies demuestra que *P. maculosa* tuvo mayor incidencia a partir del período de grano pastoso hasta el emparve y fue significativamente menor en el período de grano lechoso ($F_{(3, 24)} = 7,61$; $P \leq 0,001$). Las poblaciones del columbido *Z. auriculata* tuvieron similar comportamiento, denotándose también su mayor abundancia desde grano pastoso hasta el emparve, y mínima incidencia en el período de grano lechoso ($F_{(3, 24)} = 10,264$; $P \leq 0,001$), lo que indica que ambas especies tienen mayor afinidad por granos de quinua maduros. A diferencia, *Z. capensis* tuvo una incidencia poblacional similar en los cuatro períodos fenológicos del cultivo, sin

diferencias significativas ($F_{(3, 24)} = 2,177$; $P = 0,117$), lo que permite asumir que esta especie consume con similar preferencia granos en cualquier estado de madurez. *S. uropygialis*, otra especie abundante en el cultivo, mostró también mayor afinidad por el grano maduro, siendo sus números más altos en grano pastoso y madurez fisiológica ($F_{(3, 24)} = 4,678$; $P \leq 0,01$) (Cuadro 2). Es de destacar que estas cuatro especies son residentes en la zona lo que disminuye la probabilidad de que alguna de ellas haya abundado transitoriamente en esa época del año.

Los resultados evidencian también la existencia de nichos relacionados a la fenología del grano. Los columbiformes incidieron mayormente al grano maduro (mes de abril principalmente), *S. uropygialis* al grano pastoso y madurez fisiológica y *Z. capensis* de forma muy similar en todos los períodos, por lo que las precauciones deben considerar estas condiciones. Pero es posible también que el mayor tamaño y agresividad de los columbiformes atemorice a las especies pequeñas restringiendo sus incidencias cuando el grano está maduro.

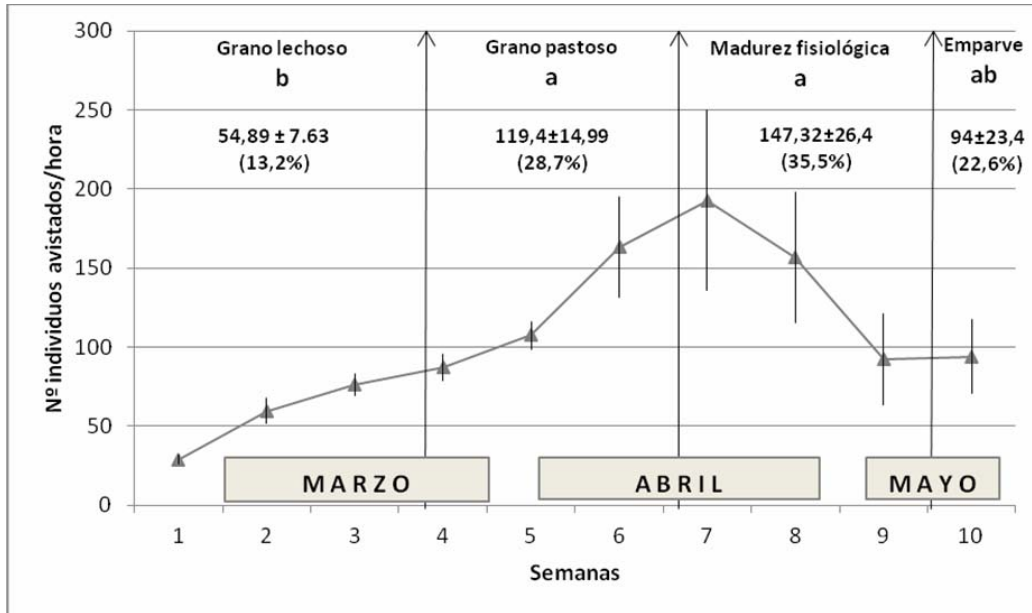


Figura 2. Fluctuación de las poblaciones de avifauna granívora en el cultivo de quinua según etapas fenológicas en la formación del grano (promedios \pm SE). Letras diferentes entre períodos fenológicos indican diferencias en las poblaciones de avifauna según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Cuadro 2. Incidencia de las especies de aves granívoras más abundantes en el cultivo de quinua, según período fenológico (promedio \pm SE)

Período fenológico	Número promedio de aves-hora ⁻¹			
	<i>P. maculosa</i>	<i>Z. auriculata</i>	<i>Z. capensis</i>	<i>S. uropygialis</i>
Grano lechoso	13,72 \pm 2,38 b	5,18 \pm 1,40 b	23,52 \pm 1,76 a	12,67 \pm 2,38 b
Grano pastoso	26,63 \pm 6,80 ab	28,03 \pm 5,47 a	23,70 \pm 1,58 a	37,52 \pm 4,72 a
Madurez fisiológica	51,57 \pm 11,83 a	37,43 \pm 8,39 a	19,50 \pm 3,21 a	32,35 \pm 7,46 a
Emparve	42,33 \pm 14,04 a	22,50 \pm 7,51 a	14,50 \pm 0,76 a	14,50 \pm 1,73 b

Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Incidenias de la avifauna granívora según hora del día. Las tendencias de las aves granívoras a frecuentar el campo de quinua según horarios variaron también por especie (Figura 3). La paloma *P. maculosa* frecuentó principalmente en horas de la mañana siendo significativamente mayor que al mediodía y en la tarde, lo que se evidenció en el efecto de bloque del Anova y la prueba de Tukey ($F_{(2, 24)} = 5,509$; $P = 0,011$); *Z. auriculata* tuvo mayores poblaciones en horas de la mañana hasta el mediodía siendo significativamente menores por las tardes ($F_{(2, 24)} = 3,804$; $P = 0,037$). Los passeriformes *Z. capensis* y *S. uropygialis* tuvieron avistamientos estadísticamente similares en los tres horarios ($F_{(2,24)} = 0,291$; $P = 0,75$ para el

primero y $F_{(2, 24)} = 0,214$; $P = 0,809$ para el segundo). Las frecuencias de ingreso al campo de cultivo del total de aves fueron en 43,56 % por la mañana, 30,84 % al mediodía y 25,59 % por la tarde (Cuadro 3).

De acuerdo a los resultados los momentos más críticos de ataque por aves-plaga en el cultivo de quinua ocurren en horas de la mañana, cuando inciden principalmente los columbiformes, cuyos efectos aumentan debido a su mayor tamaño y capacidad de consumo, y a su importante número mientras que los passeriformes, *Z. capensis* y *S. uropygialis* acuden casi similarmente en los tres horarios, pero debido a su menor tamaño y menores poblaciones, sus daños parecen no ser tan importantes como el de las palomas.

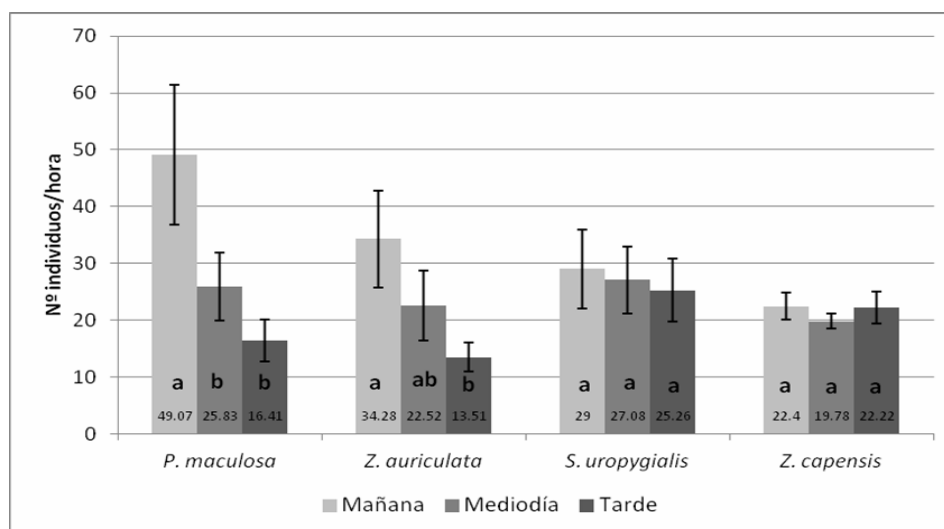


Figura 3. Incidencias de las poblaciones de las principales cuatro especies de aves granívoras en el cultivo de quinua según horarios (promedios ± SE). Letras iguales en columnas por especie indican similitudes estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Cuadro 3. Presencia de avifauna granívora en el cultivo de quinua según horas del día

Especie	Número de aves·hora ⁻¹ ± SE		
	Mañana	Mediodía	Tarde
<i>P. maculosa</i> , <i>Z. auriculata</i> , <i>S. uropygialis</i> y <i>Z. capensis</i>	134,75 ± 30,06	95,21 ± 19,32	77,40 ± 14,69
<i>Phrygilus punensis</i>	1,07 ± 0,33	0,62 ± 0,23	1,11 ± 0,35
<i>Geospizopsis plebejus</i>	1,07 ± 0,35	0,75 ± 0,21	1,02 ± 0,29
<i>Sicalis luteola</i>	0,45 ± 0,45	0,45 ± 0,45	0,56 ± 0,44
<i>Metropelia melanoptera</i>	0,23 ± 0,16	0,23 ± 0,15	0,03 ± 0,02
<i>Turdus chiguanco</i>	0,13 ± 0,07	0,13 ± 0,08	0,2 ± 0,10
<i>Rhopospina fruticeti</i>	0,5 ± 0,14	0,36 ± 0,11	0,85 ± 0,19
<i>Metropelia ceciliae</i>	0,08 ± 0,05	0,14 ± 0,06	0,07 ± 0,07
Total	138,28 ± 31,61	97,89 ± 20,61	81,24 ± 16,15
Porcentaje	43,57	30,84	25,59

Importancia de la quinua como ítem alimentario en aves granívoras. Los análisis de contenidos estomacales para las cuatro especies de aves granívoras más abundantes mostraron que los granos de quinua constituyen un ítem importante en su dieta. La frecuencia de ocurrencia de granos de quinua en el buche fue de 100 % en tres especies, excepto en *Z. capensis* que alcanzó el 33 %. Según el IRI, para *P. maculosa* los granos de quinua constituyeron el 82,66 % de su dieta, para *S. uropygialis* de 70,13 %, para *Z. auriculata* de 59,46 % y para *Z. capensis* el 35,90 %. En

Columbiformes y Paseriformes otros ítems alimenticios lo constituyeron semillas de mostaza (*Brassica rapa*) y otros granos de poáceas silvestres; para *Z. capensis*, además, se encontraron estructuras de insectos, lo que indicaría que esta especie tiene una dieta variada y muestra un omnivorismo que pudiera darle alguna importancia como enemigo natural de algunas plagas insectiles, disminuyendo con ello en algún modo su amenaza como especie plaga para el cultivo (Cuadro 4).

En las cuatro especies de importancia económica, los buches pueden estar llenos o

casi llenos en cualquiera de los tres horarios evaluados, lo que es indicio que estas aves consumen hasta la saciedad o repleción unas tres veces al día. Bajo esta condición, la cantidad del ítem alimenticio quinua consumido en cada repleción fue: *P. maculosa* un promedio de 7,93 g de quinua, *Z. auriculata* 5,18 g, *S. uropygialis* 0,5 g y *Z. capensis* 0,18 g (Cuadro 5).

Asumiendo que consumen tres veces al día hasta la repleción, se estima que cada individuo de las cuatro especies mencionadas se alimenta diariamente con unos 23,79 g, 15,54 g, 1,5 g y 0,54 g de quinua, respectivamente. Esta información permite confirmar que en efecto sólo las dos primeras especies son realmente dañinas al cultivo.

Cuadro 4. Importancia de la quinua en la alimentación de aves granívoras con respecto a otros alimentos

Espece	IRI Quinua	IRI de otros alimentos	% IRI quinua	% ocurrencia de quinua	Importancia de quinua como alimento
<i>Patagioenas maculosa</i>	16531,5	3468,5	82,66	100	Alta
<i>Zenaida auriculata</i>	11891,7	8108,3	59,46	100	Alta
<i>Sicalis uropygialis</i>	14025,2	5974,8	70,13	100	Alta
<i>Zonotrichia capensis</i>	7180,5	12819,5	35,90	33	Media

Cuadro 5. Cociente de repleción estomacal (CRE) \pm SE en aves granívoras del cultivo de quinua (n = 5)

Espece	CRE promedio (%)	Estado de saciedad	Componente ítem quinua hasta repleción (g)	Consumo diario del ítem quinua (g)
<i>Patagioenas maculosa</i>	3,85 \pm 0,61	Buches casi llenos	7,93	23,79
<i>Zenaida auriculata</i>	6,05 \pm 0,27	Buches llenos	5,18	15,54
<i>Sicalis uropygialis</i>	5,74 \pm 0,41	Buches casi llenos	0,50	1,50
<i>Zonotrichia capensis</i>	4,92 \pm 0,71	Buches casi llenos	0,18	0,54

De acuerdo a la importancia de los granos de quinua en la alimentación de estas aves y a la abundancia de sus poblaciones, se pueden categorizar como aves-plaga clave para el cultivo en esta parte del altiplano peruano a *P. maculosa* y *Z. auriculata*, para las que se debe planificar las medidas pertinentes de manejo, mucho más porque estas especies regularmente conforman bandadas al ingresar al campo de cultivo. Aunque *S. uropygialis* tuvo numerosas poblaciones y el grano de quinua tiene alta importancia en su alimentación no se considera una plaga de importancia primordial debido a los reducidos volúmenes que logra consumir; lo mismo ocurre con *Z. capensis* que además tiene escasas poblaciones, carecen de hábitos gregarios y es muy relativa su afinidad por la quinua como alimento; por ello ambas especies son consideradas solamente como potenciales. Las restantes ocho especies se comportaron como plagas ocasionales con muy escasa trascendencia económica.

DISCUSIÓN

Para el área evaluada en el altiplano del Perú se

reportan 12 especies de aves granívoras que inciden en el cultivo de quinua con predominio notorio de *P. maculosa*, *Z. auriculata*, *S. uropygialis* y *Z. capensis*, y por tanto de importancia económica. Por su parte, Robles et al. (2003) para la sierra central del Perú registraron cinco especies, siendo la más común *Z. auriculata* y poco frecuentes *M. ceciliae*, *Leptotila verreauxi*, *Z. capensis* y *Carduelis spinescens*; estas diferencias evidencian las específicas características ecológicas regionales. Se encontró que el campo evaluado es relativamente pobre en diversidad, pero esto es muy propio de cualquier agroecosistema sujeto a ciertas intensidades de manejo y de labranza, siendo el resultado la baja riqueza de avifauna y la monotonía en sus interacciones ecológicas (Swift et al., 1996; Weibull et al., 2003). De todas formas, 12 especies luce como un número moderadamente importante para un área tan pequeña como la estudiada (1 ha) y ubicada a una gran altitud (3810 msnm).

En otras latitudes de Argentina y Uruguay los Columbiformes *P. maculosa* y *Z. auriculata* son consideradas como las más abundantes y voraces

comedoras de semillas en plantas cultivadas (Canavelli, 2010); similarmente Linz et al. (2015) refieren reportes con los que aseveran que *Z. auriculata* es una de las aves-plaga más importantes en Sudamérica debido a su amplia distribución geográfica, elevados niveles poblacionales y a sus permanentes daños en sorgo, girasol, trigo, arroz, cebada, e incluso soya. Estas especies fueron también las que mayores incidencias tuvieron en campos de quinua, lo que acrecienta su importancia y su distribución como plagas de Sudamérica.

De las 12 especies granívoras registradas para el altiplano peruano la mayoría no alcanzó altas poblaciones y su presencia en el cultivo fue tal vez más por interacción social, búsqueda de refugio, exploración de recursos, baja preferencia por los granos de quinua o porque sus poblaciones son naturalmente escasas en este medio. Tellechea (2011) menciona, por ejemplo, que *S. luteola*, especie reportada también en este estudio, tiene como dieta principal semillas de malezas y plantas silvestres y los granos cultivados apenas representan el 0,1 % del IRI; incluso *Z. capensis*, que fue una de las especies con mayor incidencia en nuestro estudio, tuvo sólo 33 % de frecuencia en granos de quinua en sus buches, lo que también estaría coincidiendo con lo hallado por Robles et al. (2003), quienes indican que este gorrión prefiere semillas de malezas antes que granos de quinua.

Palomas como *M. ceciliae* y *M. melanoptera* tuvieron también escasa trascendencia como plagas debido a sus bajos niveles poblacionales y a que su actividad alimentaria predominó sobre la superficie del suelo; peculiaridad también referida por Fjeldsa et al. (1990). Fontoura y Orsi (2013) indican que *Z. auriculata* es similarmente forrajeador del suelo, aunque en nuestro estudio juntamente con *P. maculosa* se les registró tanto sobre panojas como sobre el suelo; incluso, *P. maculosa* mostró un comportamiento deliberado de posarse formando grupos sobre las panojas hasta hacerlas caer para luego alimentarse de los granos en el suelo.

Las abundancias de avifauna granívora predominaron durante la mañana (6:00-9:00 horas), con casi el 44 % de registros (Cuadro 3). De Melo y Cheschini (2012) encontraron también que las mayores frecuencias en campos de sorgo se dan entre las 6:45 y 9:30 horas, con el 40 a

95 % de visitas; en la quinua las incidencias difirieron, además, según especie: por la mañana prevalecieron palomas mientras que los paseriformes tuvieron presencia similar durante todo el día. Estas diferencias en el sitio y tiempo de alimentación evitan superposición de nichos lo cual les permite coexistir a diferentes especies en un mismo hábitat (Fontoura y Orsi, 2013).

Las palomas tienen como dieta principal semillas y material vegetal (Muñoz et al., 2005) y los granos cultivados son el principal alimento de *Z. auriculata* conformando desde 62 % hasta 95 % de su dieta (Murton et al., 1974; Ranvaud et al., 2001; Canavelli, 2010); además, consumen desde 15 g (Canavelli, 2010) hasta 18 g diarios de semillas cultivadas (estimado a partir de datos de Murton et al., 1974); nuestro estudio determinó que granos de quinua conforman el 59,5 % de la dieta de esta paloma las cuales tuvieron un consumo promedio diario de 15,5 g de quinua, valores no muy alejados de los reportes anteriores. Así mismo, León y Galvez (1981) indican que palomas domésticas consumen alrededor de 30 g diarios de alimento; para *P. maculosa*, de tamaño similar a las domésticas, determinamos un consumo diario de 23,8 g de quinua, lo que constituyó el 82 % del alimento total ingerido y también coincide con la información anterior.

Las estimaciones indican que los ataques de aves al cultivo de quinua provocan pérdidas entre el 40 y 60 % (Zanabria y Banegas, 1997; Robles et al., 2003; Tapia y Frías, 2007). En el estudio no se han cuantificado las pérdidas por aves en quinua; sin embargo, la información obtenida sugiere un impacto importante sobre la producción.

Cabe mencionar que *P. maculosa* es una especie cuyas poblaciones en el altiplano peruano recién se incrementan en los últimos años; anteriormente sus incidencias en cultivos eran ocasionales, hecho que corroboran técnicos y agricultores, pero, en general, constituyen un fenómeno común a otras regiones de Sudamérica. Bucher (1998) indica que en Argentina sus poblaciones se incrementaron desde los años 90 y que al parecer su causa es antrópica, debido principalmente a la ampliación de la frontera agrícola en cultivos de grano; pero además estos incrementos pueden deberse a factores ecológicos como la fragmentación de sus hábitats, a la disminución de sus fuentes alimenticias silvestres

por quema de pastizales y disminución de áreas boscosas o arbustivas. Es probable también que en el altiplano las causas sean similares.

Además de la mayor oferta de alimentos como resultado de la expansión agrícola, las mayores incidencias de aves granívoras en campos de cultivo y sus preferencias son también propiciadas por la facilidad de acceso a las panículas, al sabor y contenido nutricional de los granos (Bullard, 1988), a factores fenológicos e incluso coevolutivos como la endozoocoria, es decir, la propagación de la semilla luego que ésta pasó a través del tubo digestivo del animal (Muñoz et al., 2005), o que quizás representen la única fuente de alimento. En efecto en el altiplano cada año se amplía la frontera del cultivo de quinua (MINAGRI, 2016), las panojas exponen conspicuamente los granos para las aves, existe mayor intensidad de ataques en el período de madurez fisiológica (35,5 %) y su alta calidad en nutrientes y proteínas que superan el 13,5 % (Repo, 2003; FAO, 2011; Martínez, 2014) la hacen sumamente apetecibles y atractivas a las aves.

Probablemente en algunas zonas altoandinas la quinua se constituye como las pocas fuentes alimenticias para aves granívoras por la fragmentación y degradación de hábitats. Estrada et al. (1997) manifiestan que una mayor presencia de vegetación natural y de bosques crea mayor conectividad hacia diferentes ambientes y permite el movimiento de las aves a zonas de mejor calidad (para ellas mejor calidad es la vegetación natural con elevada diversidad) lo cual minimizaría los impactos en los cultivos adyacentes.

De Melo y Cheschini (2012) demostraron que en áreas de cultivo asociadas a bordes con pastizales las aves presentan mayores tasas de consumo del producto, lo que significa que los pastos no constituyen barreras físicas para su dispersión; contrariamente, el consumo de granos disminuye en áreas con vegetación mayor (árboles), que además de funcionar como barrera física, probablemente ofrecen una cantidad suficiente de recursos adicionales lo que hace innecesario a las aves ingresar en campos de cultivo. Ello significa también que si en ecosistemas naturales las aves granívoras no encuentran alimento adecuado, se desplazarán hacia agroecosistemas donde si lo pueden

encontrar con relativa facilidad. Además que la concentración de granos en sitios focalizados como en monocultivos permite promover la formación de grupos o bandadas (Grzybowski, 1983) propiciando aún mayores posibilidades de daños.

Con base en lo anterior, Linz et al. (2015) concluyen que las medidas de control de aves-plaga deben apuntar a un manejo de sus poblaciones a largo plazo, antes que al uso de métodos letales cuya relación beneficio-costos es bajo, además que presentan dificultades logísticas, tienen potencial riesgo ambiental y afectan a especies no direccionadas. Esto implica inclusive coadyuvar en medidas de manejo del hábitat, como la forestación ya que ello puede proveer un control natural de aves-plaga (Codesido et al., 2015) o fomentar la heterogeneidad de matrices en el paisaje porque en estas condiciones las incidencias de la avifauna en campos de cultivo también tienden a disminuir (Estrada et al., 1997). Conocer mejor los aspectos bioecológicos y las interacciones de las aves-plaga con el cultivo de quinua y otros factores ambientales permitirán finalmente planificar las medidas más pertinentes para su manejo.

CONCLUSIONES

De las 12 especies reportadas, sólo cuatro predominaron en toda la comunidad de aves granívoras en el cultivo de quinua, en condiciones circundantes al lago Titicaca en el altiplano peruano; sus poblaciones inciden principalmente en el período de madurez fisiológica del grano y en horario matutino, aunque existen diferencias según especie. *Patagioenas maculosa* y *Zenaida auriculata* se consideran plagas clave con significativa trascendencia económica debido a sus altas poblaciones, gran importancia de la quinua en su dieta y elevadas cantidades de consumo de granos durante el día, por lo que las medidas de manejo deben orientarse principalmente hacia estas especies. Los resultados también sugieren cosechar los granos de quinua inmediatamente después que alcancen la madurez, y luego proteger físicamente el emparve. Finalmente, no toda la diversidad de aves granívoras del cultivo de quinua debe ser necesariamente catalogada como plaga, y de allí, la importancia de definir su condición.

LITERATURA CITADA

1. Aguilar, P., O. Beingolea, A. Brack e I. Ceballos. 1977. Vertebrados importantes en la agricultura peruana. *Rev. Per. Ent.* 20(1): 25-32.
2. Angelescu, V. 1980. Ecología trófica de la caballa (*Scombridae*, *Scomber japonicus marplatensis*) del Atlántico Sudoccidental. *Bolm. Inst. Oceanogr.* 29(2): 41-47.
3. Bucher, E. 1998. Palomas: biología y dinámica poblacional. *In: E. Rodríguez y M. Zaccagnini (eds.). Manual de Capacitación sobre Manejo Integrado de Aves Perjudiciales a la Agricultura.* FAO. Buenos Aires. pp. 34-40.
4. Buckland, S., S. Marsden y R. Green. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation International* 18: S91-S108.
5. Bullard, R. 1988. Characteristics of bird-resistance in agricultural crops. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 13: 304-309.
6. Burnham, K., D. Anderson y J. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* N° 72. 302 p.
7. Canavelli, S. 2010. Consideraciones de manejo para disminuir los daños por aves en girasol. *Información Técnica Cultivos de Verano.* INTA Argentina. Pub. Miscelánea 118: 175- 190.
8. Codesido, M., E. Zufiaurre y D. Bilenca. 2015. Relationship between pest birds and landscape elements in the Pampas of Central Argentina. *Emu* 115(1): 80-84.
9. De Melo, C. y J. Cheschini. 2012. Daños causados por las aves en sorgo (*Sorghum bicolor*) en Brasil Central. *Bioagro* 24(1): 33-38.
10. Estrada, A., R. Coates-Estrada y D. Meritt. 1997. Anthropogenic landscapes change and avian diversity at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 6: 19-43.
11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2011. La Quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe-FAO. 58 p.
12. Fjeldsa J. y N. Krabbe. 1990. Birds of the High Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen. Apollo Books, Denmark. 876 p.
13. Fontoura, P. y M. Orsi. 2013. Ecological partitioning of three Columbidae species in Northern Paraná, Southern Brazil. *Biota Neotrop.* 13(3): 44-49.
14. Freemark K. y C. Rogers. 1995. Modification of point counts for surveying cropland birds. *In: Ralph et al. (eds.). Monitoring Bird Populations by Point Counts.* USDA, Albany. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149. pp. 69-74.
15. Fuentes F. y X. Paredes-González. 2014. Perspectivas nutraceuticas de la quinua: propiedades biológicas y aplicaciones funcionales. *In: D. Bazile et al. (eds.). Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013.* FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia). pp. 341-357.
16. Gandarillas A., R. Saravia, G. Plata, R. Quispe y R. Ortiz-Romero. 2014. Principales plagas y enfermedades de la quinua. *In: D. Bazile et al. (eds.). Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013.* FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia). pp: 227-256.
17. Gómez-Pando, L., A. Mujica, E. Chura, A. Canahua, A. Perez, T. Tejada et al. 2014. Perú. *In: Bazile D. et al. (ed.). Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013.* FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia). pp. 450-461.
18. Grzybowski J. 1983. Patterns of space use in grassland bird communities during winter. *Willson Bull.* 95(4): 591-602.
19. Hamel, P., W. Smith, D. Twedt, J. Woehr, E. Morris, R. Hamilton et al. 1996. A land manager's guide to point counts of birds in the southeast. USDA, New Orleans. Gen. Tech. Rep. SO-120. 39 p.
20. León P. y J. Galvez. 1981. 101 Métodos III: La Columbofilia en la Cumbre. Edit. Cárabo, Barcelona. 421 p.
21. Linz, G., E. Bucher, S. Canavelli, E. Rodríguez y M. Avery. 2015. Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review. *Crop Protection* 76: 46-52.
22. Martínez, E. 2014. Quinua: Aspectos nutricionales del arroz de los Incas. *In: D. Bazile et al. (eds.). Estado del Arte de la Quinua*

- en el Mundo en 2013. FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia). pp. 331-337.
23. MINAGRI. (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. Sistemas de Información. <http://www.frenteweb.minagri.gob.pe/> (consulta del 04/11/2016).
24. Muñoz J., G. Marín y J. Rodríguez. 2005. Dieta de tres especies de aves colúmbidas en un hábitat xerofítico litoral del Nororiente de Venezuela. *Saber* 17(2): 214-222.
25. Murton, R., E. Bucher, M. Nores, E. Gomez y J. Reartes. 1974. The ecology of the eared dove (*Zenaida auriculata*) in Argentina. *The Condor* 76: 80-88.
26. Pinkas, L., M. Oliphant, y Z. Iverson. 1971. Food habits of Albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Dep. Fish & Game Fish. Bull.* 152: 105 p.
27. Ranvaud, R., L. De Freitas, E. Bucher, H. Dias, V. Avanzo y C. Alberts. 2001. Diet of eared doves (*Zenaida auriculata*, Aves, Columbidae) in a sugar-cane colony in South-Eastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 61(4): 651-660.
28. Repo-Carrasco, R., C. Espinoza y S. Jacobsen. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International.* 19(1, 2): 179-189.
29. Robles J., S. Jacobsen, C. Rasmussen, V. Otazu y J. Mandujano. 2003. Plagas de aves en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú central. *Rev. Per Ent.* 43: 147-151.
30. Swift M., J. Vandermeer, P. Ramakrishnan, J. Anderson, C. Ong y B. Hawkins. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. *In:* H. Mooney et al. (ed.). *Functional Roles of Biodiversity.* United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. pp. 261-298.
31. Tapia, M. y A. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Edit. Milenium Digital, Lima. 209 p.
32. Tellechea, G. 2011. Variación estacional de la dieta del misto *Sicalis luteola* en el departamento de Colonia, Uruguay. Trabajo de grado. Universidad de la República de Uruguay, Fac. Ciencias. Montevideo. 26 p.
33. Weibull, A., O. Ostman y A. Granqvist. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, hábitat and farm management. *Biodiversity & Conservation* 12(7): 1335-1355.
34. Zanabria E. y M. Banegas. 1997. Entomología económica sostenible. Plagas de los cultivos andinos: Papa y quinoa y el manejo agroecológico en los ecosistemas frágiles de la región andina. *Aquarium.* Puno, Perú. 187 p.