

Refugios artificiales para comunidades de artrópodos depredadores epigeos y su efecto en el control biológico del gorgojo de los Andes en el cultivo de papa, Puno - Perú

ALFREDO LOZA-DEL CARPIO¹ ROSARIO BRAVO² PEDRO DELGADO³



Sociedad Entomológica del Perú

La Revista Peruana de Entomología (Rev. peru. entomol.), es la publicación científica de la Sociedad Entomológica del Perú, fundada en 1956.

El artículo de Alfredo Loza-Del Carpio, Rosario Bravo y Pedro Delgado., fue publicado on line en el volumen 50 No 2, en setiembre de 2015.

Cita correcta: ALFREDO LOZA-DEL CARPIO, ROSARIO BRAVO, PEDRO DELGADO. 2015. Refugios artificiales para comunidades de artrópodos depredadores epigeos y su efecto en el control biológico del gorgojo de los Andes en el cultivo de papa, Puno - Perú. Rev. peru. entomol. 50(2): 13-25.

RESUMEN. ALFREDO LOZA-DEL CARPIO, ROSARIO BRAVO, PEDRO DELGADO. 2015. *Refugios artificiales para comunidades de artrópodos depredadores epigeos y su efecto en el control biológico del gorgojo de los Andes en el cultivo de papa, Puno - Perú.* Rev. peru. entomol. 50(2): 13-25. Se ha evaluado la influencia de tres tipos de refugios: piedra, terrón y tubos de PVC, además de un insecticida y un testigo, sobre las comunidades de depredadores epigeos en el cultivo de papa y su efecto en las poblaciones de gorgojo de los Andes. El estudio se llevó a cabo en parcelas de la comunidad de Huerta Huaraya ubicada en la zona circunlacustre del lago Titicaca. La evaluación de depredadores y gorgojos adultos se realizó empleando trampas de caída. Las comunidades de depredadores epigeos están conformadas principalmente por carábidos predominando *Notiobia schnusei* (Van Emden) (43%), *N. laevis* (Van Emden) (19%), *Bembidion* spp (10%) y arácnidos (14%). La comunidad de depredadores fue afectada por la aplicación del insecticida alcanzando sólo el 9,2% del total de poblaciones, a diferencia en parcelas con refugios piedra alcanzaron hasta el 27,53%; los refugios favorecieron principalmente a carábidos y arácnidos. Las poblaciones de gorgojo de los Andes fueron significativamente superiores en el testigo absoluto (34,34%) y menores en los tratamientos con insecticida químico (7,97 %) y con refugio terrón (17,03%). En la cosecha los rendimientos de tubérculos fueron similares en todas las parcelas aunque los daños por gorgojo fueron significativamente menores en parcelas con refugios piedra, la cual se considera como alternativa promisoría en un sistema de manejo ecológico de plagas del cultivo de papa. La disminución de daños (con relación al testigo), fue de 57% para refugios piedra, 30% para refugios de PVC, 28% para insecticida Metamidophos y 19% para refugios terrón; en el testigo absoluto los daños alcanzaron el 40,83%.

Palabras clave: depredadores epigeos, cultivo de papa, control biológico, refugios artificiales, Puno.

ABSTRACT. ALFREDO LOZA-DEL CARPIO, ROSARIO BRAVO, PEDRO DELGADO. 2015. *Artificial shelter for epigeal arthropod communities and their effect on the biological control of Andean weevil in the potato crop, Puno Peru.* Rev. peru. entomol. 50(1): 13-25. Effect of three types of refuges: stone, clod and PVC tube has been evaluated on the communities epigeal predators in crop potato and Andes weevil populations, also it considered control and insecticide treatment. Study was carried at the community of Huerta Huaraya, located around of the Titicaca lake; predators and weevil evaluations were carried out through pit fall traps. Results indicated that the communities of epigeal predators were conformed mainly by carabids where *Notiobia schnusei* (Van Emden) prevails with 43%, *N. laevis* (Van Emden) 19%, *Bembidium* spp. 10% and arachnids with 14%; community were influenced negatively with insecticide application where its population only reached 9,2% and parcels with stone refuges reached until 27,53% of the populations; refuges favored carabids and spiders mainly. The populations of the Andean weevil were significantly superior in the absolute control (34,34%) and smaller in the treatments with chemical insecticide (7,97%) and clod refuge (17,03%). Tuber yields were similar in all the parcels although the weevil damages were significantly smaller in parcels with stone refuges, which is considered promissory alternative to include in ecological system management of the pest in the potato crop. Efficiencies in the damage decrease (regard to the absolute control) were 57% for stone refuges, 30% for PVC refuges, 28% for Metamidophos and 19% for clod refuges; absolute control damage was 40,83%

.Key words: epigeal predators, crops potato, biological control, artificial refuges, Puno.

Introducción

En la agricultura altiplánica peruana la papa

constituye uno de los cultivos más importantes debido a sus múltiples implicancias económicas, sociales y alimenticias, estableciéndose por ello como un componente básico y tradicional del sistema productivo. Para su producción sin embargo, se presentan limitantes de diversa índole que restringen sus potenciales rendimientos, destacando entre las principales: sequías, heladas, granizadas, patógenos e insectos plaga, siendo estas últimas las que se presentan

¹ Profesor Asociado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

² Profesor Principal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

³ Investigador del Instituto Nacional de Innovación Agraria Puno.

permanentemente y con mayor insistencia año tras año y son probablemente el factor adverso que mayores daños y mermas ha ocasionado en la productividad de este cultivo (Sarmiento 1990).

Entre todas las plagas insectiles de la papa, la más importante en la sierra del Perú, por su permanencia y severidad en los daños al tubérculo durante las últimas décadas, es el “gorgojo de los Andes”. Sus daños al tubérculo de papa pueden superar el 50% en la cosecha si no son usadas medidas de control y su producción comercial está sujeta al uso de pesticidas altamente tóxicos (Alcázar & Cisneros 1999); en el altiplano han alcanzado incluso el 85% de daños cuando no se aplican insecticidas (Barea *et al.* 1997). El gorgojo de los Andes en el altiplano de Puno está representado por el complejo *Premnotrypes*, principalmente con las especies *P. latithorax*, *P. solaniperda* y *Rhigopsidius piercei* (Alcázar & Cisneros 1999; Kühne 2009), los cuales son especialmente abundantes en zonas de gran generalización del cultivo como la zona circundante al lago Titicaca, donde los agricultores lo consideran como el mayor problema en su producción (MINAG 2011).

Para contrarrestar los daños ocasionados por estos insectos, el agricultor altiplánico convencionalmente aún utiliza fuertes dosis de pesticidas químicos, organoclorados y organofosforados principalmente, los mismos que pueden provocar efectos adversos en otros componentes del agroecosistema y ecosistemas adyacentes, así como en la salud humana.

Una alternativa poco considerada y utilizada para combatir plagas insectiles en el altiplano tiene que ver con la conservación y protección de sus enemigos naturales nativos. Evidencia experimental demuestra que es posible estabilizar comunidades de insectos fitófagos diseñando sistemas agrícolas que estimulen las poblaciones de enemigos naturales (Nicholls & Altieri 2002). Ello implica mejorar el hábitat para proporcionar mayor disponibilidad de sus recursos requeridos (presas alternativas, refugios), mediante la instalación de infraestructuras ecológicas adecuadas en el campo de cultivo y en el paisaje (Paredes *et al.* 2013). Es decir, que si los campos de cultivo, de por sí, no pueden ofrecer estos recursos para los enemigos naturales, es factible crear refugios dentro o cerca de ellos (Van Driesche 2007). Son suficientes las evidencias que la conservación del control biológico atrae y mejora la capacidad de los enemigos naturales, sin embargo estudios que demuestren que estos métodos disminuyen el daño por las plagas o mejoren el rendimiento del cultivo todavía son escasos (Jonsson *et al.* 2008).

En esta perspectiva, para el altiplano se ha reportado importante diversidad de artrópodos depredadores

epígeos en campos de cultivo, con potencial para el control biológico por conservación, entre los que destacan araneidos, chilopodos, estafilínidos y carábidos; entre estos últimos, por lo menos unas 12 especies confluyen en campos de cultivo de papa, quinua, cañihua y haba, entre las que predominan *Notiobia schnusei*, *Notiobia laevis* y *Bembidion* spp. (Loza & Bravo 2001).

Estas especies tienen gran afinidad y preferencia por el consumo de larvas y huevos de varias especies fitófagas, así como una considerable capacidad de depredación (desde 1,07 mg/día para *Bembidion* hasta 29,94 mg/día para *N. schnusei*) (Loza 1999, Loza & Bravo 2003). Especies de carábidos como *Notiobia peruvianus*, *Bembidium* sp. y *Metius* sp. presentan una importante tasa de depredación sobre huevos de gorgojo de los Andes y es probable que desarrollen diversos mecanismos para encontrar sus presas hasta en los lugares más recónditos, por lo que se considerarían a los carábidos como un grupo importante para el control natural del gorgojo (Yabar *et al.* 2006).

Otro hecho interesante que se ha evidenciado, es que casi la totalidad de estos depredadores buscan refugios bajo piedras, terrones y mulch, los que generalmente escasean en los campos de cultivo debido a que son extraídos para la siembra; en cambio son mucho más abundantes en campos naturales, lo que propicia que en estos hábitats también se observe mayores poblaciones de carábidos (Loza 1999, Loza & Bravo 2001).

A partir de estas observaciones los objetivos planteados fueron: caracterizar las comunidades y poblaciones de depredadores epígeos en parcelas de papa con el acondicionamiento de tres tipos de refugios artificiales y determinar si estos enemigos naturales influyen en las poblaciones de gorgojo de los Andes y en los daños al tubérculo después de la cosecha. Esto también se basa en la premisa de que un ecosistema complejo y diverso tiene mayor dinamismo y estabilidad entre sus componentes bióticos, lo que normalmente evita la aparición de organismos que comúnmente denominamos “plagas”, siendo uno de los principios para lograr la estabilidad de los agroecosistemas, el incremento de la diversidad de las especies (Gurr *et al.* 2004).

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación fue llevada a cabo en campos agrícolas de la comunidad campesina de Huerta Huaraya ubicada en el distrito de Puno, a inmediaciones de las orillas del lago Titicaca, a una altitud de 3840 msnm, durante la campaña agrícola 2008 - 2009. En el lugar se practica tradicionalmente sistemas de rotación de

cultivos, iniciando con papa, luego quinua, cebada, haba y nuevamente papa, con dos o tres campañas agrícolas previas en descanso. Debido a la cercanía al lago, en esta localidad se presenta un periodo libre de heladas de unos 180 días, mayor al de las zonas más alejadas del lago que pueden alcanzar sólo hasta 30 días (Grace 1985), por lo que los daños ocasionados por temperaturas extremadamente bajas no suelen ser muy frecuentes en este lugar (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, Comunidad de Huerta Huaraya, Puno (Google Earth, 2013).

Unidades experimentales

Se seleccionaron 30 parcelas experimentales de 100 m² cada una, dispuestas casi adyacentemente unas de otras, contando en total con un área de 3 000 m². Previo a la siembra se realizó la preparación del terreno de manera convencional, utilizando maquinaria agrícola. La siembra fue manual, utilizando tubérculo semilla de la variedad “Imilla Blanca” de un peso de 60 g en promedio, en una densidad de 1600 kg/ha; distancia entre surcos de 1 m, distancia entre plantas de 0,3 m y como abono estiércol de ganado vacuno.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la disposición de tres tipos de refugios para depredadores epígeos en parcelas del cultivo de papa:

- Refugios piedra: ligeramente circulares, de 25 a 30 cm de diámetro, teniendo en cuenta que el lado adyacente al suelo sea plano y con ligera concavidad.
- Refugios terrón: trozos de tierra compacta, con el mismo diámetro y similares características del anterior tratamiento.
- Refugios artificiales: Construidos de cilindros oscuros de PVC (Policloruro de Vinilo) de 10 cm de diámetro y 30 cm de longitud, divididos

longitudinalmente en dos partes iguales. Cada parte cerrada en sus extremos con trozos de madera en medialuna y tabicados interiormente para formar dos compartimentos interiores, se hicieron muescas en los lados y en los extremos para permitir el ingreso de los depredadores. En la superficie interior de estos refugios se realizaron incisiones a bajo relieve, para posibilitar el mejor desplazamiento de los depredadores sobre ella (Fig. 2).

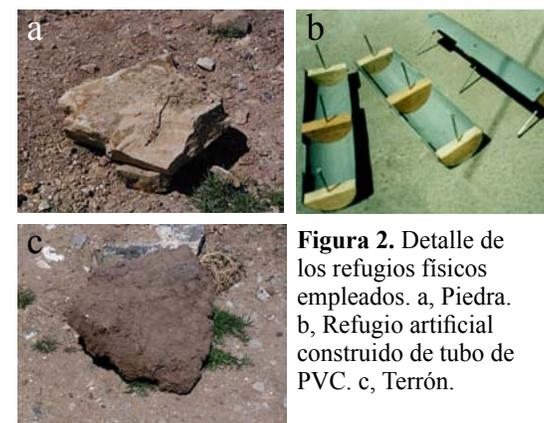


Figura 2. Detalle de los refugios físicos empleados. a, Piedra. b, Refugio artificial construido de tubo de PVC. c, Terrón.

Se consideraron también parcelas comparativas como testigos sin inclusión de ningún tipo de refugios en su interior:

- Aplicación de pesticida químico: Metamidophos, según dosis recomendada para el producto (1 L/ha) para el cultivo de papa, aplicadas por fumigación en los meses de enero y marzo.
- Testigo absoluto: Sin ningún tipo de tratamiento ni aplicación de pesticida.

En las parcelas seleccionadas para el acondicionamiento de tratamientos se dispusieron 20 unidades de refugios según determinado tipo (piedra, terrones o PVC), dejando libres los bordes en un distanciamiento de dos metros; se colocaron cuatro refugios por hilera, en cinco hileras centrales, de modo que queden al pie de la planta cuando estas desarrollen. Para cada tratamiento o tipo de refugio se consideraron seis repeticiones (6 parcelas), resultando en total 18 parcelas experimentales con acondicionamiento de refugios, seis parcelas con tratamiento químico y seis parcelas como testigo absoluto (30 parcelas en total).

Evaluaciones y variables de respuesta

La instalación de los refugios se realizó a las dos semanas de la siembra, colocándose además en la zona central de cada parcela cuatro trampas de caída de 10 cm de diámetro, distanciadas 1 m una de la otra, las cuales fueron evaluadas semanalmente registrando el

número de individuos depredadores e inclusive adultos de gorgojo de los Andes que cayeron en cada trampa, considerando el nivel de especie o taxón mayor, hasta una semana antes de la cosecha; se revisaron además los refugios para verificar si efectivamente se instalaban depredadores dentro de ellos.

En la cosecha se consignaron datos como producción en kilogramos de tubérculo por parcela y tratamiento, número de tubérculos dañados más su respectivo peso por parcela y tratamiento, diferenciando los daños por gorgojo, polilla de papa, noctuidos o daños múltiples. También se determinó el peso total de tubérculos no dañados por insectos (producción neta). Se calculó el porcentaje de eficiencia por cada tratamiento, según la expresión de Sun Shepard (cit op. Arning 2001):

$$\%E = \frac{\%dt - \%dT}{\%dt} \times 100$$

Donde: %E es porcentaje de eficiencia en cada tratamiento, % dt es porcentaje de daños en el testigo absoluto, % dT es porcentaje de daños en el tratamiento.

Diseño experimental

Para demostrar el efecto de los refugios sobre la abundancia de depredadores se realizó un Análisis de Varianza (ANVA) en Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial 5x5 (cinco taxones y cinco tratamientos), considerando los meses de evaluación como bloques (de diciembre a mayo). Los conteos se realizaron sumando el total de capturas de todas las trampas para cada mes, separándolas por grupo taxonómico (cinco registrados con mayor frecuencia) y por tratamientos (tipos de refugios). Para normalizar y homogenizar varianzas los datos se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$. Para la producción de tubérculos y la cantidad afectada por plagas por cada tratamiento se utilizó un ANVA en DBCA, considerándose como bloques (06) a cada productor que dirigió sus parcelas y tratamientos con la finalidad de suprimir a este factor como fuente de variabilidad ya que cada agricultor tiene diferentes condiciones de manejo para sus cultivos. Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de medias de Tukey. Durante los meses de evaluación también se capturaron en las trampas de caída adultos de gorgojo de los Andes, con los que se determinó el nivel de asociación entre poblaciones de estos y depredadores epigeos mediante un análisis de correlación de Spearman. Para los análisis estadísticos se utilizó el software SPSS 20.

Resultados

Composición de las comunidades de depredadores epigeos en el cultivo de papa

Del total de capturas de depredadores epigeos en el cultivo de papa se encontró que el 74% corresponde a individuos adultos de la familia Carabidae, destacando las especies *Notiobia schmusei*, *N. laevis* y *Bembidion* sp., entre estas predominó ampliamente *N. schmusei* (43%), luego *N. laevis* (19%) y *Bembidion* spp. (10%), otras especies de carábidos sumaron el 2%. Otro grupo importante de artrópodos depredadores epigeos lo constituyeron los arácnidos (14%).

Los chilópodos tuvieron una proporción apreciable en los agroecosistemas evaluados (4% de la comunidad de depredadores) y resultan un grupo de potenciales depredadores de huevos de insectos plaga. Entre escarabajos y larvas de Coccinellidae y adultos de Staphilinidae, cada uno también representó el 4% de las capturas. Estos últimos frecuentan así mismo el follaje, pero se les ha podido apreciar mayormente buscando presas ávidamente entre las grietas y pequeños escondrijos del suelo (Fig. 3).

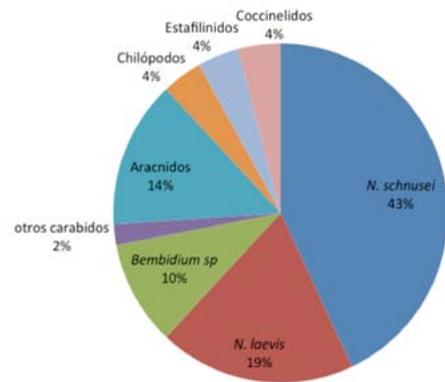


Figura 3. Composición de la comunidad de artrópodos depredadores epigeos en campos de cultivo de papa, Huerta Huaraya, Puno (n = 2859).

Influencia de refugios en las poblaciones de depredadores epigeos

Las tendencias en la fluctuación mensual de las poblaciones de depredadores tuvieron un patrón similar en todas las parcelas y tratamientos, pero en cuanto a su abundancia, las parcelas con refugios presentaron mayores números comparados con el testigo y con aplicación de insecticida (Fig. 4). Al inicio, en diciembre las poblaciones fueron muy bajas en todos los tratamientos, quizás por el efecto de las perturbaciones que ocasionan la roturación y la siembra de noviembre que aún perduran hasta diciembre o por lo que en este mes los adultos invernantes de carábidos, que constituyen las comunidades dominantes, salen de su letargo.

Las poblaciones de depredadores epigeos siempre evidenciaron mayor abundancia en parcelas con

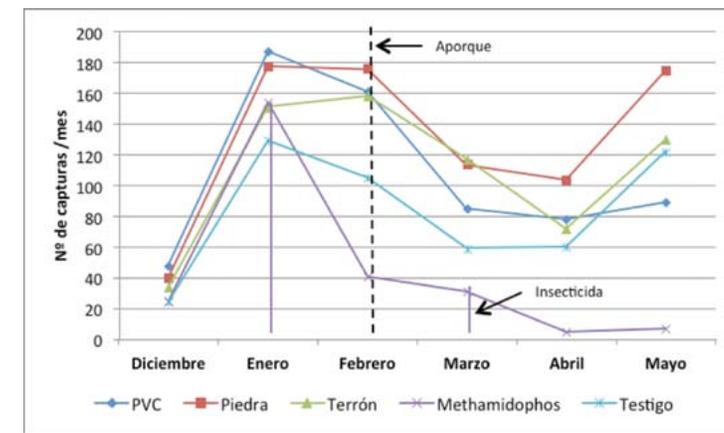


Figura 4. Fluctuación mensual de las poblaciones totales de depredadores epigeos en campos de papa según tipo de tratamiento. Líneas verticales continuas indican aplicación de insecticida Metamidophos y línea vertical punteada el aporque y deshierbo, Campaña 2008 - 2009 (n = 2859).

refugios acondicionados, presentando un promedio de capturas de 131, 110 y 108 individuos mensuales en promedio respectivamente para refugios de piedras, terrones y PVC, a diferencia del testigo absoluto que presentó un promedio de 83 capturas por mes; esto significa que parcelas con refugios de PVC y refugio terrón mantuvieron el 23% de las poblaciones de depredadores epigeos, refugio piedra el 29%, testigo absoluto 16% y con aplicación de Metamidophos sólo el 9% (tabla 1). Aunque el ANVA encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P<0,0001$; $F_{4,120} = 11,09$), la prueba de Tukey confirmó que estas fueron sólo con el tratamiento de Metamidophos, mientras que entre los demás todas presentaron poblaciones estadísticamente similares. Las parcelas aplicadas con Metamidophos representaron las menores poblaciones con un promedio de 43,8 capturas mensuales, en sus seis parcelas, significativamente menos que en todos los demás tratamientos; la Fig. 4 evidencia también una reducción drástica en los depredadores luego de esta aplicación desde el mes de enero hasta la cosecha.

La influencia del aporque y deshierbo, que se realiza

convencionalmente en parcelas de papa en el mes de febrero, resultó también catastrófico para la permanencia de depredadores dentro del cultivo, aunque según apreciaciones cualitativas los arácnidos fueron los que más toleraron esta labor. La figura 4 evidencia también un fuerte declive de las poblaciones a partir del mes de febrero en todos los tratamientos; al parecer la remoción del suelo y la extracción de las malezas propició la disminución de muchos de ellos, especialmente carábidos. El efecto de bloque del ANVA corrobora esto al presentar diferencias estadísticas mensuales en las poblaciones, con una alta disminución entre los meses de febrero a marzo ($P<0,0001$; $F_{5,120} = 7,36$). La misma figura también sugiere que el emprender la recolonización de las parcelas por los depredadores, luego del aporque y deshierbo, les requiere unos dos meses, similarmente a lo que reporta Van Toor (2006) siempre y cuando estén exentos de aplicaciones de Metamidophos.

Al determinar el efecto por cada taxón dentro de la comunidad de depredadores epigeos, el ANVA muestra diferencias significativas entre los cinco taxones más importantes ($P<0,0001$; $F_{4,120} = 124,61$) y

Tabla 1. Influencia del acondicionamiento de refugios en campos de cultivo de papa en las poblaciones de depredadores epigeos.

Tratamientos	n	Nº individuos/mes Promedios ± EE	Tukey ($\alpha=0.05$)	%
Metamidophos	263	43,83 ± 22,25	A	9,20
Testigo	499	83,17 ± 17,03	B	17,45
Refugios terrón	662	110,33 ± 19,70	B	23,15
Refugios PVC	648	108,00 ± 21,93	B	22,67
Refugios piedra	787	131,17 ± 22,70	B	27,53
TOTAL	2859	476,50 ± 92,42		100

Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas

Tabla 2. Abundancia promedio mensual (\pm EE) de depredadores epigeos en el cultivo de papa de acuerdo al acondicionamiento de tipos de refugios (n = 2859).

Tratamientos	Carábidos	Arácnidos	Chilópodos	Estafilínidos	Coccinélidos	TOTAL	%
PVC	79,00 \pm 20,66	17,00 \pm 2,56	3,33 \pm 0,56	4,50 \pm 0,76	4,17 \pm 0,95	108,00	22,66
Piedra	97,83 \pm 20,99	18,67 \pm 2,26	4,00 \pm 0,86	4,67 \pm 1,17	3,33 \pm 0,71	128,50	26,97
Terrón	81,33 \pm 17,38	15,50 \pm 2,72	4,67 \pm 1,14	3,50 \pm 1,18	5,33 \pm 1,76	110,33	23,15
Metamidophos	35,50 \pm 17,92	4,67 \pm 2,95	1,67 \pm 1,17	1,17 \pm 0,54	0,83 \pm 0,65	43,84	9,20
Testigo	58,67 \pm 14,61	11,17 \pm 2,68	4,83 \pm 1,01	5,17 \pm 0,87	6,00 \pm 2,16	85,84	18,01
TOTAL	352,33	67,01	18,50	19,00	19,67	476,51	100
%	73,94	14,06	3,88	3,99	4,13	100,00	

la prueba de Tukey indica que los carábidos fueron los más favorecidos con el acondicionamiento de refugios y muy especialmente *N. schumusei* y *N. laevis*, ya que sus poblaciones fueron significativamente mayores a todos los demás grupos taxonómicos (Tabla 2 y Fig. 5). Loza (1999) indica que los carábidos altiplánicos suelen apropiarse de piedras y rocas en campos naturales contándose hasta docenas de ellos bajo una sola piedra y, cuando estas comunidades ocupan ese refugio, en general no se establecen otras especies; esta situación pudo darse también en las parcelas de papa donde los carábidos se adueñaron antes que otros grupos de los refugios instalados. Los arácnidos siguieron en importancia en las parcelas de papa, ya que fueron significativamente superiores de los otros tres grupos taxonómicos (chilópodos, estafilínidos y coccinélidos). La abundancia de carábidos incrementó desde 34,65% en parcelas con refugios de PVC hasta en 66,75% con refugios piedra; en arácnidos la abundancia aumentó en un 38,76% en refugios terrón y 67,14% en refugios piedra, comparados con parcelas testigo donde no se instalaron refugios ni se aplicaron pesticidas (Tabla 3). Contrariamente, para el caso de chilópodos, estafilínidos y coccinélidos los refugios no

tuvieron un efecto positivo y las poblaciones de estos tres grupos fueron similares incluso con el testigo (Tabla 2); aunque es probable que la apropiación de los refugios por carábidos principalmente ahuyenten a estos depredadores, es más seguro que su preferencia por el follaje en coccinélidos y estafilínidos, así como el hábitat hipógeo en chilópodos, sea la principal razón de su menor número de capturas en las trampas de caída. De acuerdo a esto, para los fines del control biológico natural, carábidos y arácnidos constituyen los depredadores epigeos más promisorios en el cultivo de papa.

El acondicionamiento de refugios propició un incremento relativo en las poblaciones totales de depredadores epigeos, respecto al testigo, siendo de 25,82% para refugios de PVC, 28,53% para terrones y 49,69% para refugios piedra (Tabla 3). Los efectos del Metamidophos contrariamente disminuyeron un 48,93% las poblaciones totales de depredadores afectando principalmente a chilópodos, estafilínidos y coccinélidos disminuyendo respectivamente sus poblaciones en 65,43%, 77,37% y 86,17% con respecto al testigo; los carábidos fueron más tolerantes

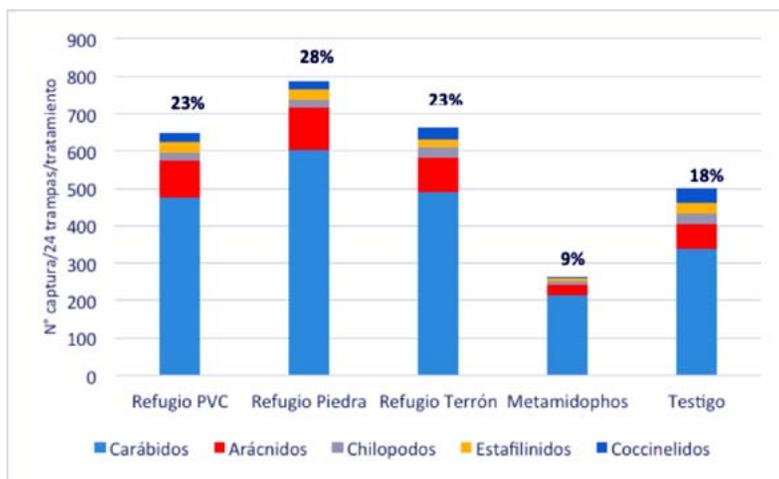


Figura 5. Presencia de los cinco taxones más importantes en las comunidades de depredadores epigeos, según tratamiento en el cultivo de papa, Campaña Agrícola 2008 – 2009.

Tabla 3. Efecto del acondicionamiento de refugios sobre la abundancia de las comunidades de depredadores epigeos en el cultivo de papa en su incremento (+) o disminución (-) con respecto al testigo (en porcentajes).

Tratamientos	Carábidos	Arácnidos	Chilópodos	Estafilínidos	Coccinélidos	TOTAL (%)
PVC	+ 34,65	+ 52,19	-31,06	-12,96	-30,50	+ 25,82
Piedra	+ 66,75	+ 67,14	-17,18	-9,67	-44,50	+ 49,69
Terrón	+ 38,62	+ 38,76	-3,31	-32,30	-11,17	+ 28,53
Metamidophos	-39,49	-58,46	-65,43	-77,37	-86,17	-48,93

al Metamidophos disminuyendo sus poblaciones sólo en 39,49% y en arácnidos 58.46% comparados con el testigo absoluto (Tabla 3).

El ANVA en su interacción factorial entre tipo de tratamiento (refugio) y grupo taxonómico no mostró diferencias significativas ($P < 0,087$; $F_{16,120} = 1,57$), por lo que se asumiría que los cinco grupos representativos no hacen una distinción preferencial por el tipo de refugio; sin embargo realizando un ANVA específico para carábidos (que son el grupo dominante) se encontró que si existen diferencias en las poblaciones reportadas para cada tipo de tratamiento ($P > 0,0001$; $F_{4,20} = 10,46$), las cuales se ilustran en la Fig. 6.

Efecto de los tratamientos sobre poblaciones de gorgojo de los Andes

En general las poblaciones de adultos de gorgojo de los Andes iniciaron su actividad a partir del mes de diciembre, aumentando progresivamente sus poblaciones hasta febrero para mantenerse más o menos constante hasta mayo (cosecha), siendo esta tendencia más sugerente en las parcelas testigo y en las parcelas con tratamientos evidencian un ligero declive (Fig. 7). Las mayores poblaciones de gorgojo adulto se presentaron en las parcelas testigo y las más bajas desde luego, en el tratamiento con Metamidophos, que

desde su primera aplicación en enero disminuyeron notablemente, pero luego también mantuvieron una curva casi sin inflexiones hasta mayo. Las parcelas con refugios evidencian menores poblaciones que en el testigo pero mayores que con el insecticida.

Efectivamente, el ANVA explica diferencias significativas entre poblaciones de gorgojo por cada tratamiento y la prueba de Tukey confirma la superioridad de poblaciones en las parcelas testigo y el fuerte efecto del Metamidophos sobre la disminución del gorgojo de los Andes; sin embargo en parcelas con refugios terrón y piedra se presentaron similares poblaciones de la plaga que con el insecticida químico ($F_{4,20} = 7,43$; $P < 0,001$) (Tabla 4). De acuerdo a ello se asume que el acondicionamiento de refugios en campos de papa permitiría un mejor establecimiento de depredadores epigeos (especialmente carábidos), lo que repercute en su mayor potencial para limitar las poblaciones de insectos plaga como el gorgojo de los Andes.

Los aporques tampoco afectaron las poblaciones de gorgojo adulto y si bien se considera que esta práctica es recomendable como control cultural de esta plaga, ya que restringen el ingreso de sus larvas al tubérculo (Egúsqiza & Catalán 2011), los adultos no fueron disminuidos significativamente desde la fecha del

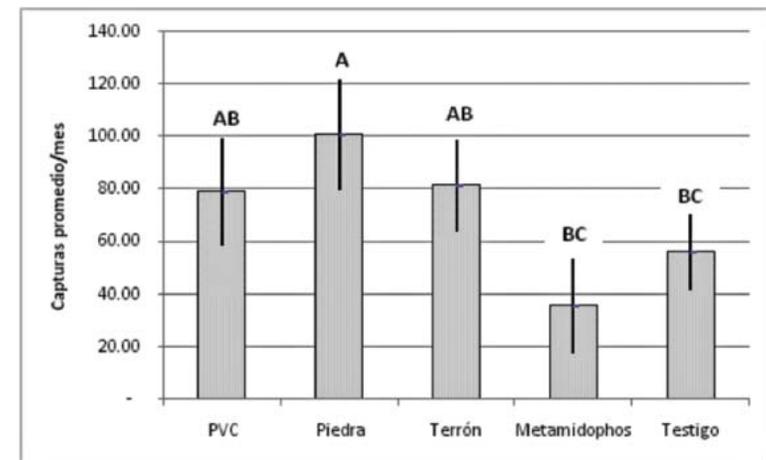


Figura 6. Efecto del acondicionamiento de refugios sobre las poblaciones de carábidos en el cultivo de papa. Líneas verticales expresan el error estándar y letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha = 0,05$).

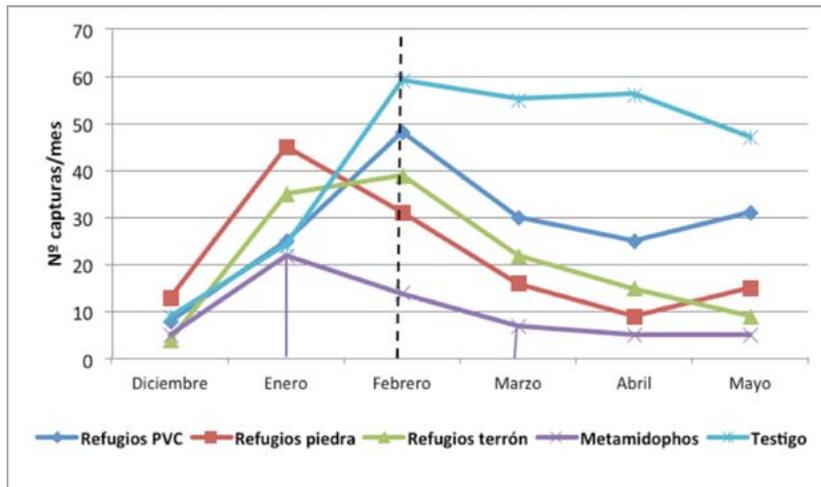


Figura 7. Fluctuación mensual de las poblaciones de gorgojo de los Andes en parcelas de papa con acondicionamiento y sin acondicionamiento de refugios para depredadores. Líneas verticales continuas indican aplicación del insecticida y línea vertical punteada aporque y deshierbo, campaña 2008 – 2009.

aporque hasta el mes de mayo, ya que el efecto de bloque del ANOVA (meses) y la prueba de Tukey indica que las diferencias significativas sólo se dieron con el mes de diciembre ($F_{(5,20)} = 5,59; P < 0,002$; siendo esta práctica más perjudicial para depredadores epigeos que para gorgojos adultos, quizás por la capacidad que tienen estos últimos de mantenerse en el follaje e incluso enterrados bajo el suelo (Yábar 1988, Ewell 1994).

La figura 8 explica también las tendencias poblacionales entre los depredadores epigeos y adultos de gorgojo de los Andes; siendo la comunidad de depredadores epigeos notoriamente más afectadas, por la labor del aporque y deshierbo. Las mayores capturas de depredadores comparados con las de adulto de gorgojo se debe obviamente a que los primeros incluyen un mayor número de especies (dentro de carábidos, arácnidos, estafilinidos, etc.) propiamente de hábitos epigeos; en cambio el gorgojo de los Andes incluye a pocos miembros de la familia Curculionidae que además se desplazan por el follaje y presentan movimientos muy sosegados por la superficie del suelo

que les permiten evadir mejor las trampas de caída.

El nivel de asociación entre poblaciones de adultos de gorgojo de los Andes y depredadores epigeos fueron determinados mediante la prueba de correlación de Spearman, obteniéndose un valor de correlación de 0,87 ($P < 0,0001$), es decir existe una importante influencia de los incrementos poblacionales de depredadores epigeos con el incremento de las poblaciones de adultos de gorgojo, si consideramos a las poblaciones de depredadores como variable dependiente (Fig. 9). El coeficiente de determinación de 0,76, explica que las poblaciones de gorgojo atribuirían en 76% la abundancia de poblaciones de los depredadores.

Efecto del acondicionamiento de refugios en la producción y daños al tubérculo por insectos plaga

La productividad del tubérculo de papa en las parcelas experimentales ha tenido un rendimiento general de 10,38 ton/ha, acorde al rendimiento promedio en Puno desde el año 2000 hasta el 2010 que fue de 9,8 ton/ha (MINAG- DIA 2011); entre tratamientos la producción fue similar ante el ANOVA ($F_{(4,16)} = 6,69; P$

Tabla 4. Efecto del acondicionamiento de refugios para depredadores sobre las poblaciones de adultos de gorgojo de los Andes.

Tratamientos	(%)	Promedio ± EE (Nº Individuos/mes)	Significancia Tukey ($\alpha = 0,05$)
Metamidophos	7,97	9,67 ± 2,85	A
Refugios terrón	17,03	20,67 ± 5,74	A
Refugios piedra	17,72	21,50 ± 5,61	AB
Refugios PVC	22,94	27,83 ± 5,26	BC
Testigo	34,34	41,67 ± 8,35	C
TOTAL	100	121,33 ± 20,75	

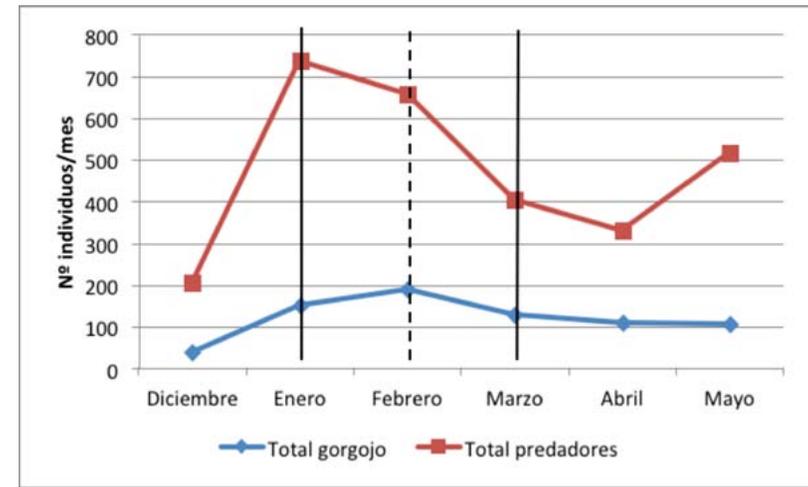


Figura 8. Fluctuación de las poblaciones de adultos de gorgojo de los Andes y depredadores epigeos en parcelas de papa. Comunidad de huerta Huaraya, Campaña Agrícola 2008 – 2009. Línea vertical punteada indica fecha del aporque y línea vertical continua aplicación de Metamidophos.

= 0,069), explicando que el efecto del establecimiento de refugios no fue significativo en el rendimiento total (Tabla 5), aunque con leves diferencias en el testigo y Metamidophos. Jonsson *et al.* (2008) comentan que casi la mayoría de estudios donde se experimenta el mejoramiento de hábitats para enemigos naturales, no incrementan los rendimientos de forma significativa, sin embargo es importante planificar nuevas estrategias naturales que posteriormente se puedan mejorar y potenciar.

estadísticamente diferentes al ANOVA ($F_{4,16} = 39,9; P < 0,0001$) y según la prueba de Tukey, las parcelas con acondicionamiento de refugios piedra tuvieron significativamente menores porcentajes de daños (17,78%) y una eficiencia de 57%; los tratamientos con refugios acondicionados de PVC y terrones, así como con Metamidophos, tuvieron similares niveles de daños y una eficiencia de 30%, 19% y 28% respectivamente (Tabla 6). Las parcelas con mayores daños al tubérculo la presentaron el testigo con 40,83% de tubérculos afectados.

A diferencia, la productividad afectada por larvas de gorgojo de los Andes (medida en porcentajes del peso de tubérculos dañados), cuya exclusión considera el rendimiento neto, entre tratamientos si fueron

Discusión

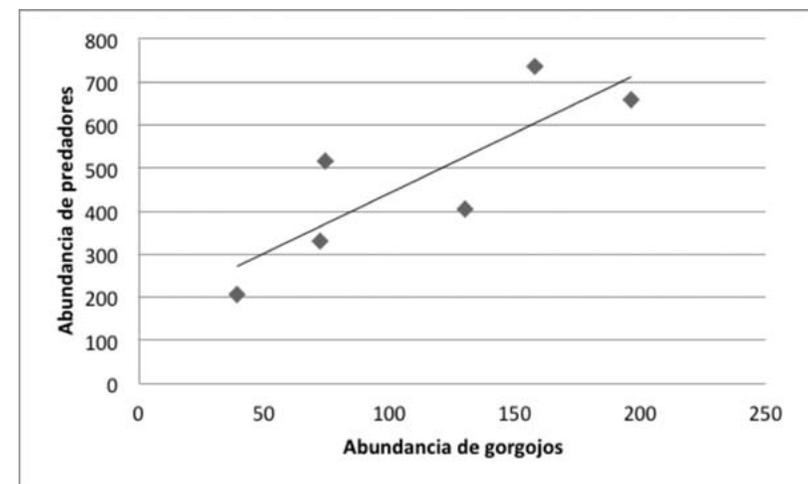


Figura 9. Tendencia de asociación y regresión entre las poblaciones de gorgojo de los Andes adultos y poblaciones de depredadores epigeos.

Tabla 5. Rendimiento total de tubérculos de papa en parcelas con diferentes tratamientos de protección para depredadores epigeos.

TRATAMIENTOS	Rendimiento promedio ± EE (kg/100 m ²)	Significancia ANVA (α = 0.05)
Testigo	92 ± 5,01	A
Refugio PVC	102,2 ± 7,81	A
Refugio terrón	103,6 ± 8,44	A
Refugio piedra	109,6 ± 10,47	A
Metamidophos	112 ± 9,15	A
Promedio	103,88 ± 7,42	10,38 ton/ha

En el presente estudio el 74% de capturas de depredadores epigeos constituyeron individuos de la familia Carabidae, principalmente representados por *Notiobia schnusei*, *N. laevis* y *Bembidion* sp, lo cual ha sido concordante con lo reportado por Loza & Bravo (2001), quienes indican que las mencionadas especies conforman la principal comunidad de depredadores epigeos en agroecosistemas altiplánicos.

La fluctuación de las poblaciones de depredadores epigeos, representados principalmente por carábidos, iniciaron en el mes de diciembre, momento en el cual los adultos invernantes empiezan a salir de su letargo (Loza 1999), incrementando fuertemente en enero a partir del cual tienen tendencias diferentes según los tratamientos, apreciándose una caída intensa en el tratamiento con Metamidophos. Pesticidas organofosforados son altamente tóxicos para insectos benéficos y pueden causar más del 75% de mortalidad en escarabajos depredadores y arañas (Thompson 2012) y es extremadamente tóxico para muchos invertebrados (Weber 2013); en pastizales también ocasionaron una alta reducción de las poblaciones de arañas aunque no de la diversidad (Fountain *et al.* 2007). En nuestro estudio el Metamidophos suprimió el 50% de las poblaciones de depredadores epigeos en el cultivo de papa en relación con el testigo absoluto y al parecer también la diversidad no fue alterada ya que la mayoría de especies de depredadores estuvieron también presentes en campos con aplicación de Metamidophos (Fig. 5). Van Toor (2006) refiere estudios donde concluyen que insecticidas organofosforados tienen un impacto negativo sobre las poblaciones de carábidos, sin embargo en la mayoría de casos la abundancia de gran parte de las especies se recuperan después de los 40 días de las aplicaciones; en parcelas con Metamidophos los carábidos no tuvieron ese tiempo para recuperarse menos aun cuando en el mes de marzo se volvieron a realizar aplicaciones, sin embargo en parcelas sin insecticida sí lograron esa recuperación (Fig. 4).

Las mayores poblaciones de depredadores epigeos se presentaron en las parcelas con refugios acondicionados, principalmente con refugios piedra (27,53%); en cambio en el testigo representó el

17,45% y con aplicación de Metamidophos sólo el 9,2% (Tabla 1). La mayoría de estudios, sobre la influencia del acondicionamiento de hábitats para comunidades de depredadores, tratan de la inclusión de cubierta vegetal adicional o provisión de capas de mulch en el campo de cultivo o alrededores como refugios para invernación, provisión adicional de recursos o para su resguardo, lo que ha incrementado en la mayoría de casos la diversidad y sus poblaciones (Naranjo 2001, Miñarro & Dapena 2003, Mathews *et al.* 2004, Altieri & Nicholls 2004, Van Driesche 2007, Fiedler *et al.* 2008, Griffiths *et al.* 2008, Rusch *et al.* 2010). Sin embargo el manejo agronómico del cultivo de papa, con la finalidad de evitar competencia por nutrientes y energía y por tradición, no admite plantas silvestres adicionales en sus parcelas, por ello la incorporación de refugios físicos fue una opción de acondicionamiento y manipulación del hábitat para mantener las poblaciones de depredadores epigeos en estos campos y una alternativa que permita incrementar la efectividad de los enemigos naturales y el control biológico de plagas de acuerdo a los lineamientos de la agricultura moderna y el manejo sustentable de los agroecosistemas (Lee *et al.* 2001, Griffiths *et al.* 2008, Rusch *et al.* 2010). Así, en este estudio, la incorporación de refugios físicos ha logrado también un incremento importante en la abundancia de depredadores epigeos, aunque la evidencia estadística sea significativa sólo con respecto al Metamidophos, sin embargo en el análisis específico por taxón las diferencias son más resaltantes.

Las labores de labranza como el aporque y el desmalezado, realizado en el mes de enero, tuvieron también una influencia negativa en las poblaciones de los depredadores epigeos, disminuyendo desde ese momento (febrero) hasta abril, mes en que empiezan a recolonizar las parcelas en todos los tratamientos a excepción en las que se aplicó el insecticida químico. Altieri (1991) indica que las perturbaciones periódicas en el campo de cultivo perjudican el establecimiento de poblaciones de enemigos naturales. Stinner & House (1990) concluyeron también que una de las causas principales que afecta la composición de comunidades de artrópodos en un campo de cultivo es la perturbación mecánica del terreno. En efecto,

las labores de labranza en el cultivo de papa limitaron fuertemente la actividad de depredadores epigeos como carábidos, por ello en cultivos que no requieren labranza profunda como la quinua son menos afectados (Loza 1999, Bravo & Loza 2009). Ante esto, promover infraestructuras ecológicas capaces de atraer artrópodos benéficos al campo de cultivo incrementan sus posibilidades de supervivencia y permanencia ante una perturbación (Thomas *et al.* 1993, Jonsson *et al.* 2008, Paredes *et al.* 2013), tal como lo sugiere el acondicionamiento de refugios en este estudio. Incluso su instalación puede amortiguar el efecto de los pesticidas cuando son aplicados, resguardando a los enemigos naturales constituyéndose en una estrategia viable para mantener carábidos en paisajes agrícolas (Lee *et al.* 2001). Existen antecedentes que algunas especies de carábidos pueden tolerar condiciones de labranza e incluso mantener mayores poblaciones que en terrenos con poca labranza como *Pseudophonus rufipes* en huertos de manzana (Miñarro & Dapena 2003, 2008). Esta particularidad también se apreció en nuestras evaluaciones, donde individuos de *Bembidion* sp. no fueron alterados significativamente por el aporque, adquiriendo con ello esta especie una mayor importancia como controlador biológico de los cultivos de papa.

En cuanto a las poblaciones de gorgojo de los Andes, sus apariciones se iniciaron también en diciembre hasta alcanzar sus máximos niveles en febrero, sin embargo siempre estuvieron presentes hasta mayo, cuando se culminaron las evaluaciones. Estas fluctuaciones son coincidentes con lo reportado por otros autores (Niño *et al.* 2004, Gonzáles *et al.* 2009 y Pérez-Álvarez *et al.* 2010) quienes encontraron también que los adultos de gorgojo de los Andes inician su actividad en diciembre para alcanzar su mayor abundancia entre marzo o abril hasta decaer progresivamente en mayo.

Las mayores poblaciones de gorgojo fueron registradas en parcelas testigo y las menores en parcelas con aplicaciones de Metamidophos y con inclusión de refugios físicos, en especial refugios piedra donde tuvieron similitud estadística con el insecticida químico. Ello implica un efecto favorable de los refugios sobre los depredadores que a su vez afectan la presencia de gorgojo. Este efecto es

posible ya que la inclusión de refugios propios para los enemigos naturales en cuestión incrementan la probabilidad de su presencia (Fiedler *et al.* 2008) lo que a su vez disminuiría la posibilidad de permanencia de gorgojos, a consecuencia del efecto ahuyentador y amedrentador durante el apareamiento y oviposición, forzando a realizar estas actividades en lugares con menos presencia de enemigos naturales. Sin embargo las fluctuaciones de las poblaciones de gorgojo adulto se mantienen regulares en los campos de cultivo, por lo que quizás no son afectados decisivamente por los depredadores, debido a que estos no constituyen presa para ninguna especie de carábido (Loza & Apaza, 2001) y quizás tampoco para las especies de arácnidos registrados.

Los daños en los tubérculos disminuyeron de un modo importante por el efecto del acondicionamiento de refugios para depredadores, siendo estos de 17,78% en tubérculos procedentes de parcelas con refugios piedra por ejemplo, comparados con el testigo donde los daños alcanzaron 40,83%. Impedir el ingreso y la propagación de gorgojos adultos dentro del campo de cultivo es una estrategia importante de control y de incremento en rendimiento de la papa (Valencia 1989) y una forma de lograrlo es mediante el uso de barreras físicas inclusive. Incrementar la abundancia de depredadores en la parcela es otra forma de disminuir las probabilidades de propagación de la plaga y por lo tanto sus daños al tubérculo, lo que repercute directamente en la eficiencia de control que en nuestro caso fue similar o mejor que el control químico (Tabla 6).

Conclusiones

Los depredadores epigeos en campos de cultivo de papa en el altiplano constituyen una importante y potencial comunidad de controladores biológicos de plagas, siendo las más importantes la carabidofauna que constituyeron el 74% de las poblaciones y la arcnofauna el 14%. Las estrategias de acondicionamiento de hábitats y refugios para estos enemigos naturales constituye una alternativa promisoría de control biológico en la modalidad de conservación; diferentes tipos de refugios físicos

Tabla 6. Porcentajes de daños (del peso) en tubérculos de papa afectados por insectos plaga (gorgojo de los Andes y nóctuidos) bajo diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	Tubérculos dañados (%) ± EE	Significancia Tukey (α = 0.05)	Eficiencia del tratamiento (%)
Piedra	17,78 ± 0,97	A	57
PVC	28,53 ± 0,59	B	30
Metamidophos	29,23 ± 1,38	B	28
Terrones	33,27 ± 1,72	B	19
Testigo	40,83 ± 1,24	C	

instalados dentro de las parcelas propiciaron el mantenimiento de estos enemigos naturales; en refugios piedra se mantuvieron el 28% de toda la comunidad y en refugios terrón y PVC el 23% en cada una, a diferencia de las parcelas testigo que mantuvieron el 18% y en parcelas con aplicación de Metamidophos sólo el 9%; actividades agronómicas como el aporque y el desmalezado durante el desarrollo del cultivo limitan ostensiblemente su presencia.

El efecto de los refugios para depredadores muestra también una importante disminución en las poblaciones de gorgojo de los Andes, casi similar a cuando se aplicó el pesticida químico y muy inferior a cuando no se aplica ningún tipo de control. Los rendimientos en tubérculos fueron similares estadísticamente, aunque los daños en el tubérculo fueron significativamente superiores en parcelas testigo y menores en parcelas con acondicionamiento de refugios piedra, alcanzando una eficiencia de 57% a diferencia del Metamidophos que logró una eficiencia de 28%.

Agradecimientos

A la Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (RAAA) por el apoyo en el desarrollo del estudio. A los señores Justo Jallo, Eduardo Cruz, Esteban Quispe, Lázaro Quispe y Fermín Jallo por las facilidades y la cooperación brindada para la ejecución del proyecto en sus parcelas de la comunidad campesina de Huerta Huaraya. A Adrian Apaza y Victor Escalante quienes participaron eventualmente en el proceso de evaluación de campo.

Referencias

Aktar W, Sengupta D, Chowdhury A. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisc Toxicol.* 2(1): 1-12.

Alcazar J, Cisneros F. 1999. Taxonomy and binomics of the Andean potato weevil complex: *Premnotrypes* spp. and related genera. Centro Internacional de la Papa. Program Report 1997-1998: 141-151.

Altieri M. 1991. How best can we use biodiversity in agroecosystems. *Outlook on Agriculture.* 20: 15-23.

Altieri M, Nicholls CI. 2004. Effects of agroforestry systems on the ecology and management of insect pest populations. IN: Ecological engineering for pest management. p: 143-154.

Arning I. 2001. Guía metodológica para investigadores agrícolas. Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica. RAAA. Lima, Perú. 152 p.

Barea O, Andrew R, Vargas J. 1997. Biología, daño y control químico del gorgojo de los Andes, *Rhigopsidius tucumanus* Heller. *Revista*

Latinoamericana de la Papa. 9/10: 96-105.

Bravo R, Loza AL. 2009. Depredadores de plagas en cultivos andinos del Altiplano Peruano. *CienciAgro.* 4(1): 123-128.

Castro J, Campos P, Pastor M. 1996. Influencia de los sistemas de cultivo empleados en olivar y girasol sobre la composición de la fauna de artrópodos en el suelo. *Bol. San. Veg. Plagas.* 22: 557-570.

Egúsqiza R, Catalán W. 2011. Guía Técnica Curso – Taller Manejo Integrado de Papa. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Cuzco, Perú. 47 p.

Fiedler AK, Landis DA, Wratten SD. 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control.* 45: 254-271.

Fountain MT, Brown VK, Gange AC, Symondson W, Murray PJ. 2007. The effects of the insecticide Chlorpyrifos on spider and Collembola communities. *Pedobiologia.* 51: 147-158.

González M, Jarandilla C, Chambilla C, Baltazar B. 2009. Estudio sobre la dinámica poblacional del gorgojo de los Andes bajo las condiciones actuales de cambio climático. Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP). Working Paper No. 04. La Paz, Bolivia. 16 p.

Grace B. 1985. El clima del altiplano, departamento de Puno, Perú. INIPA – CIPA XV, Puno, Perú. 183 p.

Griffiths JK, Holland JM, Bailey A, Thomas MB. 2008. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control.* 45: 200-209.

Gurr GM, Scarratt SL, Wratten SD, Berndt L, Irvin N. 2004. Ecological engineering, habitat manipulation and pest management. In: G. Gurr, S. Wratten, M. Altieri (Eds), *Ecological Engineering for Pest Management Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*; (p: 1-12). Australia: CSIRO Publishing.

Jonsson M, Wratten SD, Landis DA, Gurr GM. 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological Control* 45: 172-175.

Kühne M. 2007. The Andean potato weevil *Premnotrypes suturicallus*, ecology and interactions with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen. 178 p.

Lee JC, Menalled FD, Landis DA. 2001. Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *Journal of Applied Ecology.* 38: 472-483.

Loza AL. 1999. Poblaciones y ecología alimentaria de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en agroecosistemas del altiplano. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional del Altiplano,

Puno Perú. 129 p.

Loza AL, Apaza A. 2001. Amplitud depredadora y preferencia de presa en tres especies de carábidos (Coleoptera) del altiplano de Puno, Perú. *Rev. per. Entom.* 42: 73-78.

Loza AL, Bravo R. 2001. Poblaciones de carábidos (Coleoptera) en agroecosistemas del altiplano peruano. *Rev. per. Entom.* 42: 79-87.

Loza AL, Bravo R. 2003. Capacidad de predación y ritmo de actividad diaria en tres especies de carábidos (Coleoptera) comunes en agroecosistemas del altiplano de Puno, Perú. *Rev. per. Ent.* 43: 129-135.

Mathews CR, Bottrell DG, Brown MW. 2004. Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control.* 30: 265-273.

Ministerio de Agricultura – Dirección de Información Agraria (MINAG DIA). 2011. El cultivo de papa en el Perú, Informe Especial, Dirección General de Competitividad Agraria. 31 p.

Miñarro M, Dapena E. 2003. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology.* 23: 111-117.

Naranjo SE. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection.* 20: 835-852.

Nicholls C, Altieri M. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica). 65: 50-64.

Niño L, Acevedo E, Becerra F, Guerrero M. 2004. Aspectos de la biología y fluctuación poblacional del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) en Mucuchíes, estado Mérida, Venezuela. *Entomotropica.* 19(1): 15-19.

Paredes D, Campos M, Cayuela L. 2013. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas.* 22(1): 56-61.

Pérez-Álvarez R, Argüelles-Cárdenas J, Aguilera E. 2010. Distribución espacial de *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de papa. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 11(1): 11-20.

Rusch A, Valantin-Morison M, Sarthou JP, and Roger-Estrade J. 2010. Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems: Effects of Crop Management, Farming Systems, and Seminatural Habitats at the Landscape Scale: A Review. *Advances in Agronomy.* Volume 109.

Sarmiento J. 1990. Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Santiago de Chile, Editorial FAO. 116 p.

Stinner B, House J. 1990. Arthropods and other invertebrates in Conservacion - Tillage Agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 35: 299-318.

Thompson L. 2012. Pesticide impacts on beneficial species. The University of Melbourne. Grape and Wine Research and Development Corporation. Australian Government. Factsheet May. s/p.

Valencia L. 1989. Avances de investigación entomológica en el Convenio ICA – CIP. Reunión del Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa PRACIPA, Bogotá. p: 66-79.

Van Driesche RG, Hoddle MS. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. T.D. Center. Riverside, California, United States Department of Agriculture. 748 p.

Van Toor RF. 2006. The effects of pesticides on carabidae (Insecta: Coleoptera), predators of slugs (Mollusca: Gastropoda): literature review. *New Zealand Plant Protection.* 59: 208-216.

Weber CD. 2013. Biological Control of Potato Insect Pests. In: Ph. Giordanengo, C. Vincent, A. Alyokhin (Eds), *Insect Pests of Potato, Globed Perspectives on Biology and Management* (p: 399-437). United States: Academic Press, Elsevier.

Yabar E. 1988. Integración de prácticas culturales para el control del gorgojo de los andes (*Premnotrypes* spp). *Revista Latinoamericana de la Papa.* (1):120-131.

Yábar E, Castro E, Melo L, Gianoli E. 2006. Predación de *Bembidion* sp, *Notiobia peruviana* (Dejean) y *Metius* sp. (Coleoptera: Carabidae) sobre huevos de *Premnotrypes latithorax* (Pierce) (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. *Rev. per. Entomol.* 45: 91 - 94.

Fecha de recepción: 09/04/2014. Fecha de aceptación: 09/05/2015.