



## Especies de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) asociados al cultivo de maíz amarillo duro en el departamento de Lambayeque

Species of Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) associated with dent corn crops in the department of Lambayeque

David Alva Romero<sup>1</sup>; Edgar Pérez Tesén<sup>2\*</sup>; Carmen Calderón Arias<sup>1</sup>; María Elena Neira de Perales<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Calle Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú.

<sup>2</sup> Laboratorio de Controladores Biológicos. Estación Experimental Agraria Vista Florida. Instituto Nacional De Innovación Agraria (INIA). Chiclayo, Lambayeque, Perú.

### RESUMEN

Los crisópidos (Insecta: Neuroptera) son controladores biológicos en cultivos de importancia económica, se desconoce las especies presentes en el departamento de Lambayeque. El objetivo fue determinar las especies de crisópidos en zonas maiceras del departamento de Lambayeque, permitiendo un correcto Manejo Integrado de Plagas en el maíz amarillo duro para la Costa Norte del Perú. Se colectaron adultos de crisópidos en cinco hectáreas de maíz amarillo duro de los distritos de Jayanca, Pítipoy y Lagunas; mediante muestreo directo y atrayente de luz. En 18 muestreos se colectaron un total de 558 crisopas adultas. Las especies identificadas en fueron: *Chrysoperla externa* Hagen, *C. carnea* Stephens, *C. assoralis* Banks, *Ceraeochrysa cincta* Schneider, *Ceraeochrysa cubana* Hagen, *Ceraeochrysa valida* Banks, *Ceraeochrysa* sp., *Leucochrysa* sp. y *Plesiochrysa paessleri* Navas. Las especies dominantes fueron *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* con abundancia relativa de 31,91% y 26,6% respectivamente, valores que superan a S (inverso de riqueza) de 14,28% durante la colecta directa de horario diurno, en horario nocturno *Chrysoperla carnea* también presenta dominancia. *Ceraeochrysa cincta* es la especie con mayor presencia en los tres distritos, se le considera dominante, por sobrepasar 1/S en todos los muestreos realizados.

**Palabras clave:** maíz amarillo duro; Chrysopidae; biodiversidad; controlador biológico.

### ABSTRACT

Chrysopids (Insecta: Neuroptera) are biological controllers in economically important crops, species present in the department of Lambayeque are unknown. The objective was to determine the species of chrysopids in maize areas of the department of Lambayeque, allowing a correct Integrated Management of Pests in hard yellow corn for the North Coast of Peru. Chrysopid adults were collected on five hectares of hard yellow corn from the districts of Jayanca, Pítipoy and Lagunas; by direct sampling and light attractant. 558 adult chrysopids were collected in 18 samples. The species identified in were: *Chrysoperla externa* Hagen, *C. carnea* Stephens, *C. assoralis* Banks, *Ceraeochrysa cincta* Schneider, *Ceraeochrysa cubana* Hagen, *Ceraeochrysa valida* Banks, *Ceraeochrysa* sp., *Leucochrysa* sp. and *Plesiochrysa paessleri* Navas. The dominant species were *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cincta* with a relative abundance of 31.91% and 26.6% respectively, values that exceed S (inverse of wealth) of 14.28% during the direct collection of daytime hours, at nighttime *Chrysoperla carnea* also presents dominance. *Ceraeochrysa cincta* is the species with the greatest presence in the three districts, it is considered dominant, for exceeding 1/S in all the samples taken.

**Keywords:** dent corn; Chrysopidae; biodiversity; biological controller.

### 1. Introducción

La importancia económica del maíz amarillo duro para el Perú está determinada por su extensión cultivada, habiéndose sembrado el 2017, 265128 hectáreas, de los cuales 83428 hectáreas fueron en el departamento de Lambayeque (MINAGRI, 2017). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el

áfido (*Rhopalosiphum maidis*) el barrenador (*Diatraea saccharalis*), son plagas clave que actúan destruyendo el tejido vegetal, modificando su estructura y disminuyendo su crecimiento, afectando económicamente al agricultor (Casmuz *et al.*, 2017; Varsani, 2018; Ayala *et al.*, 2013); su control se da principalmente por aplicaciones constantes de

insecticidas químicos que causan resistencia y contaminación ambiental (Wang et al., 2018; Michelotto et al., 2017). Una alternativa es utilizar crisópidos (*Neuroptera: Chrysopidae*), los cuales actúan como controladores biológicos (Bueno et al., 2017; Li et al., 2018).

La familia Chrysopidae comprende 1413 especies y subespecies distribuidas en 82 géneros; *Chrysoperla externa* Hagen 1861 es considerada la de mayor abundancia en América y puede ser encontrada desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina (Oswald, 2015; Lavagnini, 2015).

*Chrysoperla* es el género distribuido globalmente; en Brasil destacan cuatro especies: *Chrysoperla defreitasi* (Brooks, 1994), *Chrysoperla raimundo* (Freitas, 2002; Freitas y Penny, 2001), *Chrysoperla genanigra* (Freitas, 2002) y *Chrysoperla externa*. En México, las dos especies más abundantes en cítricos, de especie de Chrysopidae son los géneros *Ceraeochrysa*, *Chrysopa*, *Chrysoperla*, *Eremochrysa* y *Leucochrysa* (López, 2010; Cortez, 2011).

Para el Perú, Núñez y Pardo (2000) señalan que la familia Chrysopidae está conformada por 26 especies pertenecientes a 11 géneros de esta familia, 10 son las más comunes, mencionando a *Chrysoperla externa* Hagen y *Ceraeochrysa cincta* Schneider, como las dos especies peruanas que destacan por sus características predatorias, amplia distribución, presencia de adultos todo el año, fácil crianza en cautiverio, potencial para adaptarse a varios ambientes de cultivo y su resistencia a numerosos pesticidas. En cuanto a la dispersión y abundancia, Núñez y Pardo (2000) mencionan que "*Chrysoperla externa* Hagen oófago y larvifago por naturaleza"; especie que predomina en campos de maíz.

Actualmente es criado en varios laboratorios del Perú, para el control de plagas, pero la información en el departamento de Lambayeque acerca de crisopas nativas es desconocida. Por lo que se tomó como objetivo principal: determinar las especies de crisópidos (*Neuróptera: Chrysopidae*) en tres zonas maiceras (Jayanca, Lagunas y Pítipo) del Departamento de Lambayeque, 2016. El estudio de la diversidad de especies de la familia Chrysopidae, permite introducir y ejecutar un sistema de cultivo con poco o ningún agente químico, como parte del Manejo Integrado de Plagas, para ello es necesario conocer la especie dominante para disminuir gastos en la producción de controladores y aumentar la efectividad predatoria frente a las plagas.

El objeto de estudio de esta investigación es determinar la diversidad de especies de la familia Chrysopidae (*Neuróptera*) en el cultivo de maíz amarillo duro en tres distritos: Jayanca, Lagunas y Pítipo del departamento de Lambayeque. Con los

resultados obtenidos de esta investigación se espera masificar la crianza de crisopas nativas en los laboratorios en Lambayeque, con el fin de disminuir gastos en la producción de maíz, con menor contaminación de productos químicos al ambiente, y con restablecimiento progresivo de la biodiversidad natural en campos agrícolas, beneficiando al ambiente y a la producción agrícola.

## 2. Material y métodos

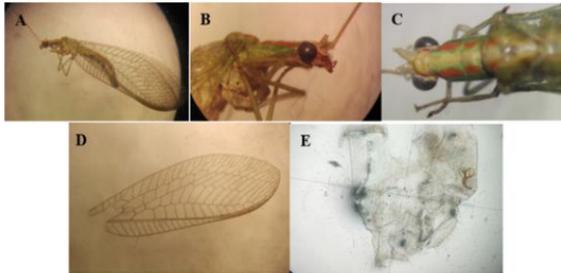
La población comprende los adultos de la familia Chrysopidae de los campos de cultivo de maíz amarillo duro en las zonas maiceras del departamento de Lambayeque. La muestra comprende los individuos adultos de la familia Chrysopidae colectados en cultivos de maíz amarillo duro en cinco hectáreas por distrito: Jayanca (6°23'11" - 6°23'50" S, 79°49'22" - 79°48'56" O), Pítipo (6°28'35" - 6°29'00" S, 79°40'05" - 79°39'52" O) y Lagunas (6°57'57" - 6°58'49" S, 79°38'8" - 79°37'42" O). Fueron colectados 550 individuos adultos, durante los meses de mayo a setiembre del 2016. Las zonas de muestreo en los tres distritos fueron escogidas en base a los siguientes criterios: ser un distrito con intención de siembra para el año del 2016 según el MINAGRI (2018), campos de cultivo sin uso de controladores biológicos, maíz destinado a venta comercial, bajo o nulo uso de insecticidas y disponibilidad de los agricultores para el muestreo en sus campos. Las cinco hectáreas fueron delimitadas con ayuda de un GPS Garmin Etrex 30S; mediante el software ArcGis: ArcMap 10.3.1 (ESRI, 2014) se diseñó un mapa de ubicación de las áreas a muestrear; mediante Google Earth Pro se ubicaron los waypoints obtenidos del GPS en un mapa.

Se utilizaron dos métodos de muestreo, los que se realizaron en horario diurno (muestreo directo) y en horario nocturno (muestreo mediante atrayente de luz). Ambos dentro de las cinco hectáreas que se establecieron por distrito, y procurando que no existiera aplicación de insecticidas previo al muestreo, o al menos dos semanas después de alguna aplicación química.

El muestreo directo (horario diurno), consistió en la captura mediante una red entomológica o con tapers de plásticos, por un muestreo aleatorio. El muestreo indirecto (horario nocturno) se utilizó una trampa de luz: lámpara EWTTO EW-5706 recargable a pilas, cubierta por tela organza de 30 cm de altura y un área redonda en la parte superior de diámetro de 30 cm, rociados por un suplemento alimenticio compuesto por: 3 g azúcar + 2,5 g de levadura de cerveza + 3 g de leche en polvo/litro de agua. La trampa de luz fue colocada a varias alturas según la etapa fenológica del maíz: en el suelo o a 0,50 m en los cultivos en estado de

emergencia – panoja (II etapa), y a una altura de 1,5 m en el caso del cultivo de III y IV etapa (panoja – maduración).

Para identificar las especies del género *Chrysoperla* el material de campo fue llevado al laboratorio a la Estación Experimental Agrarioia (EEA) “Vista Florida”, para observación y descripción detallada de las características externas de los adultos y aplicar la técnica del montaje temporal de la genitalia. Para la observación morfológica externa (Figura 1) se describió las siguientes características: antena (longitud, color, presencia de manchas basales), garra (tamaño, relación con la protuberancia), ojos (color, disposición), alas (longitud, color de gradetes, ubicación del segmento intermedio, estructura en general), pronotum (manchas y coloraciones), abdomen (color) y ápex (morfología).



**Figura 1.** Observaciones morfológicas de una crisopa adulta. A: Vista lateral a 5X. B: Gena con mancha rojiza. C: Pronoto D: Ala anterior. E: Genitalia.

Para la observación interna de la genitalia, se tomó como guía el procedimiento de Sosa (2008), donde el extremo del abdomen se cortó y se maceró en Hidróxido de Potasio (KOH) al 10% durante dos horas, después de este tiempo el abdomen se retiró de la solución y se coloca en un recipiente de vidrio cóncavo o en un tubo Eppendorf. Posteriormente, se agrega agua para eliminar los restos del abdomen, y luego ácido acético glacial sobre los genitales. Se adicionó glicerina para separar los genitales fuera del abdomen.

Se tomó algunas variantes en el procedimiento para la observación de la genitalia, realizándose los siguientes pasos:

1. Corte fino en el 5° - 6° segmentos del abdomen del adulto, procurando que los tres segmentos terminales queden intactos, el corte se realizó con mango de bisturí N° 03, hoja 10.
2. La parte cortada se sumerge en solución KOH 10% por 2 - 3 horas, o se puede calentar a 85 °C por 15 minutos en mechero de alcohol.
3. Luego sumergir en ácido acético glacial 99,8%, por 5 -15 minutos.
4. Observar al estereoscopio en una lámina portaobjetos con una gota de glicerina y con

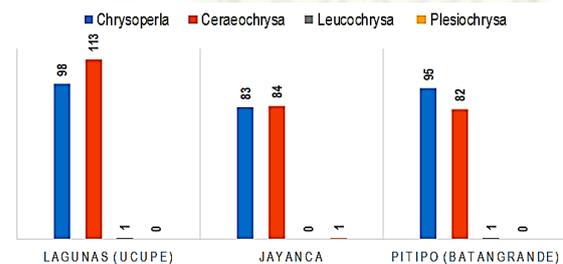
ayuda de estiletes se procede a abrir el ápex para la observación de la genitalia. Se puede observar al microscopio a aumento de 40X o a 100X.

5. Para fijar las láminas se utilizó laminillas cubreobjetos, sellados con entelán o esmalte.

La caracterización de crisópidos en la comunidad se obtuvo mediante índices de fauna: frecuencia relativa, constancia, dominancia, riqueza, diversidad y similitud. Calculado por métodos simples, el cual permite conocer cuál es la especie de crisópido mejor adaptado a las zonas maiceras en el departamento de Lambayeque. Se utilizó Excel 2013, IBM SPSS Statics 23 y PAST (Hammer, 2001). Las especies dominantes, cuya frecuencia (f) es superior a  $1/S$ , donde S es número total de especies en la comunidad (Uramoto, 2002) fueron ubicados por distritos, siendo ordenados en base a la mayor frecuencia relativa que presente cada especie.

### 3. Resultados y discusión

Los géneros encontrados (Figura 2) comprenden: *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa*, *Leucochrysa* y *Plesiochrysa*, de los cuales los dos primeros fueron los más abundantes, representando el 99%; *Leucochrysa* y *Plesiochrysa*, se registraron en menor cantidad.



**Figura 2.** Géneros de crisopas encontrados en cada distrito.

El muestreo mediante trampas de luz, permitió coleccionar dos géneros adicionales (*Leucochrysa* y *Plesiochrysa*); con respecto al muestreo diurno en los cultivos de maíz amarillo duro, estos dos géneros tienen una baja población en este tipo de cultivo, encontrándose 2 y 1 individuo adulto respectivamente. En la Tabla 1 se presentan las especies identificadas de acuerdo a la zona muestreada y tipo de colecta, donde se registran las siguientes especies: *Chrysoperla externa* Hagen, *Chrysoperla carnea* Stephens, *Chrysoperla assoralis* Banks, *Ceraeochrysa cincta* Schneider, *Ceraeochrysa cubana* Hagen, *Ceraeochrysa* sp. Banks, *Ceraeochrysa* sp., *Leucochrysa* sp. y *Plesiochrysa paessleri* Navas.

**Tabla 1**

Especies de crisopas por zona muestreada y tipo de colecta

COLECTA ESPECIES	Colecta directa			Trampas de luz			TOTAL
	Lagunas	Jayanca	Pítipo	Lagunas	Jayanca	Pítipo	
<i>Chrysoperla externa</i> Hagen 1861	26	24	30	23	33	26	162
<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens 1836	19	12	12	18	6	16	83
<i>Chrysoperla asoralis</i> Banks 1915	10	7	9	2	1	2	31
<i>Ceraeochrysa cincta</i> Schneider 1851	35	28	25	25	19	23	155
<i>Ceraeochrysa cubana</i> Hagen 1861	24	18	11	18	8	12	91
<i>Ceraeochrysa</i> sp. Banks 1895	8	8	6	2	2	4	30
<i>Ceraeochrysa</i> sp.	1	1	1	0	0	0	3
<i>Leucochrysa</i> sp.	0	0	0	1	0	1	2
<i>Plesiochrysa paessleri</i> Navas 1928	0	0	0	0	1	0	1

Los índices de biodiversidad obtenidos tanto por muestreo directo (Tabla 2) y mediante trampas de luz (Tabla 3) indican que las tres zonas presentan una biodiversidad similar. Siendo Úcupe ligeramente más biodiverso que las otras zonas según los índices Shannon (H), Simpson (1-D), y Evenness ( $e^H/S$ ).

**Tabla 2**

Colecta directa (horario diurno)

	Lagunas	Jayanca	Pítipo
Taxa (S)	7	7	7
Riqueza	123	98	94
Dominancia	0,1985	0,2022	0,2159
Índice de Simpson	0,8015	0,7978	0,7841
Índice de Shannon	1,714	1,711	1,679
Índice Evenness	0,7933	0,7904	0,7659
Índice Brillouin	1,618	1,595	1,561
Índice Menhinick	0,6312	0,7071	0,722
Índice Margalef	1,247	1,309	1,321
Índice de Fisher alpha	1,609	1,725	1,749

**Tabla 3**

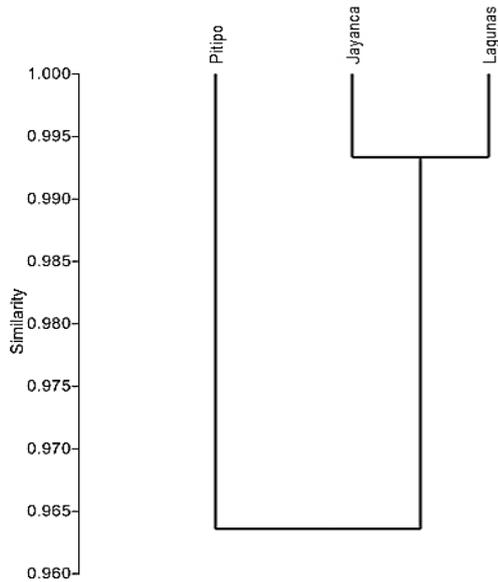
Colecta mediante trampas de luz (horario nocturno)

	Lagunas	Jayanca	Pítipo
Taxa (S)	7	7	7
Riqueza	89	70	84
Dominancia	0,2286	0,3176	0,2304
Índice de Simpson	0,7714	0,6824	0,7696
Índice de Shannon	1,574	1,39	1,598
Índice Evenness	0,6893	0,5735	0,7063
Índice Brillouin	1,459	1,26	1,475
Índice Menhinick	0,742	0,8367	0,7638
Índice Margalef	1,337	1,412	1,354
Índice de Fisher alpha	1,78	1,936	1,815

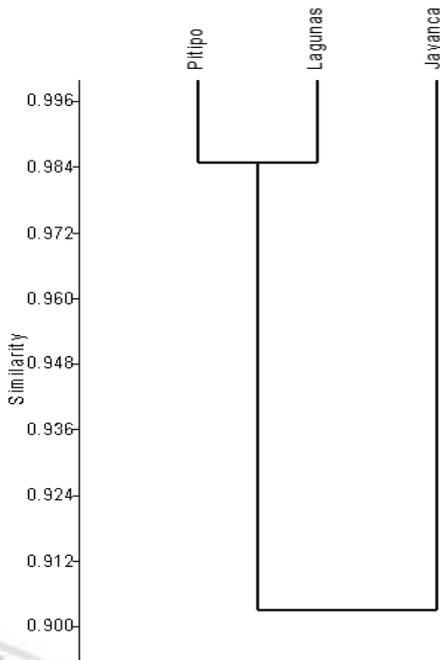
Según el Coeficiente de Similitud de Morisita aplicado a los tres distritos de Lagunas, Jayanca y Pítipo, muestra una similitud mayor a 0,95 en el muestreo directo realizado en horario diurno entre cada distrito comparado (Figura 3). Para el horario nocturno realizado mediante trampas de luz, los tres tienen un coeficiente entre ellos mayor a 0,87; Pítipo y Jayanca presentan una alta similitud de 0,98 (Figura 4).

Para la realización de la presente investigación se partió del supuesto que en zonas maiceras de variedad maíz amarillo duro en los distritos de Jayanca, Lagunas y Pítipo del departamento de Lambayeque se podría encontrar varias especies de la familia Chrysopidae y *Chrysoperla externa* Hagen 1861 sería la especie dominante, lo anterior se tomó como base lo reportado por Nuñez (1988), quien reporta 26 especies en diferentes cultivos de varias partes del Perú; así mismo señala que *Chrysoperla externa* Hagen 1861 predomina en cultivos de maíz alimentándose de *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania* y áfidos; esta especie también fue encontrada en cultivos de alfalfa, papa, olivo, algodón y manzano. Antes de definir los métodos de coleccionar se probaron otras trampas: Trampa de cebo con jugo de mango y Trampa de colores con suplemento alimenticio. Las cuales se evaluaron en su inicio, observándose buena eficacia atrayendo crisopas, el cebo de mango es ideal para evaluar solo cuando es temporada de mango, por lo que en esta investigación no se siguió utilizando este tipo de trampa debido a la escasez de esta fruta. Para el uso de trampa con suplemento alimenticio de tres colores diferentes: blanco, azul y amarillo; se obtuvo solo posturas, larvas y cocones (pupa) que dificultaban su identificación, pues no todas las muestras llegan a ser adultos para su correcta observación.

Con el fin de comprobar el supuesto, se utilizaron dos formas de muestreo, una mediante una red entomológica durante el día, método que es sugerido para insectos voladores tal como las crisopas, otro fue, mediante atrayentes de luz, en un horario nocturno. Las crisopas tienden a ser nocturnas, y responden a estímulos de luz, por lo que en esta investigación se utilizaron lámparas LEDs para las colectas nocturnas; Duelli (1986) mencionan que lo hacen con el fin de evitar a predadores potenciales que son diurnos como aves, libélulas, mosquitos y moscas ladrones.



**Figura 3.** Análisis clúster del Coeficiente de Similitud de Morisita para el muestreo directo.



**Figura 2.** Análisis Cluster del coeficiente de Similitud de para el muestreo mediante trampas de luz.

Una lámpara LEDs o linterna utilizada como trampa emite suficiente luz para atraer las crisopas, las razones lo encontramos en el ensayo desarrollado por Duelli (1986) donde evaluó la iluminación en varias especies *C. carnea* sobre la actividad de vuelo, para lo comienza en unos 10 lux en la noche, y en las mañanas el vuelo también se detiene a 10 lux. La levadura ayudó a la atracción de los Crisópodos, Vitanović et al. (2019) realizó un estudio donde confirma que las levaduras atraen a este tipo de neurópteros

Para la identificación morfológica mediante observación de la genitalia se realizaron algunas variaciones de la metodología seguida por Sosa (2008), debido a la cantidad de muestras por estudiar, se calentó la solución KOH 10% a 85 °C con un mechero de alcohol para disminuir el tiempo inicial de 3 horas a 15 minutos para su observación, esta modificación no destruyó ni cambió la estructura de la genitalia. Por lo que se puede utilizar como una variante alterna para una rápida observación.

Los resultados encontrados muestran que efectivamente, en la variedad de maíz amarillo duro se puede encontrar diversas especies de la familia Chrysopidae, ocho especies fueron encontradas, y *Chrysoperla externa* Hagen 1861 predomina en las tres zonas muestreadas tanto en horario diurno como nocturno, pero además *Ceraeochrysa cincta* Schneider 1851 es una especie que es dominante en los tres lugares y en cualquier horario.

Se pudo encontrar varias especies en los cultivos de maíz ya que se forma un hábitat propicio para las crisopas, donde encuentran presas que pueden satisfacer sus necesidades de alimento tales como alimentos de huevos, orugas recién eclosionadas, pulgones, cochinillas, moscas blancas, psílidos (Carvalho y Souza, 2000), ácaros, huevos y larvas recién nacidas de las polillas entre otros artrópodos de tegumento blando y tamaño pequeño (Freitas, 2002). A pesar de la aplicación de insecticidas periódicamente en los cultivos de maíz, esto no dificultó muestrear crisopas, se observó que gracias a su capacidad de volar podían pasar a otros cultivos sin ser afectados y después de unas horas regresaban al campo de maíz siguiendo la dirección a favor del viento, por lo que el muestreo se realizó en por lo menos tres días después de una aplicación de insecticidas.

La presencia y cantidad de especies de crisópodos en los cultivos de maíz amarillo duro en los distritos de Lagunas, Jayanca y Pítipo presentan una similitud mayor a 0,95 en el muestreo directo realizado en horario diurno entre cada distrito comparado, las condiciones climáticas favorecen esto debido a encontrarse en regiones geográficas cercanas, Jayanca y Lagunas pertenecen a la Ecorregión Desierto del Pacífico, mientras que Pítipo pertenece al límite de esta ecorregión con el Bosque Seco Ecuatorial, esto según la clasificación de Brack y Mendiola (2004) para lo que considera temperatura, fauna y flora presente.

Sin embargo, no se encontró en el departamento las más de 20 especies reportadas por Nuñez (1988) para el Perú, debido a que la diversidad de climas también afecta qué especies pueden ser

encontradas en un determinado lugar tal como lo menciona [McEwen et al. \(2007\)](#): “la composición de especies de crisopas en cultivos de campo no depende del tipo de cultivo en campo, sino en la composición de especies regionales de especies potenciales de cultivos en un continente”. La riqueza y diversidad de especies encontradas en los tres distritos coincide con esta afirmación.

Las especies dominantes en el maíz amarillo duro en los tres distritos muestreados son *Chrysoperla externa*, *C. carnea* y *Ceraeochrysa cincta*; [Nuñez y Pardo \(2000\)](#) mencionan a *Chrysoperla externa* Hagen como oófago y larvífago por naturaleza, la cual predomina en campos de maíz, alimentándose de *Spodoptera frugiperda*, conocido como cogollero en el departamento de Lambayeque, ésta especie según los resultados obtenidos presenta la segunda mayor abundancia relativa.

*Ceraeochrysa cincta*, según [Nuñez \(1988\)](#) es común en árboles y en cítricos, esto explicaría la presencia en los cultivos de maíz, ya que los agricultores suelen combinar árboles sembríos de maíz, algodón o lenteja con árboles frutales, esto se constató en los diferentes muestreos realizados.

En la comunidad de crisopas para el Perú, [Nuñez y Pardo \(2000\)](#), señalan una lista de 26 especies pertenecientes a 11 géneros de esta familia colectados, 10 son las más comunes, mencionando a *Chrysoperla externa* Hagen y *Ceraeochrysa cincta* Schneider, como las dos especies peruanas que destacan por sus características predatoras, por lo que es utilizado en el control de plagas de lepidópteros, como *Spodoptera frugiperda* o *Diatrea saccharalis* en los cultivos de maíz, presenta amplia distribución, presencia de adultos todo el año, fácil crianza en cautiverio, potencial para adaptarse a varios ambientes de cultivo y su resistencia a numerosos pesticidas. En la presente investigación se denotó que, a pesar del uso de insecticidas, la presencia de crisopas se mantiene constante, esto es gracias a su buena capacidad de dispersión tal como lo menciona [VKM \(2015\)](#): “los adultos son buenos voladores y logran dispersarse y colonizar otras plantas y campos; realizan vuelos de dispersión directa a favor del viento”.

En cuanto a la diversidad encontrada durante los muestreos, con el uso de trampas de luz se pudo encontrar especies adicionales como *Leucochrysa* y *Plesiochrysa* que no han sido registradas para el Perú en otras investigaciones anteriores, tal como lo menciona [VKM \(2015\)](#): “el comportamiento de despegue es provocado por la disminución de la iluminación al atardecer”, siendo este un factor que pudo ayudar a la captura de individuos en horario nocturno en el maíz amarillo duro, ya que las zonas

de muestreo estuvieron alejadas de actividad humana que pudiera hacer uso de luz eléctrica que pudiera atraer a cualquier insecto nocturno.

La diversidad de crisópodos muestreados concuerdan con los que establece en el Valle del Cauca-Colombia por [Ramírez \(2002\)](#) quien reportó que las especies de Chrysopidae más frecuentes y más ampliamente distribuidas en la zona de estudio fueron *Ceraeochrysa claveri*, *Ceraeochrysa cubana*, *Chrysoperla externa*; las especies nativas con mayor capacidad de depredación de individuos de pulgón amarillo fueron *Ceraeochrysa cubana*, *Ceraeochrysa claveri*, *Chrysoperla externa* y *Leucochrysa* sp. Esta zona del Valle del Cauca pertenece al Neotrópico con condiciones climáticas similares a las que presenta el departamento de Lambayeque, formándose un hábitat similar para las especies encontradas en la presente investigación realizada.

Los resultados en este estudio son importantes, ya que permitieron conocer qué especies se encuentran en cultivos de maíz amarillo duro del departamento de Lambayeque, debido a que las crisopas (Neuróptera: Chrysopidae) son insectos depredadores, presentes en diversos cultivos de importancia económica como frutales, verduras o gramíneas, su valor radica en el comportamiento como controlador de plagas de artrópodos, dada la variedad de presas que satisfacen sus necesidades biológicas para el crecimiento, desarrollo y reproducción ([McEwen, 2007](#)), capaces de alimentarse de insectos plaga del maíz como huevos, orugas recién eclosionadas, pulgones, cochinillas, moscas blancas, psílidos, y ácaros, entre otros artrópodos de tegumento blando y tamaño pequeño ([Carvalho y Souza, 2009](#)).

Por lo que para emplear a *Chrysoperla externa*, en condiciones de campo, para el control del gusano cogollero y otras plagas en el maíz amarillo duro en el departamento de Lambayeque, la cantidad a liberar de crisopas en los campos de maíz con el fin de realizar un control biológico efectivo, podría ser una cantidad similar a lo utilizado en Venezuela para el cultivo de melón tal como lo reporta [Ferrer y Trelles \(2001\)](#) entre 40 a 100 mil larvas de la especie nativa. Si fuera el caso de liberación de crisopas en estado adulto, el atardecer o en la noche sería el mejor horario para que se dispersen y logren ovopositar en la mayoría del campo de cultivo.

#### 4. Conclusiones

Los cultivos de maíz amarillo duro, de los distritos Lagunas, Jayanca y Pítipo de la región de Lambayeque, presentan crisópodos (*Neuroptera*:

*Chrysopidae*) de los géneros: *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa*, *Leucochrysa* y *Plesiochrysa*. Los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* son los más abundantes representando el 99% encontrados directamente o mediante trampas de luz, géneros como *Leucochrysa* y *Plesiochrysa* se pueden encontrar en horario nocturno o de poca luz.

Los tres distritos presentan una alta similitud de especies según el coeficiente de similitud de Morisita ( $>0.85$ ), considerando las abundancias específicas con las abundancias relativas y total. Las especies dominantes son *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* con abundancia relativa de 31,91% y 26,6% respectivamente, valores que superan a S (inverso de riqueza) 14,28% durante la colecta directa de horario diurno, en el horario nocturno *Chrysoperla carnea* Stephens también presenta dominancia en los cultivos de maíz de los distritos de Lagunas, Jayanca y Pítipo. En cuanto al género *Ceraeochrysa*, *Ceraeochrysa cincta* Schneider es la especie con mayor presencia en los tres distritos, se le considera dominante, por sobrepasar 1/S en todos los muestreos realizados.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA): Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, quien financió a través del Programa Nacional de Innovación Agraria la presente investigación en el marco del Proyecto 071-PI: "Diseño de un paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* "cogollero" en el cultivo de maíz amarillo duro en la Región de Lambayeque y La Libertad".

#### Referencias bibliográficas

- Ayala, O.; Navarro, F.; Virla, E. 2013. Evaluación de las tasas de ataque y el nivel de daños por el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), en el noreste de Argentina. *Rev Fca Uncuyo* 45(2): 1-12.
- Bueno, A.; Carvalho, G.; Santos, A.; Sosa-Gomez, D.; Silva, D. 2017. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation *Ciênc. Rural* 47: 1-10.
- Brack A.; Mendiola C. 2004. *Ecología del Perú*. PNUD. Asociación Editorial Bruño. Lima, Perú. 495 pp.
- Brooks, S.J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of The Natural History Museum, Entomology Series*, 63(2): 137-210.
- Carvalho, C.; Souza, B. 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos. En: Bueno, V.H.P. (ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA. Pp 91-109.
- Casmuz, A.; Juárez M.; Socias, M.; Murúa M.; Prieto, S.; Medina, S. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev Soc Entomol Argent*. 69(3-4): 209-231.
- Cortez, E.; Partida, M.; López, J.; Ruíz, L.; González, V. 2011. Capacidad depredadora de especies de Chrysopidae sobre el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama. In: *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico*. Monterrey, N. L. México. Pp 187-192.
- Duelli, P. 1986. Flight activity pattern in lacewings (Planipennia: Chrysopidae). *Recent Research in Neuropterology. Proc. 2nd Intern. Symp. Neuropterology. Graz*. 165-170.
- ESRI-Environmental Scientific Research Institute. 2014. ArcGIS 10.3. Redlands, California.
- Ferrer, F.; Trelles, A. 2001. Utilización de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) dentro de los programas de manejo integrado de plagas en diversos cultivos. XVII Congreso Venezolano de Entomología. Sociedad Venezolana de Entomología. Maturín, Venezuela. 26 pp.
- Freitas, S.; Penny, N.D. 2001. The green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) of brazilian agro-ecosystems. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 52: 245-395.
- Freitas, S. 2002. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (Orgs.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. Pp 209-224.
- Hammer, Ø.; Harper, D.; Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 178kb.
- Lavagnini, T.; Morales, A.; Freitas, S. 2015. Population genetics of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and implications for biological control. *Braz. J. Biol.* 75: 878-885.
- Li, Z.; Zhang, S.; Cai, X.; Luo, J.; Dong, S.; Cui, J.; Chen, Z. 2018. Distinct binding affinities of odorant-binding proteins from the natural predator *Chrysoperla sinica* suggest different strategies to hunt prey. *Journal of insect physiology* 111: 25-31.
- López, J.; González, A.; Reyes, M.; Rodríguez, R.; Lozano, M.; Jasso, J.; Cortez, E. 2010. Avances en el control biológico de *Diaphorina citri*, vector del patógeno causante del huanglongbing de los cítricos. In: *Memoria del Simposio Nacional para el Control Biológico del Psílido Asiático de los Cítricos*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Uruapan, Michoacán, México.
- McEwen, P.; New, T.; Whittington, A. 2007. *Lacewings in the crop environment*. 1st Edition. Cambridge University Press. 568 pp.
- Michelotto, M.; Crosariol-Neto, J.; Pirota, M.; Duarte, A.; Feitas, R.; Finoto, E. 2017. Eficácia de milho transgênico tratado com inseticida no controle da lagarta-do-cartucho no milho safrinha no estado de São Paulo, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia* 41(2): 128-138.
- MINAGRI - Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. *Ficha Técnica N°19 Cultivo Maíz Amarillo Duro*. Lima, Perú.
- Núñez, E.; Pardo, H. 2000. Capacidad de ingesta comparada entre *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta*, utilizando como presas las moscas blancas *Aleurodicus cocois* y *Bernisia tabaci* Biotipo "B". XLII Convención Nacional Entomología. Tarapoto – Perú. 54 pp.
- Oswald, J.D. 2015. *Neuropterida Species of the World*. College Station (TX): Department of Entomology. Texas A and M University (US). Disponible en: <http://lacewing.tamu.edu/SpeciesCatalog/Main>
- Ramírez, D. 2002. Reconocimiento y evaluación del uso de especies de la familia Chrysopidae para el manejo del pulgón amarillo *Sipha flava* (Homoptera: Aphididae) en caña de azúcar. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Palmira. Cali, Colombia. 137 pp.
- Sosa, D.F. 2008. *Espécies De Ceraeochrysa Adams (Neuroptera: Chrysopidae) Presentes Em Pomares De Citrus Spp*. Tesis de maestría, Universidad Estadual Paulista. Sao Paulo, Brasil. 62 pp.
- Uramoto, K. 2002. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus "Luiz de Queiroz". *Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. Universidade de São Paulo, Piracicaba. São Paulo, Brazil. 85 pp.

- Varsani, S. 2018. Physiological and Molecular Insights into Maize Responses to Phloem Sap-sucking *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae). Tesis de doctorado. The University of Nebraska – Lincoln. Nebraska, Estados Unidos. 158 pp.
- Vitanović, E.; Aldrich, J.R.; Winterton, S.L.; Boundy-Mills, K.; Lopez, J.M.; Zalom, F.G. 2019. Attraction of the Green Lacewing *Chrysoperla comanche* (Neuroptera: Chrysopidae) to Yeast. *Journal of chemical ecology* 45(4): 388-391.
- VKM. 2015. Report from the Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM) 2014: 07 Risk assessment of the biological control product "Gulløyelarver" with the active organism *Chrysoperla carnea*. Opinion of the Panel on Plant Protection Products of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM).18 pp.
- Wang, X.; Xiang, X.; Yu, H.; Liu, S.;Yin, Y.;Cui, P.;Yang, Q. 2018. Monitoring and biochemical characterization of beta-cypermethrin resistance in *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Sichuan Province, China. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 146(1): 71-79.

