



Chelymormpha varians Blanchard, un fitófago presente en el agroecosistema del sudoeste bonaerense: potencial uso como enemigo natural para control biológico de correhuela, *Convolvulus arvensis* L.

Miren Lasa

Docente tutor: Dr. Soledad Villamil
Docentes consejeros: Dr. Facundo Daddario
Ing. Agr. (Mg.) Damián Pablo Belladonna



Departamento de Agronomía
Universidad Nacional del Sur

Junio 2023

Agradecimientos

A mis padres por darme la herramienta más importante que es la educación, por inculcarme valores y acompañarme en cada momento y decisión. Gracias por todo lo que hacen por nosotros. Los amo.

A Iñaki, mi hermano, por bancarme en todo momento.

A la abuela y a la tía Yani por ser incondicionales. A mi familia por estar siempre y ser parte de todo esto, por los valores, la unión y el amor que nos tenemos.

A mis amigos de toda la vida, que a pesar de no vernos siempre nos acompañamos en cada momento importante.

A mis amigos de la universidad, que sin ellos la carrera no hubiese sido igual. Ojalá la vida siempre nos encuentre con algún mate en mano y mil anécdotas.

A quienes forman parte del LabEA y la Cátedra de Fitopatología por crear un hermoso ambiente de trabajo y ayudarme siempre.

A mi tutora Sole por acompañarme en este trayecto y abrirme las puertas a nuevas oportunidades. A mis consejeros Facundo y Damián por participar en este proceso.

A todos los que formaron parte de este camino de alguna manera.

Por último, a la Universidad Nacional del Sur, en especial al Departamento de Agronomía, que brinda educación gratuita y de calidad en un ámbito donde el factor humano es muy especial. Siempre agradecida.

Índice

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	16
Hipótesis.....	16
Materiales y métodos.....	17
Estimación de la descendencia.....	17
Ciclo de vida del insecto en condiciones controladas.....	18
Ciclo del vida del insecto en condiciones no controladas.....	19
Análisis estadístico.....	22
Resultados y discusión.....	23
Estimación de la descendencia.....	23
Ciclo de vida del insecto en condiciones controladas.....	23
Ciclo de vida del insecto en condiciones no controladas.....	25
Consideraciones sobre el cultivo de <i>C. arvensis</i> y la cría de <i>C. varians</i> durante el experimento.....	28
Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	32

Resumen

Convolvulus arvensis (n.v. correhuela) es una especie perenne, de ciclo primavera-estival, originaria de Europa y naturalizada en Argentina, declarada plaga de la agricultura en 1946. Esta maleza se encuentra atacando cultivos extensivos, intensivos, frutihortícolas, etc., en diversas áreas de nuestro país. *Chelymorpha varians* (Coleoptera:Chrysomelidae) es un insecto fitófago que se encuentra sobre correhuela. El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo del ciclo de vida de *Chelymorpha varians* Blanchard sobre correhuela en el sudoeste bonaerense. Se recolectaron individuos de la especie cuyos dos hábitos de coloraciones distintas (clara y oscura) se trabajaron como una sola población; es decir, que no se separaron por hábito. Se estudió el ciclo de vida de este insecto en dos ensayos distintos; el primero bajo condiciones controladas de laboratorio (25 °C y fotoperiodo 12L:12O), y el segundo a temperatura ambiente (temperatura promedio 27 ± 3 °C) y fotoperíodo de 12L:12O con iluminación artificial. En ambos casos, la cría y reproducción se realizó en recipientes plásticos y la alimentación fue a base de material fresco de *C. arvensis* cosechado del campo. En el primer experimento se recogieron datos a partir de 13 posturas de *C. varians*, y en el segundo con 25 posturas, en ambos casos la cantidad de huevos fue variable. Se registró el número de días de las distintas etapas de desarrollo pre-adulto. En el primer ensayo, la longitud de cada estadio del ciclo de vida fue de $6,71 \pm 0,48$ días (promedio de días \pm DS) para el huevo, $14,60 \pm 2,38$ para todos los estadios larvales juntos (no se diferenciaron los distintos estadios) y $4,69 \pm 0,82$ para el estadio de pupa. En el segundo ensayo se diferenciaron los distintos estadios larvales, y la longitud de cada estadio fue de $5,14 \pm 0,9$ (promedio \pm DS) para el huevo, $14,14 \pm 4,69$ para todos los estadios larvales (L1: $2,32 \pm 0,48$; L2: $4,00 \pm 1,80$; L3: $2,37 \pm 1,24$; L4: $2,53 \pm 1,28$ y L5: $2,89 \pm 1,69$), $1,11 \pm 0,32$ para el estadio prepupa, y $5,32 \pm 0,99$ para el estadio pupa. En laboratorio se lograron varias generaciones de este insecto de gran prolificidad. Se concluyó que el ciclo de vida de *Chelymorpha varians* se completa sobre *Convolvulus arvensis* tanto a campo, en el sudoeste bonaerense, como en laboratorio sobre material fresco. Se sugiere continuar con el estudio de este fitófago como enemigo natural de la maleza.

Introducción

Uno de los principales problemas que enfrenta la producción agrícola-ganadera, tanto en planteos intensivos como extensivos, son las malezas. Este concepto es utilizado en el entorno productivo y se lo define como plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables (Labrada et al., 1996). El concepto maleza es relativo y subjetivo, ya que hay especies vegetales que en algunas condiciones productivas son deseables y en otras son indeseables. Las malezas constituyen el 1% de las especies de plantas terrestres, pero solo el 0,1% (unas 4000 especies) generan perjuicios económicos considerables (Sharma et al 2005). Estas pueden ser nativas o introducidas y se comportan como tales en ciertos momentos y situaciones, en la medida que el hombre ha ido explotando los diferentes ambientes.

Las malezas compiten por agua, luz y nutrientes con los cultivos, son hospederas de patógenos e insectos perjudiciales y generan pérdidas económicas por mermas de rendimiento, menor calidad de granos, aumento en los costos de cosecha, entre otras (Aapresid, 2014). Las pérdidas de cosecha que pueden llegar a causar las malezas son del orden del 5 a 10% en los países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo y algunos de economía emergente pueden ser superiores al 20-30% de la producción (Labrada, 2006). Por lo dicho anteriormente, el manejo de malezas es uno de los ejes fundamentales en todo planteo productivo. El control de vegetación espontánea se puede realizar de diferentes formas (Labrada et al., 1996):

- Métodos preventivos: procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
- Métodos físicos: arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
- Métodos culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
- Control químico: uso de herbicidas con principios activos basados en una o más moléculas que actúan interfiriendo en procesos o funciones vegetales.
- Control biológico (CB): uso de organismos vivos, que actúan como enemigos naturales de malezas.
- Otros métodos no convencionales: solarización del suelo.

El método para controlar malezas que más se ha utilizado a partir de la Revolución Verde es el químico, especialmente la aplicación de productos de síntesis. Esta gran difusión y aceptación está dada por su bajo costo relativo, facilidad de aplicación y su alta efectividad en el corto plazo (Radosevich et al., 2007). Sin embargo, una de las principales consecuencias que traen es la aparición de numerosas malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. Este fenómeno es un efecto secundario no deseado que se produce después de un uso reiterado de un determinado principio activo o mecanismo de acción, por el cual la población de una maleza deja de ser controlada con la misma eficacia por un agroquímico comparada con la que debería ejercer la dosis recomendada por marbete (Taberner Palou et al., 2007). Cuando se habla de malezas tolerantes hace referencia a grados de sensibilidad de una maleza a un determinado herbicida (Papa et al., 2002; Sarandón, 2014). Además, el uso desmedido de herbicidas trae aparejado la contaminación del medio ambiente, principalmente el agua y el suelo (Lepori et al, 2013). A pesar del problema que trae la aplicación de herbicidas a la producción y al medio ambiente, en Argentina el uso de los mismos sigue en aumento. En los 36 millones de hectáreas cultivadas, se utilizan 230 millones de litros de herbicidas y 350 millones de litros de otros productos fitosanitarios (Montoya et al. s/f)

Dados los problemas que surgen al implementar una única forma de control, se empieza a utilizar el concepto del Manejo Integrado de Malezas (MIM). Este nuevo enfoque combina distintas estrategias y tácticas con el fin de disminuir la población de las malezas a niveles no perjudiciales, basándose en el conocimiento del ecosistema y tendiendo a mantener las funciones del mismo (FAO, 2023). Con este enfoque se considera a la plaga como parte del agroecosistema y se aspira a un control sostenible de las plagas, reduciendo los residuos de productos fitosanitarios, mejorando los servicios ecosistémicos, aumentando los niveles de ingresos y reforzando los conocimientos de los agricultores (Cisneros, 1992).

Para poner en práctica el MIM es importante tener en cuenta los siguientes pilares:

- Vigilancia: monitorear las poblaciones de malezas es fundamental, identificando las distintas etapas del ciclo de vida de las mismas, etc.
- Prevención: realizando rotación de cultivos, uso de semillas de calidad, conocer la calidad del suelo, el manejo del riego, la fertilización, etc.
- Intervención: se refiere al control de la población de la maleza, tanto químico, biológico o físico-mecánico (FAO, 2023).

En un entorno productivo donde la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente cobra cada vez más importancia, el manejo integrado de malezas tiene un rol fundamental. Entender la importancia de la interacción entre los diversos factores que componen el agroecosistema permite integrar la producción y mejorar la rentabilidad, no solo económica sino ambiental. Por esta razón es importante abordar métodos alternativos al químico para que, en forma integrada, se logre llegar a los objetivos planteados.

Una de las posibilidades es el control biológico (CB) que consiste en el uso de organismos vivos, tales como insectos, herbívoros, hongos, virus, bacterias, etc., para controlar la densidad poblacional de la plaga (malezas, insectos, patógenos, etc.). Estos organismos utilizados se denominan agentes de control biológico (ACB). El control biológico suele aplicarse bajo distintos enfoques, como por ejemplo (Eilenberg et al., 2001; Bach, 1960; Van Driesche, 2007):

- Clásico: para controlar una maleza exótica, se introduce un agente de control biológico (ACB) también exótico para que se establezca. Generalmente, la maleza y el enemigo son originarios del mismo ecosistema. Es uno de los más utilizados.
- Aumentativo
 - Inundativo: se producen ACB de forma masiva para ser liberado en grandes cantidades. Se busca un control rápido y puntual. No se espera que el ACB se llegue a reproducir. En esta clasificación se pueden nombrar los bioherbicidas.
 - Inoculativo: la introducción de pequeñas cantidades de ACB en el sistema. Se espera que este se reproduzca para controlar la plaga, pero que no se establezca en el tiempo.
- De conservación o de fomento: a partir de ciertas prácticas de manejo, se aumentan las poblaciones de enemigos naturales que ya existen en el ecosistema. En este caso no se realiza suelta de individuos y se evita la introducción de ACB exótico.

El control biológico es considerado como un método económico y sustentable con bajo impacto ambiental (Frantzen et al., 2002; Charudattan, 2001). En nuestro país comenzó en la década del 70 impulsado principalmente por organizaciones estatales, pero con el paso de los años y el avance de la agricultura basada en insumos, estos proyectos fueron desapareciendo (Cabrera Walsh et al., 2014).

Igualmente, Argentina es un importante exportador de agentes de control biológico. En los últimos años se liberaron y establecieron al menos 22 ACB provenientes de nuestro país para el control de malezas de origen sudamericano en distintas partes del mundo (Cabrera Walsh et al., 2014).

Los ACB más utilizados son los insectos y se pueden clasificar en fitófagos, predadores, parásitos y parasitoides. Los insectos fitófagos tienen la particularidad de ser importantes en el control de malezas y, al mismo tiempo, problemáticos para la agricultura. El interés por estudiar un fitófago como ACB dependerá en gran medida del grado de especificidad que tenga. Si el insecto solo se alimenta de la planta blanco de control, se lo puede considerar benéfico y se podrá comenzar a pensar en el control biológico como parte de un manejo integrado.

Para implementar el control biológico dentro de un MIM, como primer paso se debe estudiar el ciclo de vida del ACB y de la maleza blanco, evaluar en qué estadio ocurre el mayor control sobre la misma, la interacción entre ambos y con el ecosistema, y por último si el ACB puede desarrollar todo su ciclo sobre el blanco de control, sin la necesidad de otro hospedante. Una vez que se corrobora esto, se realizan pruebas de especificidad que se basan en el método centrífugo filogenético (Wapshere, 1974). Este método consiste en probar al ACB seleccionado sobre plantas emparentadas con la maleza objetivo, observando si pueden alimentarse y cumplir su ciclo de vida. Primero se realizan experimentos sobre plantas del mismo género, luego de la misma familia y así, alejándose cada vez más filogenéticamente. El mejor ACB es el que se alimenta y se desarrolla solo en la planta objetivo. A medida que se realiza la prueba de especificidad, si se corrobora que el ACB no es tan específico, el objetivo del proyecto se ve afectado ya que puede afectar a especies con importancia agronómica y/o ecosistémica.

En algunos casos, insectos fitófagos nativos de la región se encuentran alimentándose sobre malezas exóticas, generando defoliaciones considerables. Este tipo de comportamiento puede ser aprovechado y, a partir de intervenciones que preserven y/o aumenten la población del insecto, se podría lograr un control biológico de conservación o fomento. En este control hay que tener en cuenta que dentro de las prácticas de preservación hay que limitar el uso de productos fitosanitarios químicos y pensar en corredores biológicos para el ACB de interés, tanto en la campaña del cultivo como durante el resto del año para mantenerlos dentro del agroecosistema hasta la siguiente campaña.

El control biológico de conservación aprovecha el ACB presente que genera algún daño por sí solo, pero no logra controlar a la plaga; por eso se busca fomentar la presencia del mismo para que sea más efectivo sobre el blanco de control. Otro beneficio de este tipo de control es que se evita la introducción de ACB exóticos, como ocurre en el control biológico clásico. El CB de conservación o fomento es el más factible de implementar en nuestro país en el corto o mediano plazo (Anderson, 2017), debido a que las políticas actuales de importación y liberación de individuos no propician el CB clásico y aún la infraestructura no es la adecuada para realizar los estudios necesarios.

En el agroecosistema los insectos juegan un rol muy importante. En particular el orden Coleoptera presenta especies que son plagas aunque también muchas otras son beneficiosas. Dentro de este orden se encuentra la familia de los Crisomélidos, particularmente la subfamilia Cassidinae, conformada por insectos vulgarmente conocidos como “tortuguitas”. Todos los representantes de esta subfamilia son fitófagos y tienen alta especificidad con su planta huésped. Muchas especies de este grupo se alimentan de forma gregaria en los estadios larvales; en cambio, los adultos se dispersan sobre la planta hospedante. Por su alto grado de especificidad con la planta huésped, la voracidad con la que se alimentan y sus prolongados períodos reproductivos que le permiten mantener altas densidades de población a campo, los casidinos fueron elegidos en varias oportunidades como ACB de malezas (Mphephu et al., 2017).

En el sudoeste bonaerense se encuentran varios insectos sobre malezas blanco de control que nunca han sido estudiados. Particularmente sobre *Convolvulus arvensis*, se han hallado varias especies de Coleópteros, pero en particular uno se encontró en varios sitios junto a esta maleza y en abundante cantidad. *Chelymorpha varians* es un fitófago nativo (Borowiec y Świątojańska, 2002) (Figura 1) descrita por primera vez por Blanchard en 1851. Es un insecto perteneciente al orden Coleoptera, familia Chrysomelidae, subfamilia Cassidinae. Tanto en estado larval como en adulto se alimenta solo de plantas de la familia Convolvulaceae (Costa et al., 2007; Ríos, 2013). En el sudoeste bonaerense se encuentra sobre *C. arvensis* y sobre *C. sepium* L. es un insecto muy específico y, en la mayoría de los casos, muestra una sincronización entre su ciclo de vida y el de la planta huésped (Ríos, 2013).



Figura 1. Distribución de *Chelymorpha varians* en Sudamérica. Fuente: GBIF Backbone Taxonomy, 2022.

Las larvas de este insecto presentan un par de apéndices (urogonfos) en el abdomen donde acumulan heces y exuvias a lo largo de los cambios de estadios como un escudo de defensa contra enemigos naturales (Costa et al., 2007; Ríos et al, 2013) (Figura 2).



Figura 2: Larva de *C. varians* con acumulación de heces y exuvias.

El adulto de *C. varians* tiene aspecto de cascarudo con forma oblonga y tamaños muy variables. La característica más llamativa de esta especie son los élitros, que tienen el borde expandido y coloraciones diferentes. La particularidad que tiene *C. varians* es la presencia de dos *habitus* totalmente distintos, uno presenta élitros rojizos con una mancha oscura en cada uno y pronoto similar; y otro donde los élitros son de color claro con puntuaciones negras de variada forma y distribución y pronoto claro. La cabeza, antenas y patas son negras (Figura 3).



Figura 3: Ejemplares adultos de *Chelymorpha varians*. Izquierda ejemplar de *habitus* oscuro. Derecha: *habitus* claro.



Figura 4: *C. varians* recién emergido de la pupa. Izq.:lado superior. Der.: detalle parte abdominal.

C. varians se encuentra distribuido en gran parte del país sobre la correhuela, *Convolvulus arvensis* L., una maleza importante en el sistema agrícola. Esta se trata de una planta exótica invasora, naturalizada en Argentina. Fue declarada “plaga de la agricultura” en 1946, por lo que es obligatorio su control de acuerdo con las disposiciones del Decreto-Ley N° 6704/63. Esta maleza es una especie dicotiledónea del orden Tubiflorales, perteneciente a la familia Convolvulaceae, vulgarmente conocida como “correhuela”, “arvejilla”, “campanilla”, “campanilla blanca”, “enredadera europea” (Marzocca, 1957). En el latín *Convolvulus* significa “retorcer, enroscar” (por el hábito de crecimiento de la planta), y *arvensis* que significa “cultivo” (SIB, 2022). Su

nombre se debe a que ahoga y afecta el crecimiento de los cultivos, además de dificultar labores culturales tales como la cosecha.



Figura 5: *Convolvulus arvensis* a orillas de un camino.

Esta hierba perenne es originaria del Mediterráneo y se extendió por todas las regiones del mundo. Es una de las diez malezas más importantes del planeta y es reportada en más de 54 países invadiendo diversos cultivos (Figura 6), tanto intensivos como extensivos (Kaur y Kalia, 2012). En Argentina se reporta desde las provincias del centro hasta Santa Cruz (SIB, 2022).

Esta planta tiene hábito de crecimiento rastrero y en ocasiones forma matas densas. Las hojas son alternas oblongas/lanceoladas, con una longitud entre 1,5 a 5 cm y un ancho de 1 a 3 cm, con base hastada o acorazonada y pecíolo acanalado. Las flores tienen corola acampanada de 1,5 a 2,5 cm, con cinco pétalos pubescentes en los bordes, son hermafroditas y polinizadas mediante insectos. Los colores de la corola pueden ir del blanco al rosado y en ocasiones ambos combinados. El fruto es una cápsula ovoide dehiscente con cuatro lóculos, que produce semillas negras a la madurez (Kaur y Kalia, 2012; SIB, 2022).

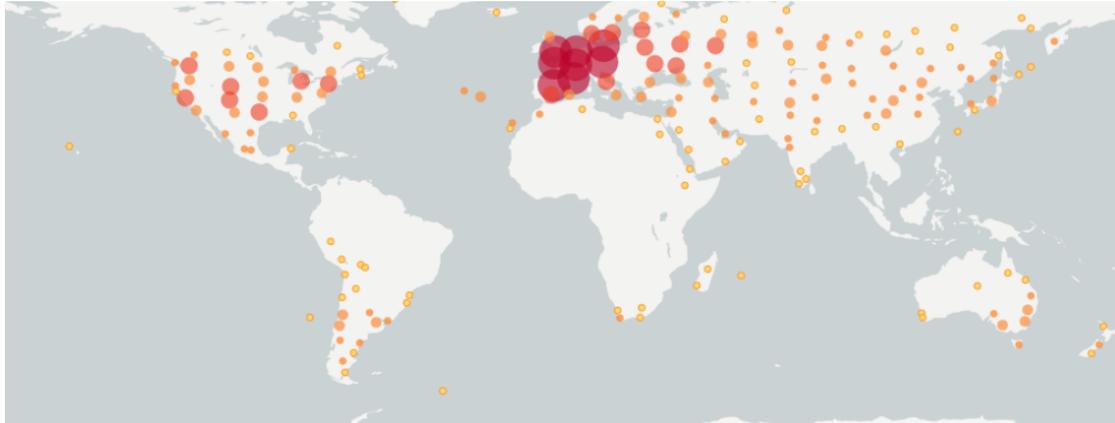


Figura 6: Distribución de *C. arvensis* en el mundo. Fuente:GBIF Backbone Taxonomy, 2022.

La correhuela es una especie que presenta polimorfismo tanto en las hojas como en las flores (Figura 7) y es muy común confundirla con otras plantas del mismo género.



Figura 7: Izq. Flor de *C. arvensis* con tintes rosados. Der. Flor blanca.



Figura 8: Hábito de crecimiento de *C. arvensis*.

Como se mencionó anteriormente, es una especie perenne primavera-estival que florece en los meses comprendidos entre noviembre y marzo, y fructifica a comienzos del otoño. Prolifera a partir de rizomas y semillas, pero el poder germinativo de las mismas es muy bajo. Davies (2021) encontró que el porcentaje medio de germinación fue del 16,3 (%) en semillas sin tratamiento previo, provenientes de poblaciones de Bahía Blanca. Las raíces de *C. arvensis* son gemíferas, posibilitando su establecimiento y generando vástagos aéreos (Redondo, 2021). Además la presencia de rizomas es importante para la permanencia de la especie en la estación desfavorable. *C. arvensis* es invasora en terrenos modificados, prefiere establecerse en suelos disturbados y fértiles, pero por su extenso sistema radicular puede sobrevivir a largos períodos de sequía. También tolera las heladas, pero no la sombra densa (Labrada et al., 1996).

Dado que es de suma importancia el control de la correhuela en el sudoeste bonaerense, se propone estudiar aspectos de la biología de *Chelymorpha varians*, enemigo natural residente, con la intención de incorporar en un futuro el control biológico a planes de manejo integrado de *Convolvulus arvensis*.

Objetivos

Evaluar el desarrollo del ciclo de vida de *Chelymorpha varians* Blanchard sobre *Convolvulus arvensis* L. en el sudoeste bonaerense.

Los objetivos particulares fueron:

1. Registrar fechas del desarrollo de ciclo de vida de *Chelymorpha varians* sobre *Convolvulus arvensis* a campo en la zona de Bahía Blanca.
2. Estudiar el ciclo de vida de *Chelymorpha varians* sobre *Convolvulus arvensis* en condiciones ambientales controladas y no controladas.

Hipótesis

H1: *Chelymorpha varians* se encuentra en distintas etapas de desarrollo a campo sobre *C. arvensis*.

H2: *Chelymorpha varians* es capaz de completar su ciclo de vida sobre *Convolvulus arvensis*.

Materiales y métodos

En la ciudad de Bahía Blanca, *Chelymorpha varians* se comenzó a observar en el campo en los meses de octubre-noviembre, sobre plantas de *Convolvulus arvensis* y, en menor medida, sobre *C. sepium* L. En noviembre de 2021 y 2022, y en febrero/marzo del 2023 se realizaron colectas para generar una colonia de laboratorio de ejemplares de este fitófago hallados sobre *C. arvensis* y estudiarla. Se visitaron periódicamente dos poblaciones de correhuela en Bahía Blanca: una en un campo privado lindero al arroyo Napostá y la autovía Juan Pablo II y otra en el Parque de Paz, Camino a la Carrindanga para la búsqueda de distintos estadios del insecto sobre las plantas. Durante esa temporada también se observaron poblaciones en el Parque Noroeste (partido de Bahía Blanca), la zona rural de Cabildo (en partido de Tornquist), en cercanías de Villalonga y en Cardenal Cagliero (partido de Patagones) (Figura 9). Cuando fueron encontradas, se recolectaron a campo posturas de este insecto y se crió sobre material fresco de *C. arvensis* en laboratorio.

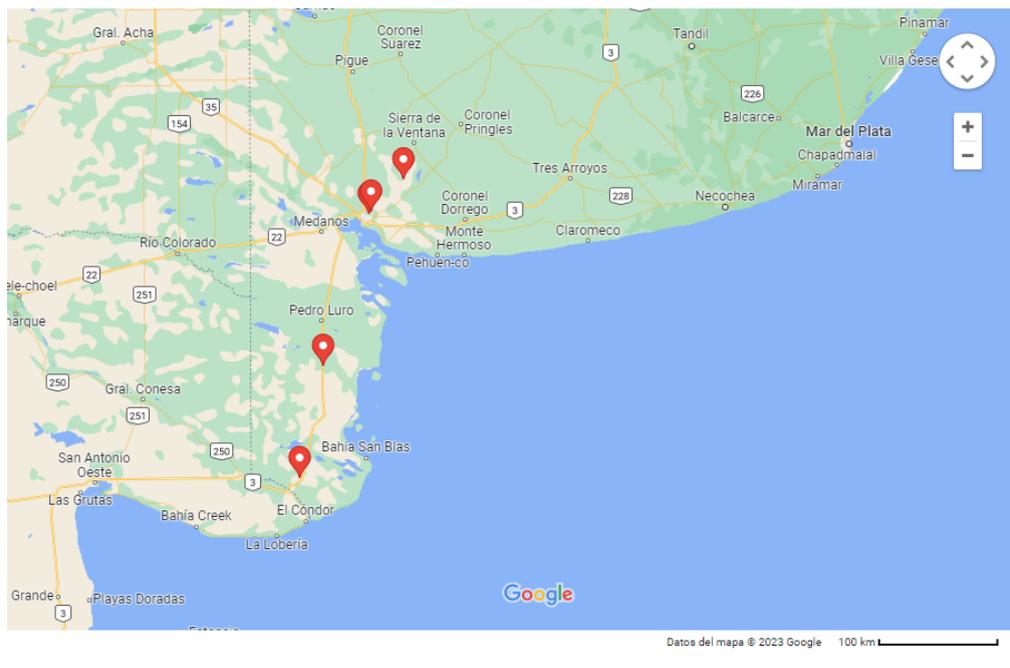


Figura 9: Sitios donde se encontró *C. varians*.

Estimación de la descendencia

Como primer paso para estudiar el ciclo de vida de este fitófago se calculó el promedio de huevos por postura a partir de 147 posturas recolectadas en el laboratorio en marzo del 2022.

Ciclo de vida del insecto en condiciones controladas

Se realizó un primer experimento, que comenzó el 22 de marzo de 2022 y finalizó el 30 de abril del mismo año, en cámara de cría (25 °C y fotoperiodo 12L:12O) (Figura 10). Se trabajó con 26 larvas (obtenidas a partir de 13 posturas). Una vez eclosionadas las posturas, las larvas permanecieron en el mismo recipiente donde se alimentaron con material fresco cosechado a campo. Se realizaron observaciones del comportamiento de las mismas y se midió diariamente el ancho de la cápsula cefálica. A partir de los cambios en la morfología se registraron los estadios de larva y pupa de esta especie. En este experimento se midió el ancho de la cápsula cefálica de las larvas para evaluar si esta medida, por sí sola, alcanza para determinar el estadio larval de un individuo. Las mediciones se realizaron utilizando una lupa Nikon SMZ 745T con escala micrométrica y se corrigió con la calibración correspondiente a la magnitud de aumento utilizada en la lupa.



Figura 10: Cámara de cría.

Ciclo del vida del insecto en condiciones no controladas

El ensayo comenzó el 9 de marzo del 2023 y finalizó el 10 de abril del mismo año; se llevó a cabo a temperatura ambiente (temperatura promedio 27 ± 3 °C) y fotoperíodo de 12L:12O con iluminación artificial (Figura 11). Se trabajó con 19 larvas tomadas individualmente de diferentes posturas. Cada postura se identificó en un recipiente y a partir del momento de la eclosión se tomó una única larva para su seguimiento (Figura 12). La alimentación se realizó a partir de material fresco cosechado a campo. Se realizaron observaciones diarias para determinar el cambio de estadio larval identificando y contando las exuvias que se iban encontrando en cada una de las larvas. Se determinó la duración de los distintos estadios (larva, prepupa y pupa). También se utilizó la lupa Nikon para realizar las observaciones.



Figura 11: Condiciones de laboratorio para distintos ensayos.



Figura 12: Recipiente de la izquierda con la postura completa y frasquito con la larva individual.



Figura 13: Lupa Nikon SMZ 745T utilizada en la medición.

Los ensayos que estudiaron el ciclo de vida de este fitógago se realizaron de forma discontinua en el tiempo debido a las fallas en el funcionamiento de las cámaras de cría y la disponibilidad de comida a campo. Se realizaron en distintos años, pero en

los mismos meses (entre febrero y abril) ya que la disponibilidad de la planta a campo era suficiente para alimentar a la colonia en esta época.

En forma adicional a los experimentos de ciclo de vida realizados, en el año 2021, se habían cultivado en el invernáculo plantas de *C. arvensis* a partir de semillas y de rizomas recolectados a campo (Figura 14), con el fin de evaluar el grado de daño del insecto y estudiar su desarrollo sobre la planta. Parte de la cría de los insectos de la colonia empezada ese año, se realizó en las plantas en macetas (Figura 15) utilizando cofias de voile como encierro.



Figura 14: Plantas de *C. arvensis* cultivadas en invernáculo.



Figura 15: Izq: Maceta con cofia en el laboratorio. Der.: Macetas con cofias en el invernáculo.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2015). Se realizó un análisis de la varianza (p -valor < 0.0001) y la comparación de medias de ancho de cápsula cefálica (micras) y duración de cada estadio en días mediante un test de LSD-Fisher ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Desde el año 2021 hasta el 2023, entre los meses de octubre hasta mediados de abril y principios de mayo, sobre las poblaciones de *C. arvensis* visitadas periódicamente, se encontraron ejemplares de *Chelymorpha varians* en distintas etapas de su ciclo de vida; desde posturas, larvas y pupas hasta adultos.

Estimación de la descendencia

En los ensayos realizados en 2022 se obtuvo como primer resultado el número promedio de huevos que forman una postura de *Chelymorpha varians* en el sudoeste bonaerense. A partir de 147 posturas recolectadas en la colonia criada en el laboratorio, se determinó que una postura está compuesta por $21,9 \pm 8,4$ huevos (promedio número de huevos \pm DS). Este resultado es similar al publicado por Costa et al. (2007) que dio como promedio 21,4 huevos por postura.



Figura 16: Postura de *C. varians* vista a lupa.

Ciclo de vida del insecto en condiciones controladas

En el ensayo del 2022, se estableció la longitud del ciclo de vida del insecto en cámara de cultivo. La duración de cada estadio fue de $6,71 \pm 0,48$ días (promedio de días \pm DS) para el huevo, $14,60 \pm 2,38$ para todos los estadios larvales juntos (no se diferenciaron los distintos estadios) y $4,69 \pm 0,82$ para el estadio de pupa. En esta oportunidad, no se tuvo en cuenta el estadio de prepupa. En la figura 17 se ilustra la longitud del ciclo de vida obtenida como resultado de este ensayo.

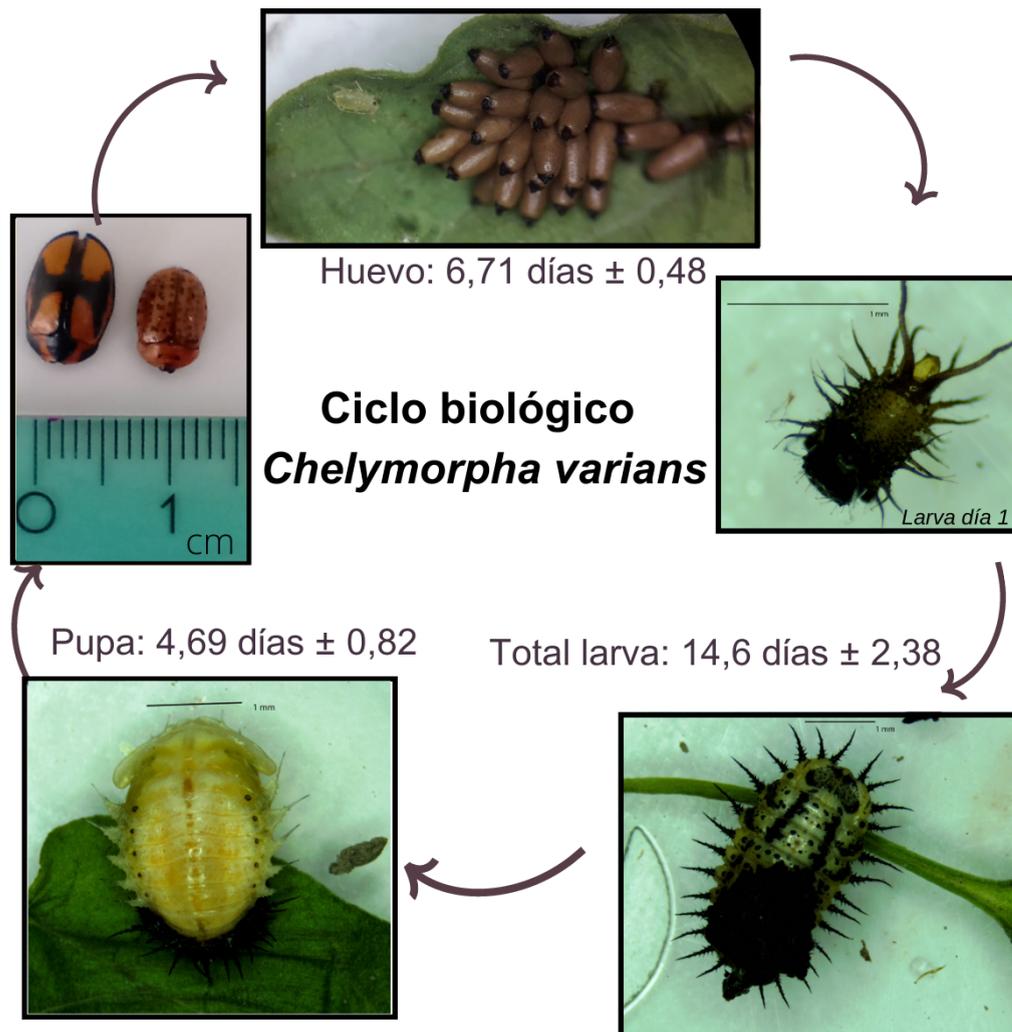


Figura 17: Ciclo de vida de *C. varians* determinado en el primer ensayo.

A partir de la Tabla 1, se pudieron distinguir claramente tres anchos de cápsula cefálica diferentes que podrían corresponder a los estadios larvales L1, L2 y L5. Las diferencias de anchos cefálicos entre los días cinco y nueve no quedan claras, por lo que no se pudieron determinar el fin del estadio L3 y el comienzo del estadio L4 según las mediciones registradas. A partir del día 10, se diferencia otro ancho que correspondería al estadio L5.

Tabla 1. Ensayo 2022: medición de cápsulas cefálicas de larvas de *Chelymorrha varians*. N=26.

Día	Media \pm DS (micras)		Estadio estimado
1	387,06 \pm 37,28	A	L1
2	406,79 \pm 62,85	A	L1
3	496,10 \pm 82,44	B	L2
4	541,66 \pm 124,47	B	L2
5	681,76 \pm 158,21	C	L3
6	827,94 \pm 159,47	D	L3?
7	980,25 \pm 142,25	E	L4?
8	1023,11 \pm 118,41	E	L4?
9	1177,81 \pm 201,95	F	L4
10	1277,36 \pm 194,68	G	L5
11	1314,53 \pm 155,51	G	L5
12	1303,24 \pm 169,71	G	L5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD Fisher ($p > 0.05$)

Ciclo de vida del insecto en condiciones no controladas

En el ensayo del 2023, la duración de cada estadio fue de $5,14 \pm 0,9$ (promedio \pm DS) días para el huevo. El periodo larval total fue de $14,14 \pm 4,69$ días. En la Tabla 2 se indican las duraciones de cada estadio juvenil. En el análisis estadístico no se tuvo en cuenta el estadio L5 ya que el número de repeticiones fue muy bajo, esto se dió por la dificultad para contabilizar las exuvias acumuladas sobre las larvas (en la tabla se especifica cada uno de los estadios a excepción de L5, que tuvo como resultado $2,89 \pm 1,69$ días). En muchos casos, parte de las heces se cae junto con alguna exuvia que, entre los desechos, se pierde pudiendo generar algún inconveniente en la medición. Por lo tanto, sólo se pudo diferenciar claramente el estadio L5 en un

reducido número de individuos. En la figura 18 se plasma el ciclo de vida del insecto, indicando cada estadio larval (L).

En este experimento se observó que el ciclo de vida fue más corto, probablemente debido a la mayor temperatura ambiente, superior a la utilizada en la cámara de cría.

Tabla 2. Ensayo 2023: Registro de cambio de estadio de *Chelymorpha varians* contando las mudas usadas como protección por la larva. N=19.

Estadio larval*	Medias \pm DS (días)	
L1	2,32 \pm 0,48	B
L2	4,00 \pm 1,80	C
L3	2,37 \pm 1,24	B
L4	2,53 \pm 1,28	B
PREPUPA	1,11 \pm 0,32	A
PUPA	5,42 \pm 0,99	D

*No se analizó el estadio L5 ya que el número de repeticiones fue muy bajo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD Fisher ($p > 0.05$)

En este ensayo es llamativa la duración del estadio L2, ya que en otros trabajos similares como el de Hamity y Neder de Román (2008) realizado en Jujuy, este estadio es más corto ($3 \pm 0,9$ días), siendo a su vez un valor similar al resto de los estadios larvales hallados en el presente experimento. Esto puede deberse a un error en el registro diario ya que es difícil encontrar las exuvias porque quedan entre las heces de las larvas y se desprenden. Contrariamente, el estadio L1, en este ensayo fue mucho más corto que el obtenido en Jujuy que duró $4,98 \pm 1,8$ días. Con respecto al resto de los estadios, no hubo diferencias considerables entre lo obtenido en este ensayo y el de Hamity y Neder de Román (2008). Cabe aclarar que estos autores recolectaron insectos sobre *C. arvensis* pero en el laboratorio utilizaron como alimento *Ipomoea purpurea*, otra especie de la familia Convolvulaceae. Según el estudio realizado por Ríos en 2013, los individuos de *C. varians* se desarrollan de manera diferente dependiendo del hospedante. Esto puede explicar las diferencias que se

observaron entre el ensayo realizado sobre *C. arvensis* y el realizado sobre *I. purpurea*.

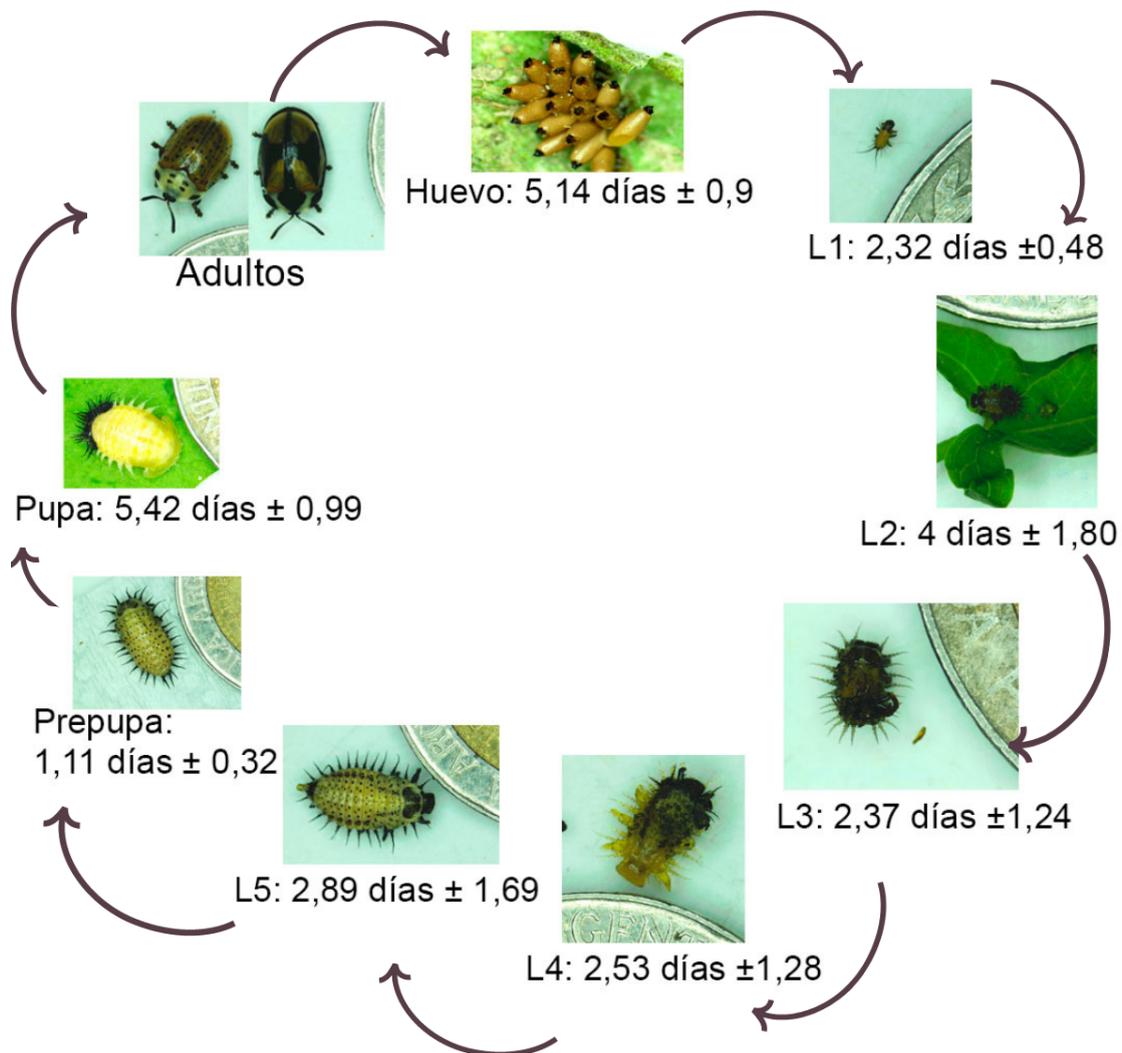


Figura 18: Ciclo de vida de *C. varians* con cada estadio larval.

Se lograron oviposiciones y todos los estadios juveniles hasta la emergencia de adultos en laboratorio. La F1 lograda también pudo completar su ciclo sobre la planta cortada. Lo que coincide con lo mencionado por Mphephu et al. (2017) con respecto a la alta prolificidad y densidades poblacionales logradas por los crisomélidos, especialmente, los casidinos como *Chelymorpha varians*.

Consideraciones sobre el cultivo de *C. arvensis* y la cría de *C. varians* durante el experimento

Con respecto al cultivo de plantas de *C. arvensis* a partir de semillas y de rizomas en el invernáculo que se realizó en 2021, la propagación no tuvo el éxito esperado. Las condiciones de riego y el uso de sustratos que no permitieron el adecuado drenaje de agua de las macetas fueron algunos de los obstáculos para lograr una buena cantidad de plantas frondosas y sanas para realizar los ensayos.

La cría de unos pocos individuos de *C. varians* sobre plantas creciendo en invernáculo con una biomasa relativamente pequeña fue posible generando una gran presión de defoliación causada por el fitófago y manifestando una lenta recuperación de las plantas (Figura 19 A). Las plantas cortadas que se utilizaron como alimento también mostraron importante defoliación (Figura 19 B y C) ocasionada tanto por larvas como por los adultos que se alimentan vorazmente. Estas observaciones hacen suponer que el grado de daño por parte de este insecto sobre la planta es potencialmente intenso, lo que coincide con lo descrito por Giganti (1978). Sería de sumo interés evaluar este parámetro con plantas en distintos estadios de crecimiento y/o desarrollo y a presiones crecientes de individuos de *C. varians*.

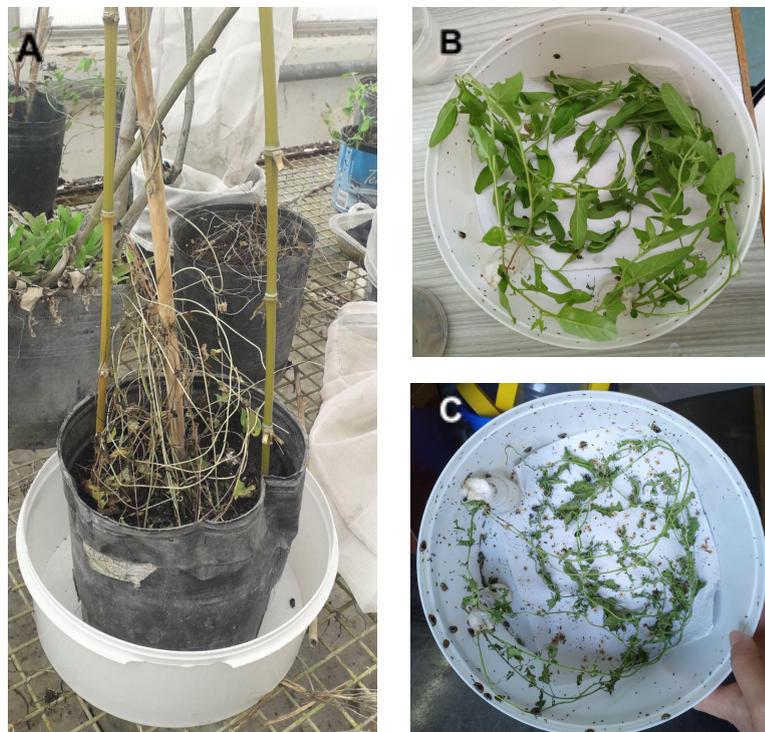


Figura 19: **A:** Daño en plantas en el invernáculo. **B:** alimentación de colonia de adultos (3/04/23). **C:** remanente de alimento luego de 2 días (5/04/23)

También se observó que luego de emerger, las larvas de *C. varians* demuestran un comportamiento gregario agrupándose en hojas de correhuela (Figura 20). A partir del segundo día, comienzan a separarse y se encuentran en grupos de 2 a 3 larvas por hoja que, al avanzar con su desarrollo, se separan aún más. Esto coincide con lo descrito por Costa (2007).



Figura 20: hábito gregario observado en larvas de *C. varians*.

Es interesante destacar que, tanto a campo como en la cría en laboratorio, se observaron dos *habitus* diferentes (uno claro y otro oscuro) que pueden producir descendencia fértil (Figura 21). La descendencia de los insectos posee ambas coloraciones, aunque no se estudió la proporción de *habitus* obtenida en cada cruce. Estos *habitus* son descritos por Borowiec y Świętojańska (2002) para nuestro país, pero el trabajo de Hamity y Neder de Román (2008) realizado en Jujuy solo describe la presencia del *habitus* claro.



Figura 21: Izq.: Adulto *C. varians* habitus oscuro. Der.: Adulto *C. varians* habitus claro.

El sexado de los insectos no fue posible ya que la anatomía externa del insecto no permite diferenciar hembras de machos fácilmente. Esto impidió la realización de ensayos de comportamiento sexual que ayuden a determinar, por ejemplo, cuántas veces copula cada uno de los sexos, si lo hacen con uno o más individuos, si las hembras vuelven a copular después de cada oviposición, cuántas veces ovipone una hembra en su vida, etc.

Conclusiones

Chelymorpha varians es un insecto fitófago que se encuentra en el sudoeste bonaerense y se observó que cumple todo su ciclo biológico sobre *C. arvensis* en condiciones naturales. La cría y reproducción de este insecto en laboratorio sobre *C. arvensis* cosechada fresca del campo es factible. Los ejemplares traídos del campo y las siguientes generaciones, oviponen sin inconvenientes en estas condiciones, por lo tanto son de fácil crianza. *C. varians* es un insecto muy prolífico que produce gran cantidad de descendencia con facilidad en condiciones artificiales. También es posible su cría sobre plantas en el invernáculo.

Los resultados obtenidos en los experimentos realizados acerca de la duración de los estadios y el ciclo de vida en general de *C. varians* y su relación con las condiciones ambientales, permitirá hacer una estimación de la cantidad de generaciones que se pueden desarrollar en una temporada a campo. Por otro lado, facilita la logística de la cría en laboratorio de este insecto para poder seguir profundizando en la interacción de este fitófago con la maleza blanco, correhuela.

Para futuros ensayos, se tendrían que realizar las mediciones en un único experimento sobre las mismas larvas, para poder comparar las distintas formas de determinar los cambios de estadios larvales (medición de cápsula cefálica versus conteo de exuvias) y su posible correlación. Además, es importante poder identificar el sexo de los insectos para realizar mediciones de diferentes comportamientos sexuales como la descendencia que produce cada uno de los *habitus* observados, la longevidad de cada uno de los sexos, etc.

La facilidad de crianza de *C. varians* en laboratorio es una característica deseable que permite vislumbrar la posibilidad de utilizarlo como parte del manejo integrado de un sistema productivo donde *C. arvensis* sea un problema. Resulta de interés continuar los estudios para determinar el potencial de este insecto como ACB en los sistemas de producción del sudoeste bonaerense. Profundizar los conocimientos sobre el ciclo de vida de *C. varians* y cuantificar el grado de daño que pueda causar a su huésped, *C. arvensis*, es la meta a futuro que permite pensar en el control biológico.

Bibliografía

- Aapresid 2014. Conceptos básicos de resistencia a herbicidas. <https://www.aapresid.org.ar/blog/conceptos-basicos-de-resistencia-a-herbicidas>. Recuperado el 1 de junio de 2023.
- Anderson, F.E. 2017. ¿Es factible aplicar el control biológico de malezas mediante hongos patógenos en Argentina? Libro de resúmenes del I Taller de manejo de malezas y plantas invasoras. Pág. 11.
- Bach, P. 1960. The importance of taxonomy to biological control as illustrated by the cryptic history of *Aphytis holoxanthus* n. sp.[Hymenoptera: Aphelinidae], a parasite of *Chrysomphalus aonidum*, and *Aphytis coheni* n. sp., a parasite of *Aonidiella aurantii*. Ann. Entomol. Soc. Am., 53, 701-705.
- Borowiec, L., y Świętojańska, J. 2002. Cassidinae of the world-an interactive manual (Coleoptera: Chrysomelidae). *Permanent electronic publication*: <http://www.cassidae.uni.wroc.pl/katalog%20internetowy/chelymorphavarians.htm> Recuperado en noviembre de 2022.
- Cabrera Walsh, G., Briano, J., Enrique de Briano, A., y Anderson, F. E. 2014. Malezas e invasoras de la Argentina (Invasive weeds in Argentina). Control Biológico de Malezas [Biological Control of Weeds].
- Charudattan, R. 2001. Biological control of weeds by means of plant pathogens: Significance for integrated weed management in modern agro-ecology. BioControl 46: 229–260.
- *Chelymorpha varians* (Blanchard, 1851) in GBIF Secretariat 2022. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> Recuperado el 11 de mayo 2023.
- Cisneros, F. H. 1992. *El manejo integrado de plagas*. Centro Internacional de la Papa.
- Costa, J. F., Cosio, W., y Gianoli, E. 2007. Group size in a gregarious tortoise beetle: patterns of oviposition vs. larval behaviour. In *Entomologia Experimentalis et Applicata* (pp. 165-169).
- *Convolvulus arvensis* L. in GBIF Secretariat 2022. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> Recuperado el 11 de mayo 2023.

- Davies, M. B. Diciembre 2021. Protocolo de cultivo de *Convolvulus arvensis* L. en condiciones controladas. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5849/Davies%2c%20Mar%c3%ada%20Bel%c3%a9n%20-%20Trabajo%20final%20Tec.%20Universitario%20Parques%20y%20Jardines.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Walter Robledo, C. (2015). Infostat: software para análisis estadístico.
- Eilenberg, J., Hajek, A., y Lomer, C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46, 387-400.
- FAO. Manejo integrado de plagas y plaguicidas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/principles-and-practices/es/>. Recuperado en mayo de 2023.
- Frantzen, J.; Rossi, F. y Müller-Schärer, H. 2002. Integration of biological control of common groundsel (*Senecio vulgaris*) and chemical control. *Weed Science* 50:787-793.
- Giganti, H.E. 1978. III Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Mesa de Zoología Agrícola. Tomo 1: 443-445.
- Hamity, V. C., y Neder de Román, L. E. 2008. Aspectos bioecológicos de *Chelymorpha varians* Blanchard (coleoptera: chrysomelidae, cassidinae) defoliador de convolvuláceas. *Idesia (Arica)*, 26(2), 69-73.
- Kaur, M., y Kalia, A. 2012. *Convolvulus arvensis*: A useful weed. In *Int J Pharm Pharm Sci* (pp. 38-40). 4(1).
- Labrada, R. 2006. Weed management: a basic component of modern crop production. *Handbook of sustainable weed management*, 21-49.
- Labrada, R., Parker, C., y Caseley, J. C. 1996. Manejo de Malezas Para Países en Desarrollo. FAO. <https://www.google.com/url?q=https://www.fao.org/3/T1147S/t1147s05.htm&sa=D&source=docs&ust=1685656417219497&usg=AOvVaw0lw6FauxMxt-860Qg3qVw9>
- MARZOCCA, A. 1957. Manual de malezas. 1ra. Edición. Imprenta y casa editora CONI, Buenos Aires. (pp 300-303)
- Montoya, J., López, S. N., Salvaggiotti, F., Mitidieri, M., Cid, R., Sasal, C., y Trumper, E. (sin fecha.). Mesa de análisis y propuestas para el abordaje integral del uso de productos fitosanitarios.

- Mphephu, T. E., Olckers, T., y Simelane, D. O. 2017. The tortoise beetle *Physonota maculiventris* (Chrysomelidae: Cassidinae) is suitable for release against the weedy Mexican sunflower *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) in South Africa. *Biocontrol Science and Technology*, 27(4), 510-524.
- Lepori, E. C. V., Mitre, G. B., & Nassetta, M. (2013). Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 25-43.
- Papa, J. C., Puricelli, E., & Felizia, J. C. 2002. Malezas tolerantes a herbicidas en soja. *Revista Idia*, 21(3), 64-67.
- Radosevich, S.R.; Holt, J.S. y Ghera, C.M. 2007. Ecology of weeds and invasive plants relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley y Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 475 pp.
- Redondo, H. 2021. Brotación de propágulos de reproducción vegetativa de *Convolvulus arvensis* en un gradiente térmico: implicancias en el manejo de cultivos en el Valle Inferior del Río Negro. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5789/Redondo%2c%20Hern%c3%a1n%20-%20Trabajo%20de%20Intensificaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rios, R. S., Cárdenas, M., González, K., Cisternas, M. F., Guerra, P. C., Loayza, A. P., y Gianoli, E. 2013. Effects of host plant and maternal feeding experience on population vital rates of a specialized leaf beetle. *Arthropod-Plant Interactions*, 7, 109-118.
- Sarandón, S. J. 2014. *Agroecología*. D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Sharma, G. P., Singh, J. S., y Raghubanshi, A. S. 2005. Plant invasions: emerging trends and future implications. *Current science*, 726-734.
- SIB. Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales. *Convolvulus arvensis* (correhuela - campanilla -). Parques Nacionales, Argentina. <https://sib.gob.ar/especies/convolvulus-arvensis>. Recuperado en noviembre de 2022.
- Taberner Palou, A., Cirujeda Ranzenberger, A., y Zaragoza Larios, C. 2007. *Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. 100 preguntas sobre resistencias*. FAO.

- Van Driesche, R., Hoddle, M., Center, T. D., Ruíz, C. E., Coronada, B. J., y Manuel, A. J. 2007. Control de plagas y malezas por enemigas naturales (No. 632.96 V33). US Department of Agriculture, US Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team.
- Wapshere, A. J. 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. *Annals of applied biology*, 77(2), 201-211.