

1 Selección de una especie de *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) para el control
2 biológico de la polilla de la patata *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) mediante
3 el estudio del comportamiento de parasitación del huésped

4 J.R. Gallego¹, L. Mellado-López¹ y T. Cabello¹ *

5 ¹Escuela Superior de Ingeniería, Departamento de Biología y Geología, Universidad de
6 Almería, Ctra. Sacramento s/n, CP 04120 Almería, España

7 *autor para correspondencia: tcabello@ual.es

8 **Resumen**

9 Las plagas que actualmente ocasionan mayores pérdidas económicas en el cultivo de patata de
10 España son las denominadas “polilla común de la patata” *Phthorimaea operculella* y “polilla

11 guatemalteca de la patata” *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). Por ello, se han llevado

12 a cabo un estudio, en condiciones de laboratorio, para evaluar el potencial biológico de dos

13 especies de parasitoides de huevos: *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae* (Hym.:

14 Trichogrammatidae) como agentes de control *P. operculella*. Se han realizado tres grupos de

15 ensayos: “no elección” de huésped, “elección” de huésped y estudio del comportamiento de

16 parasitación. En todos los ensayos se compararon los huevos de la plaga frente al huésped de

17 cría de los parasitoides: *Ephestia kuehniella*. En los resultados, ensayo de “no elección”, se ha

18 encontrado que *T. achaeae* parasitó significativamente más huevos huéspedes de ambas

19 especies que *T. cacoeciae*. Así, la mortalidad total de huevos en *P. operculella* fue del

20 92,78±13,47% para *T. achaeae* frente al 70,88±15,11% para *T. cacoeciae*. A su vez, en el

21 ensayo de “elección” se ha encontrado que las hembras adultas de ambas especies de

22 parasitoides presentaron una preferencia por los huevos de *P. operculella* ($\beta_2 = 0,58 \pm 0,10$ y β_2

23 = $0,61 \pm 0,17$ para *T. achaeae* y *T. cacoeciae*, respectivamente). Por último, en el ensayo de

24 comportamiento de parasitación, se ha encontrado que *T. cacoeciae* presentó significativamente

25 menores tiempo de búsqueda y menores tiempos de manipulación de los huevos huéspedes

Comentado [TCG1]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG2]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG3]: Revisor 1: propone la utilización de “hospedero” u “hospedador”, los autores prefieren conservar “huésped” por las razones alegadas en la Cover Letter

Comentado [TCG4]: Revisor 2: propone un cambio del título para mejor comprensión del contenido. Los autores consideramos que el título, con los cambios menores del Revisor 1 recoge bien el contenido del artículo

Comentado [TCG5]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG6]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG7]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG8]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG9]: Revisor 2: aclarado. Igual se ha reflejado en el Abstract

Comentado [TCG10]: Revisor 2: Hecho. Igual se ha reflejado en el Abstract

Comentado [TCG11]: Revisor 2: Aclarado

26 que *T. achaeae*. Ambas especies de *Trichogramma* parecen ser buenos candidatos como
27 agentes de control biológico de *P. operculella*, lo que debe ser confirmado posteriormente
28 mediante estudios en campo y en almacén.

29 **Palabras clave:** Parasitoides oófagos, selección de huésped, aceptación de huésped, Tiempo
30 de búsqueda, tiempo de manipulación.

31 **Selection of a *Trichogramma* species (Hym., Trichogrammatidae) for the biological**
32 **control of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) by host-parasitism**
33 **behavioral study**

Comentado [TCG12]: Revisor 1: hecho

34 Abstract

35 Currently, the "potato tubeworm" *Phthorimaea operculella* and the "Guatemalan potato moth"
36 *Tecia solanivora* (Lep.: Gelechiidae) are the two pests of the greatest economic importance in

Comentado [TCG13]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG14]: Revisor 1: hecho

37 Spanish potato crops. For this reason, the potential as biological control agent of two egg

Comentado [TCG15]: Revisor 1: hecho

38 parasitoid species (*Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*) (Hym.: Trichogrammatidae) of
39 the pest species *P. operculella* has been studied, under laboratory conditions. Three groups of

40 trials have been carried out: "non-choice" test, "choice" test, and study of parasitic behavior. In
41 all the trials the eggs of the pest specie were compared with the rearing host of the parasitoids:

42 *Ephestia kuehniella*. In the results, "no choice" test, *T. achaeae* parasitized significantly more
43 host eggs of both host species than *T. cacoeciae*. Thus, total egg mortality in *P. operculella* was

Comentado [TCG16]: Revisor 1: eliminado

Comentado [TCG17]: Revisor 2: incluido al modificarse el Resumen como se indicó anteriormente

44 $92.78 \pm 13.47\%$ by *T. achaeae* versus $70.88 \pm 15.11\%$ by *T. cacoeciae*. In turn, in the "choice"

45 test, it was found that adult females of both parasitoid species preferred *P. operculella* eggs (β_2
46 $= 0,58 \pm 0,10$ y $\beta_2 = 0,61 \pm 0,17$ para *T. achaeae* y *T. cacoeciae*, respectively). Finally, in the

Comentado [TCG18]: Revisor 2: incluido al modificarse el Resumen como se indicó anteriormente

47 parasitic behavior test, it was found that *T. cacoeciae* showed significantly shorter host
48 searching times and shorter host handling times than *T. achaeae*. Both *Trichogramma* species

49 seem to be good candidates as biological control agents of *P. operculella*, which must be
50 subsequently confirmed by field and warehouse trials.

51 **Key words:** egg parasitoids, host selection, host acceptance, foraging behavior, searching time,
52 handling time.

53 **Introducción**

54 La patata (*Solanum tuberosum* L.) está considerado como uno de los cuatro cultivos más
55 importantes para la alimentación humana, es el cuarto, con una producción mundial de 195
56 millones de toneladas y una superficie de 19 millones de hectáreas (FAOSTAT, 2018). A su
57 vez, en el año 1990 había en España una superficie cultivada de 271.300 ha que ha disminuido
58 hasta las 72.000 ha en 2016 (MAPAMA, 2018). La producción también ha sufrido un descenso,
59 pasando de los 5,3 millones de toneladas en 2007 a los 2,2 millones de 2016 (MAPAMA, 2018).
60 En los últimos 12 años, el valor de mercado de la producción total este cultivo, en nuestro país,
61 ha fluctuado entre 400 y 750 millones de euros observándose valores a la baja cuando aumenta
62 la producción (MAPAMA, 2018). En dicha producción, destacan las Comunidades de Galicia,
63 Andalucía y Castilla y León que representan el 71,2% de la superficie nacional.

Comentado [TCG19]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG20]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG21]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG22]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG23]: Editora: Texto eliminado

64 Las plagas que actualmente ocasionan mayores pérdidas económicas en el cultivo de
65 patata de en España son las denominadas “polilla común de la patata” *Phthorimaea operculella*
66 (Zeller) (Lep.: Gelechiidae) y “polilla guatemalteca de la patata” *Tecia solanivora* (Povolný)
67 (Lep.: Gelechiidae). Con relación a esta última especie plaga,

Comentado [TCG24]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG25]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG26]: Revisor 1: hecho

68 De ellas, *T. solanivora* fue detectada en Canarias en 1999, llegando a producir, en
69 algunas campañas, pérdidas cercanas al 50% de la producción total en algunas campañas, en
70 dicha área geográfica (Trujillo-García y Perera-González, 2017). Más recientemente en la
71 Península, la esta plaga se detectó por primera vez en septiembre de 2015 en varios términos
72 municipales de las provincias de A Coruña y Lugo (Galicia); así como en el Principado de
73 Asturias (MAPAMA 2017).

Comentado [TCG27]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG28]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG29]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG30]: Revisor 1: hecho

74 A su vez, la polilla común de la patata (*P. operculella*) es una de las plagas más
75 importantes de los cultivos de patata a nivel mundial, donde puede llegar a producir hasta un

Comentado [TCG31]: Revisor 1: hecho

76 80% de ~~daño~~ pérdidas en campo, así como ~~pérdidas~~ daños importantes durante el
77 almacenamiento (~~Mamani et al., 1997~~; Rondon, 2010). ~~Actualmente esta especie es considerada~~
78 Es una especie cosmopolita que ~~está~~ ~~ampliamente~~ extendida en los cinco continentes
79 (EPP0, 2015); así como en todas las zonas de cultivo de patata del territorio español. ~~Además,~~
80 ~~también puede desarrollarse sobre otras plantas como berenjena (*Solanum melongena* L.),~~
81 ~~pimiento (*Capsicum annuum* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum*~~
82 ~~L.) (CIP, 2000; EPP0, 2015).~~

Comentado [TCG32]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG33]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG34]: Editora: referencia eliminada

Comentado [TCG35]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG36]: Editora: texto eliminado

83 En España, *P. operculella* se citó, por primera vez en el año 1925 en Valencia, aunque
84 posiblemente llevase más tiempo en la Península Ibérica (García-Mercet, 1925). Sus larvas, ~~al~~
85 ~~alimentarse~~, forman galerías en el interior de los tubérculos, inutilizándolos para el consumo.
86 Además, ~~la polilla común~~, perforan los tallos y hojas de la planta, debilitándola y reduciendo
87 los rendimientos, aunque los daños más importantes se producen después de la cosecha, cuando
88 se almacenan los tubérculos (Kroschel y Schaub, 2013).

Comentado [TCG37]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG38]: Revisor 1: hecho

89 Hasta la fecha, el control químico con insecticidas ha dado buenos resultados para
90 controlar la polilla común de la patata en campo y almacenamiento (Trujillo-García y Perera-
91 González, 2014). Sin embargo, la aparición de resistencia a insecticidas, conjuntamente con la
92 cada vez más restrictiva lista de sustancias activas permitidas y la importancia de los residuos
93 químicos en las hortalizas, hace que ~~cada vez se tengan más~~ en cuenta, ~~cada vez más~~, otros tipos
94 de alternativas, como el uso de agentes de control biológico (Perera-González et al., 2009).

Comentado [TCG39]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG40]: Revisor 1: hecho

95 ~~Esto, desde un punto de vista general, se encuentra recogido también en la normativa~~
96 ~~vigente en materia de fitosanitarios, como el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por~~
97 ~~el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos~~
98 ~~fitosanitarios (BOE, 2012), que traspone a la legislación española la Directiva 2009/128/CE del~~
99 ~~Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco~~
100 ~~de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas (DOUE, 2009).~~

101 El citado Real Decreto indica que se debe efectuar un uso responsable de los
102 fitosanitarios para reducir los riesgos a la salud humana y el medio ambiente, lo cual obliga a
103 realizar una Gestión Integrada de Plagas (GIP). Esto lleva a la necesidad de avanzar en el
104 desarrollo de diferentes métodos de control cultural, biológico y tecnológico, prioritarios frente
105 al uso de productos químicos de síntesis, especialmente en campo. Particularmente, dentro de
106 la dicha nueva normativa, está disponible la Guía de Gestión Integrada de Plagas de la Patata
107 (Martín Gil y Alonso Arce, 2015).

Comentado [TCG41]: Editora: texto eliminado
Revisor 2: propone su reducción: hecho al haberse eliminado por extensión del MS

108 Las liberaciones de himenópteros parasitoides oófagos del género *Trichogramma*
109 Westwood (Hym., Trichogrammatidae), constituyen un importante componente en los
110 programas de manejo integrado de plagas para el control biológico de lepidópteros (Mills,
111 2010). Así, las especies de *Trichogramma* son los parasitoides más empleados como agentes
112 de control biológico de especies plaga en cultivos y masas forestales a nivel mundial debido,
113 por una parte, a su efectividad; por la otra, por la facilidad para su producción en biofábricas, a
114 bajos costes, y a su amplio rango de especies huésped (Knutson, 1998; Moreno y Grijalba, 2002
115 Cabello, 1985). Varias especies de este género son liberadas, a nivel mundial y anualmente, en
116 más de 33 millones de hectáreas en diferentes cultivos; ello para el control biológico de diversas
117 especies plaga de lepidópteros (Hajek y Eilenberg, 2018) (Li, 1994; Smith, 1996).

Comentado [TCG42]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG43]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG44]: Editora: referencia eliminada

Comentado [TCG45]: Referencia nueva

Comentado [TCG46]: Revisor 2: actualizada la superficie y la referencia

118 Por otra parte, existen pocos antecedentes disponibles sobre la ecología de aspectos
119 relacionado con especies de *Trichogramma* como parasitoides de *P. operculella*. Se ha citado
120 el potencial biótico de algunas especies de este género para controlar la plaga, como p. ej. *T.*
121 *pretiosum* (Riley), *T. cacoeciae* (Marchal), *T. evanescens*, (Westwood) y *T. brasiliensis*
122 (Ashmead) (Harwalkar *et al.* 1987; Pratisoli y Parra, 2000; Saour *et al.*, 2004). Además, este
123 género especies no identificadas de este género ha aparecido en prospecciones de enemigos
124 naturales de la polilla de la patata en Colombia (Kroschel y Schaub, 2013).

Comentado [TCG47]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG48]: Revisor 2: solicita especificar las especies. Sin embargo, en la bibliografía no está identificadas las especies

125 No es la primera vez que se utiliza especies de *Trichogramma* el control biológico de la
126 “polilla común de la patata” en España. Así, Urquijo (1944) introdujo desde Estados Unidos de
127 América y llevó a cabo la cría en masa de ~~dos especies de *Trichogramma*: *T. minutum* y *T.*~~
128 ~~*pretiosum*~~ en la antigua Estación Fitopatológica de A Coruña. De ellas, realizó sueltas de ~~la~~
129 ~~especie *T. minutum*~~ en más de 44 parcelas con cultivo comercial, ~~para el control de la polilla~~
130 ~~común de la patata~~, en las zonas costeras de Galicia, desde Muros, ~~en la provincia de (A~~
131 ~~Coruña), hasta la desembocadura del Miño, en la de (Pontevedra). Los resultados, en los casos~~
132 ~~que se dispuso de datos~~, fueron muy buenos con un resultado favorable de control en el 54,6%
133 de los casos, ~~en el control de la plaga en el 54,6% de los casos;~~ no favorable en el 29,5% y
134 dudoso en el resto (15,9%). ~~Destacando, este autor,~~ Asimismo, este autor destacó la importancia
135 de la coincidencia de dichas liberaciones con los máximos de oviposición de los adultos de la
136 polilla común de la patata.

Comentado [TCG49]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG50]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG51]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG52]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG53]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG54]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG55]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG56]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG57]: Revisor 2: Hecho. Texto movido de Discusión a la Introducción

137
138 Como ha quedado patente, la importancia del cultivo, el daño de la plaga y la necesidad
139 de búsqueda de nuevos métodos de control de la polilla de la patata; es por lo que se pretendió
140 seleccionar y evaluar, en laboratorio, el potencial de control de la especie de *Trichogramma*
141 para el control biológico de la plaga en España. Las especies de *Trichogramma* ensayadas ha
142 sido *Trichogramma achaeae* Nagaraja & Nagakarti usada comercialmente para el control de
143 otra especie de lepidóptero, pero de la misma familia Gelechiidae, en cultivos de tomate, *Tuta*
144 *absoluta* (Meyrick) (Cabello et al., 2012; Vila y Cabello, 2014) y *T. cacoeciae* citada para el
145 control de *Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lep.: Tortricidae) también en nuestro país
146 (Moreno et al., 2009).

Comentado [TCG58]: Texto suprimido

147 En el nuestro trabajo, dos especies autóctonas de *Trichogramma* fueron evaluadas en
148 condiciones de laboratorio mediante el estudio del parasitismo, emergencia, desarrollo, elección
149 de huésped en condiciones de “no-elección” y “elección” de huésped; así como por el estudio

150 del comportamiento de parasitación. Todo ello con el objetivo de seleccionar la especie de
151 parasitoide de huevos con mejor potencial biótico para el control de la “polilla común de la
152 patata”. En este sentido, hay que señalar que el parasitismo y la idoneidad de los huevos de
153 especies plaga, usualmente determinado mediante el porcentaje de huevos parasitados y el
154 número de adultos emergidos, entre otros parámetros, son fundamentales para la selección de
155 un buen agente de control biológico (Hou *et al.*, 2018).

Comentado [TCG59]: Revisor 2: hecho. Texto movido desde Discusión a Introducción

Comentado [TCG60]: Revisor 2: hecho. Texto movido desde Discusión a Introducción

157 Material y métodos

158 *Material biológico y condiciones experimentales*

159 Los ejemplares de los parasitoides *T. achaeae* y *T. cacoeciae*, utilizados en los ensayos,
160 se obtuvieron de poblaciones naturales recolectadas en de huevos parasitados de lepidópteros
161 (Lep., Noctuidae) y heterópteros hemípteros (Hem., Scutelleridae) en las localizaciones de
162 Fuencaliente (Isla de la Palma, España) (28° 28' 43" N, 17° 51' 42" W) y Sierra de Cazorla,
163 (Jaén, España) (37°47'43.2" N, 2°54'26.9" W), respectivamente. Posteriormente dichas especies
164 han sido fueron mantenidas artificialmente en cría en el laboratorio de Entomología Agrícola
165 de la Universidad de Almería durante 9 y 6 años, respectivamente, antes del inicio de los
166 ensayos.

Comentado [TCG61]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG62]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG63]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG64]: Revisor 1: hecho

167 ~~*Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae* fueron mantenidas en cría durante 9 y 6 años~~
168 ~~antes del inicio de los ensayos.~~ Como huésped de Para la cría se utilizaron huevos de la “polilla
169 mediterránea de la harina”, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) siguiendo la
170 metodología descrita por Cabello (1985). Para ello, en dos cartulinas de 2 x 7 cm, se adhirieron
171 aproximadamente 2000 huevos con agua y se introdujeron en tubos de plástico de 130 ml donde
172 se encontraban los parasitoides adultos en proporción de 1:4 (adultos del parasitoide:huevos
173 huéspedes), como alimento se aportó una línea fina de miel aplicada con una aguja.

Comentado [TCG65]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG66]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG67]: Revisor 2: se explica la proporción

174 La población de *P. operculella*, fue criada en el mismo laboratorio y se inició con
175 ejemplares suministrados por el Laboratorio de Sanidad Vegetal de Almería (Junta de
176 Andalucía, España). La cría de *P. operculella* se realizó siguiendo la metodología descrita por
177 Fenimore (1977) utilizando patatas pequeñas, tipo guarnición, como alimento ~~larvario para las~~
178 ~~larvas.~~ Para ~~completar que se iniciase~~ el desarrollo larvario sobre las patatas, discos de papel de
179 filtro con huevos de la polilla provenientes de las cámaras de apareamiento y oviposición de
180 los adultos (aproximadamente 20 parejas de adultos confinadas en vasos de plástico de 1000
181 ml de volumen cerrados con goma elástica y gasa quirúrgica) se dejaban en contacto con los
182 tubérculos previamente agujereados superficialmente para facilitar la penetración de las larvas
183 neonatas. Además, disponían de una capa de vermiculita para favorecer su posterior
184 transformación en pupa. Una vez completado el desarrollo larvario, el sustrato era tamizado
185 para retirar las pupas y colocarlas nuevamente en cámaras de oviposición hasta la emergencia
186 de los adultos.

Comentado [TCG68]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG69]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG70]: Revisor 2: hecho

187 En todos los casos anteriores, las poblaciones de insectos fueron criadas en condiciones
188 climáticas controladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60-80% de humedad relativa (H.R.) y fotoperiodo de 16:8 h
189 ~~de luz:oscuridad~~ (L:O). A su vez, los huevos de *E. kuehniella* (irradiados con luz UV)
190 empleados en los diferentes ensayos fueron suministrados semanalmente por la empresa Biotop
191 (Valbonne, Francia).

Comentado [TCG71]: Revisor 2: eliminado

Comentado [TCG72]: Revisor 2: se hace aclaración

192 **Ensayo de “no elección” de huésped**

193 Se realizó un primer ensayo del tipo “no elección” en el que se evaluaron la aceptación
194 y parasitación por parte de las dos especies de *Trichogramma* en las ~~dos especies de huevos~~
195 ~~huéspedes~~ (*P. operculella* y *E. kuehniella*) (huésped habitual de cría). ~~Para ello, siguiendo la~~
196 ~~metodología descrita por Cabello et al. (2014), se emplearon el huésped habitual de cría, huevos~~
197 ~~de *E. kuehniella* y huevos de la polilla de la patata, *P. operculella*. A cada una de las hembras~~
198 ~~aisladas de cada especie de parasitoide se le ofrecieron 15 huevos de cada huésped, por separado~~

Comentado [TCG73]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG74]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG75]: Editora: referencia suprimida

199 y adheridos a una distancia equidistante, con un pincel fino y agua, en una cartulina blanca (0,9
200 x 5 cm) colocada dentro de un tubo de ensayo (7 cm x 1 cm de diámetro); posteriormente, fue
201 tapado con algodón. Las hembras fueron dejadas parasitar parasitaron durante 24 horas. Todo
202 ello, siguiendo la metodología descrita por Cabello *et al.* (2014). Además, como alimento se
203 aportó una gota de miel colocada en el tubo de ensayo. Se utilizaron hembras de *T. achaeae*
204 (previamente apareadas) o *T. cacoeciae* que fueron colocadas individualmente en tubos de
205 ensayo (7 cm x 1 cm de diámetro). A continuación, en cada tubo de ensayo se introdujo una
206 cartulina blanca (0,9 x 5,0 cm) que llevaba adheridos 15 huevos de *E. kuehniella* o de *P.*
207 *operculella*; también, en dicho momento, se aportó (sobre las paredes del tubo de ensayo) unas
208 gotas de miel (como alimento de las hembras). Los tubos de ensayo fueron posteriormente
209 tapados con algodón y las hembras fueron dejadas parasitar durante 24 horas, en las condiciones
210 ambientales anteriormente indicadas.

Comentado [TCG76]: Revisor 2: párrafo reescrito

211
212 El diseño experimental fue univariante factorial, totalmente aleatorio, con dos factores
213 implicados: especie de parasitoide (a dos niveles: *T. achaeae* y *T. cacoeciae*) y especie de huevo
214 huésped (a dos niveles: *P. operculella* y *E. kuehniella*); el número de repeticiones fue variable
215 de 10 a 19 repeticiones por tratamiento. Al final del ensayo, los datos recogidos, al final del
216 ensayo fueron: (1) el porcentaje de parasitismo aparente (huevos huéspedes parasitados que
217 viraron a color negro; respecto a los huevos no parasitados que quedaban de color blanco-
218 anacarado), (2) porcentaje de mortalidad total (por parasitismo y por depredación; en este caso,
219 por alimentación en el huevo huésped, “host-feeding”, por parte de la hembra, sin llegar a ser
220 parasitados) y (3) emergencia del parasitoide correspondiente adultos de *Trichogramma* en la
221 descendencia (*F*). Los valores del número de huevos huéspedes parasitados fueron analizados
222 estadísticamente mediante modelo lineal generalizado (MLGZ) con la distribución de Poisson
223 y la función de enlace logaritmo; a su vez, los valores medios fueron comparados por pares

Comentado [TCG77]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG78]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG79]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG80]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG81]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG82]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG83]: Revisor 2: hecho

224 mediante el test de Wald. Para ello se usó el software estadístico IBM SPSS versión 23 (IBM,
225 2014). El resto de los datos recogidos se dan con sus valores medios (\pm EE).

226 *Ensayo de “elección” de huésped*

227 El segundo ensayo fue del tipo “elección”. Para ello, se siguió la misma metodología
228 anteriormente señalada, pero con la excepción de que a cada hembra aislada de ~~las dos especies~~
229 ~~de~~ *Trichogramma* se le ofrecieron simultáneamente, huevos de las dos especies de huevo
230 huésped, *E. kuehniella* y *P. operculella*, a las densidades de 8 huevos huéspedes de cada una
231 de ambas especies. El diseño experimental fue univariante factorial, totalmente aleatorio, con
232 dos factores implicados: especie de parasitoide (a dos niveles: *T. achaeae* y *T. cacoeciae*) y
233 especie de huevo huésped (a dos niveles: *P. operculella* y *E. kuehniella*). Al final del ensayo se
234 registró ~~los datos registrados, al final de ensayo, fue~~ el número de huevos huéspedes
235 parasitados. Estos datos ~~los cuales también~~ se analizaron estadísticamente mediante el modelo
236 lineal generalizado (MLGZ). Las medias se compararon, usando el mismo test y software
237 estadístico antes indicado. ~~En este ensayo, el número de repeticiones por tratamiento, en este~~
238 ~~ensayo,~~ fue de 20.

239 ~~Además, en este ensayo,~~ Se evaluó también la preferencia de las hembras de cada
240 especie de *Trichogramma* por los huevos de las dos especies de ~~huevos~~ huéspedes. Para ello se
241 utilizó el índice de preferencia de Manly (β_2) (Manly *et al.*, 1972; ~~Chesson 1978; Cock, 1978~~).
242 ~~Como estableció Cock (1978), este índice es el único método que tiene en cuenta la reducción~~
243 ~~de la densidad de huéspedes que se presenta durante la realización del ensayo, lo que ha sido~~
244 ~~corroborado en la revisión realizada por Sherrat y Harvey (1993).~~ La expresión de dicho índice,
245 según Chesson (1983), fue la siguiente:

$$246 \beta_2 = \frac{\text{Ln} \frac{(n_i - r_i)}{n_i}}{\sum_{i=1}^{i=2} \text{Ln} \frac{(n_i - r_i)}{n_i}}$$

247

Comentado [TCG84]: Editora: referencia eliminada. Al tratarse de un software no sería necesario citar el manual del mismo

Comentado [TCG85]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG86]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG87]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG88]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG89]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG90]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG91]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG92]: Editora: texto y referencias suprimidas

248 donde β_2 es el índice de preferencia de Manly (sin reposición), r_i es el número de huevos
249 huéspedes parasitados y n_i es el número de huevos huéspedes ofertados; $i = 1$ y 2 , representa
250 las dos diferentes especies de huevos huésped utilizados. Hay que señalar que cuando el valor
251 del índice de preferencia de Manly es $\beta_2 > 0,5$ indica preferencia, indiferencia cuando $\beta_2 = 0,5$
252 y rechazo si $\beta_2 < 0,5$. Los valores del índice de Manly, obtenidos para cada especie de
253 *Trichogramma*, especie de huevo huésped y repetición fueron analizados estadísticamente
254 mediante test de Wilcoxon usando el mismo software estadístico antes indicado.

Comentado [TCG93]: Revisor 2: texto cambiado de Resultados a M&M

Comentado [TCG94]: Revisor 2: hecho

255 ***Estudio del comportamiento de parasitación del huésped***

256 A una hembra aislada de cada especie de parasitoide se le ofreció una cantidad de 5
257 huevos de *E. kuehniella* o de *P. operculella*, en tandas por separado, pegados con agua en papel
258 vegetal (círculo de diámetro = 3 cm) y una distribución tipo “cinco de oros” (“patch” o parche).
259 Para ello, cada hembra y patch de huevos huéspedes fueron colocados dentro de una placa Petri
260 de vidrio (diámetro = 3 cm), permitiendo la parasitación durante 1 hora.

Comentado [TCG95]: Revisor 2: párrafo movido. Hecho

261 ~~En el tercer ensayo se estudió el comportamiento de parasitación.~~ El diseño
262 experimental fue univariante factorial, no totalmente aleatorio, con tres factores implicados:
263 especie de parasitoide (a dos niveles: *T. achaeae* y *T. cacoeciae*), especie de huevo huésped (a
264 dos niveles: *P. operculella* y *E. kuehniella*) y orden de parasitación de los huevos huéspedes (a
265 5 niveles).

Comentado [TCG96]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG97]: Revisor 1: hecho

266 En este ensayo los valores medidos fueron el tiempo empleado en la búsqueda del huevo
267 huésped, dentro del “patch” o parche (T_s) y el tiempo de manipulación del huésped (T_h). ~~El~~
268 ~~primero, (T_s) representa el tiempo empleado en la búsqueda del huevo huésped, dentro del~~
269 ~~“patch” o parche; a su vez, el T_h que~~ corresponde a la suma de los tiempos empleados en la
270 secuencia de oviposición estándar de las hembras adultas de *Trichogramma*: (1) ~~contacto con~~
271 ~~el huevo huésped (primer contacto con el huésped mediante las antenas con el huésped); (2)~~
272 ~~examen de la superficie del huevo huésped (examen del mismo mediante las antenas de la~~

Comentado [TCG98]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG99]: Revisor 2: hecho

273 ~~superficie del huevo del huésped~~ antes de su perforación ~~mediante~~ con el ovipositor); (3)
274 perforación (punción con éxito del corion del huésped); (4) inserción completa del ovipositor y
275 movimiento abdominal (pero antes del bombeo abdominal del huevo propio), y (5) oviposición
276 (deposición del huevo propio en el huevo huésped) (Nurindah *et al.*, 1999a)

Comentado [TCG100]: Revisor 2: hecho

277 ~~Para ello, a una hembra aislada de cada especie de parasitoide se le ofrecieron una~~
278 ~~cantidad de cinco huevos de *E. kuehniella* o de *P. operculella*, en tandas por separado, pegados~~
279 ~~con agua en papel vegetal (círculo de diámetro = 3 cm) y una distribución del cinco de oros~~
280 ~~("patch" o parche). Para ello, cada hembra y patch de huevos huéspedes fueron colocados~~
281 ~~dentro de una placa Petri de vidrio (diámetro = 3 cm), usada como "arena". Cada hembra adulta~~
282 ~~de *Trichogramma* fue dejada parasitar a los huevos huéspedes durante 1 hora.~~

Comentado [TCG101]: Revisor 2: párrafo movido

283 Hay que señalar que la observación directa del comportamiento por parte de un
284 observador humano puede causar interferencias en el comportamiento del animal observado y
285 comprometer así la validez de los datos, tal y como ha sido señalado por Wade *et al.* (2005).

Comentado [TCG102]: Revisor 1: hecho

286 Por este motivo y para facilitar el procesado de recogida de la información, en dichas
287 condiciones y sin interferencia humana, se tomó una foto cada 10 segundos durante la
288 realización de los ensayos mediante una cámara digital Eos 550D® (Canon), lente: EFS 18-55
289 con función macro y dotada de un tubo de extensión de 12 mm para permitir una menor
290 distancia de enfoque. La cámara se conectó mediante cable a un ordenador mediante el software
291 "communication software for the camera EOS utility", Versión 2.14 (Canon, 2014). Se utilizó

Comentado [TCG103]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG104]: Editora: referencia suprimida por la misma razón antes indicada sobre el software

292 iluminación diascópica (luz transmitida) para obtener las fotografías. Debido al tipo de lente
293 utilizada y la resolución en píxeles necesarios, solo se pudieron capturar las imágenes de 6
294 ~~arenas~~ placas Petri al mismo tiempo. Por este motivo el proceso se debió repetir durante varios
295 días; en cada sesión de fotos se dispusieron al azar los distintos tratamientos y repeticiones
296 utilizadas. Ya que el ensayo no pudo realizarse al mismo tiempo, las repeticiones son en
297 realidad pseudo-repeticiones y como tales fueron tratadas en los análisis estadísticos llevados a

Comentado [TCG105]: Revisor 2: propuso el cambio por "recintos"; sin embargo, consideramos que queda más claro con placas Petri que ya se indicaron al inicio de esta sección.

298 cabo tal y como se explica más adelante. Las fotografías, después de tomadas, fueron montadas
299 secuencialmente mediante el software Virtual Dub versión 1.49 (Avery, 2013) lo que permitió
300 la visualización del comportamiento y anotar los tiempos empleados por cada uno de los
301 parasitoides en función de la especie huésped en cada repetición.

Comentado [TCG106]: Editora: referencia suprimida por la misma razón antes indicada sobre el software

302 Como se ha comentado en el párrafo anterior, debido a tener que llevar a cabo el ensayo
303 en diferentes días, las repeticiones de los tratamientos no representan verdaderas repeticiones
304 en un diseño totalmente aleatorio. Esto es frecuente en estudios de comportamiento de insectos.

305 ~~por ejemplo, cuando se usan, por ejemplo, olfactómetros (de los cuales se dispone de uno o~~
306 ~~pocos equipos), como ha sido señalado por Ramírez *et al.*, (2000) y por Wajnberg y Haccou~~
307 ~~(2008).~~ Ante dicha situación no son de aplicación los clásicos análisis estadísticos mediante el

Comentado [TCG107]: Editora: texto y referencia suprimida

308 análisis de la varianza (ANOVA), ni los más recientes de modelo lineal general (MLG). En
309 cambio, sí le son de aplicación los modelos lineales generalizados (MLGZ) (Turlings y
310 Wackers, 2004; D'Alessandro y Turlings, 2006; Ricard, 2008). Por este motivo, se aplicaron

Comentado [TCG108]: Editora: referencias eliminadas

311 MLGZ en los análisis estadísticos de los tiempos registrados (T_s y T_h), utilizando la función de
312 distribución gamma y función de enlace logaritmo, con el mismo software estadístico
313 anteriormente indicado. El número de ~~repeticiones, o mejor~~ pseudo-repeticiones, fue variable
314 de 11 a 24 por tratamiento.

Comentado [TCG109]: Revisor 2: hecho

315 Resultados

316 Ensayo de “no elección” de huésped

317 En la de la Tabla 1 (parte superior) se recogen los valores medios del número de huevos
318 parasitados, en el ensayo de “no elección”. ~~de huésped por las hembras adultas de *T. achaeae*~~
319 ~~frente a *T. cacoeciae*, según la de especie de huésped. A su vez, en la Figura 1 se representa~~
320 ~~dichos valores expresados en porcentaje.~~

Comentado [TCG110]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG111]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG112]: Eliminado. Se trata de un error nuestro. La figura 1 se refiere a los datos del ensayo de “no elección”.

321 En el análisis estadístico se presentó una alta significación estadística del modelo
322 (Prueba Ómnibus: χ^2 de razón de verosimilitud = 10,681; g.l. = 3, $P = 0,014$). En las pruebas

323 de efectos del modelo se encontró significación estadística de la especie de parasitoide (χ^2 de
324 razón de verosimilitud = 4,661, g.l. = 1; $P = 0,031$) y de la especie de huevos huésped (χ^2 de
325 razón de verosimilitud = 3,953, g.l. = 1; $P = 0,047$); pero no de su interacción (χ^2 de razón de
326 verosimilitud = 1,468, g.l. = 1; $P = 0,226$).

327 En la Figura 2 se muestra la mortalidad total causada por cada especie de parasitoide,
328 que ~~Esta mortalidad~~ total engloba a los huevos huéspedes muertos a consecuencia del
329 parasitismo ~~por oviposición de la hembra adulta del parasitoide~~ y de la depredación o “host-
330 feeding”, en ambos casos por la hembra adulta ~~(en este caso, este “host feeding” sirve para~~
331 ~~alimentación de las hembras adultas del parasitoide, sin que se origine oviposición por las~~
332 ~~mismas)~~. Dicha mortalidad total fue mayor para *T. achaeae*, independientemente del tipo de
333 huésped, ~~para *T. achaeae*~~. Para los huevos huéspedes de la polilla común de la patata dicho
334 valor fue del $92,78 \pm 13,47\%$ para *T. achaeae* frente al $70,88 \pm 15,11\%$ para *T. cacoeciae*.

335 En la Figura 3 se muestran la emergencia de adultos, ~~en el ensayo de “no elección”~~,
336 según especie de huésped y especie de *Trichogramma* empleada. El porcentaje de adultos
337 emergidos (generación F_1) fue mayor para la especie *T. achaeae* que para *T. cacoeciae*.

338 Se puede observar que la hembra adulta, de ambas especies de parasitoides, aceptaron
339 como huésped y consiguieron un desarrollo completo en los huevos de la plaga *P. operculella*
340 (Tabla 1, Figura 3).

341 ***Ensayo de “no elección” de huésped***

342 Los datos obtenidos para el número de huevos huéspedes parasitados en el ensayo de
343 “elección” (preferencia) se recogen en la Tabla 1 (parte inferior). En el análisis estadístico se
344 presentó una alta significación estadística del modelo (Prueba Ómnibus: χ^2 de razón de
345 verosimilitud = 12,247; g.l. = 3, $P = 0,007$). En las pruebas de efectos del modelo se encontró
346 también alta significación estadística de la especie de parasitoide (χ^2 de razón de verosimilitud
347 = 8,906, g.l. = 1; $P = 0,003$); pero no de la especie de huevos huésped (χ^2 de razón de

Comentado [TCG113]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG114]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG115]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG116]: Revisor 2: solicita especificar si hubo o no diferencias significativas. No se puede indicar debido a que no se llevó a cabo el correspondiente análisis estadístico. Por ello, dichos valores se expresan como medias \pm EE.

Comentado [TCG117]: Revisor 1: hecho
Revisor 2: hecho

Comentado [TCG118]: Revisor 2: indica que esta frase es más propia de la discusión. Los autores discrepan y lo consideran como resultados

Comentado [TCG119]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG120]: Revisor 2: propone quitar los valores de los resultados de los análisis estadísticos del texto e incluirlos en tablas y figuras. Los autores, con se indica en la Cover Letter, proponen mantenerlos en el texto

Comentado [TCG121]: Revisor 2: indica que se elimine “razón de verosimilitud”. Los autores proponen mantenerlos para evitar confusiones con la prueba con el estadístico Chi-cuadrado de Pearson. Ya que la razón de verosimilitud Chi-cuadrado es una alternativa diferente al estadístico Chi-cuadrado de Pearson.

348 verosimilitud = 3,350, g.l. = 1; $P = 0,067$), ni de su interacción (χ^2 de razón de verosimilitud =
349 0,028, g.l. = 1; $P = 0,867$).

350 ~~En este ensayo,~~ Puede observarse cómo *T. cacoeciae* parasitó significativamente un
351 mayor número de huevos de *P. operculella* ($6,70 \pm 0,58$) respecto a *T. achaeae* ($5,10 \pm 0,51$).

352 ~~Con relación a la preferencia de la especie de huevo huésped, hay que indicar que~~
353 ~~cuando el valor del índice de preferencia de Manly es $\beta_2 > 0,5$ indica preferencia, indiferencia~~

354 ~~cuando $\beta_2 = 0,5$ y rechazo si $\beta_2 < 0,5$.~~ Según lo anterior, ~~Las~~ hembras adultas de *T. achaeae*
355 presentaron una preferencia por los huevos de *P. operculella* ($\beta_2 = 0,58 \pm 0,10$) respecto a los de

356 *E. kuehniella* ($\beta_2 = 0,42 \pm 0,10$) ($Z = -2,772$, $P = 0,006$). Similar preferencia ~~muestra~~ mostró las
357 hembras adultas de *T. cacoeciae* por los huevos de *P. operculella* ($\beta_2 = 0,61 \pm 0,17$) respecto a
358 los de *E. kuehniella* ($\beta_2 = 0,39 \pm 0,17$) ($Z = -2,501$, $P = 0,012$).

359 **Comportamiento de parasitación**

360 Los valores de T_s y T_h encontrados ~~de los tiempos de búsqueda del huevo huésped (T_s)~~
361 ~~y manipulación del mismo (T_h)~~ para las dos especies de *Trichogramma* ~~*T. achaeae* y *T.*~~

362 ~~*cacoeciae*~~ en relación al huésped *E. kuehniella* se recogen en las Figuras ~~4 y 5~~ 4A y 5A. A su
363 vez, los valores correspondientes para ~~el otro huevo huésped~~ *P. operculella* se muestran en las
364 Figuras ~~6 y 7~~ 4B y 5B.

365 En el análisis estadístico mediante MLGZ del tiempo de búsqueda (T_s), ~~mediante~~
366 ~~MLGZ~~, se encontró una alta significación del modelo (Prueba ómnibus: χ^2 de razón de

367 verosimilitud = 324,882, g.l. = 19, $P < 0,0001$); en las pruebas de los efectos del modelo se
368 encontraron efectos altamente significativos de la especie de parasitoide (χ^2 de razón de
369 verosimilitud = 124,754, g.l. = 1, $P < 0,0001$), especie de huevo huésped (χ^2 de razón de
370 verosimilitud = 139,421, g.l. = 1, $P < 0,0001$) y orden de parasitación del huésped (χ^2 de razón
371 de verosimilitud = 341,602, g.l. = 4, $P < 0,0001$); así como de las interacciones
372 parasitoide*huésped (χ^2 de razón de verosimilitud = 124,754, g.l. = 1, $P < 0,0001$),

Comentado [TCG122]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG123]: Revisor 2: hecho. Movidó texto a M&M

Comentado [TCG124]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG125]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG126]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG127]: Revisor 1: hecho
Comentado [TCG128]: Editora: figuras reagrupadas para reducir extensión del MS.

Comentado [TCG129]: Revisor 1: hecho
Revisor 2: hecho

Comentado [TCG130]: Editora: figuras reagrupadas para reducir extensión del MS.

Comentado [TCG131]: Revisor 1: hecho

373 parasitoide*orden (χ^2 de razón de verosimilitud = 237,311, g.l. = 4, $P < 0,0001$), huésped*orden
374 (χ^2 de razón de verosimilitud = 135,774, g.l. = 4, $P < 0,0001$) y parasitoide*huésped*orden (χ^2
375 de razón de verosimilitud = 148,462, g.l. = 4, $P < 0,0001$). ~~Lo anterior parece indicar~~ De su
376 análisis se observa un comportamiento de búsqueda del huésped muy diferente entre ambas
377 especies de parasitoides; así como el hecho de estar muy condicionado por la especie de huevo
378 huésped parasitado y el orden de parasitación. No obstante, a efectos globales, los valores
379 medios del tiempo de búsqueda ~~encontrados en el ensayo,~~ no presentaron diferencias
380 significativas entre las dos especies de parasitoides (χ^2 de Wald = 0,763; g.l. = 1; $P = 0,382$).
381 Así, el valor medio para *T. achaeae* fue de $1,67 \pm 0,12$ min y para *T. cacoeciae* de $1,51 \pm 0,15$
382 min.

Comentado [TCG132]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG133]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG134]: Revisor 1: hecho

383 Sin embargo, si ~~tenemos se tiene~~ en cuenta el orden de parasitación si se presentaron
384 marcadas diferencias. En este sentido, hay que señalar que el T_s del huevo huésped parasitado
385 en primer lugar por ~~la hembra adulta de~~ *T. achaeae* fue, tanto para el huevo huésped de *E.*
386 *kuehniella* ($21,15 \pm 4,24$ min) como para *P. operculella* ($13,88 \pm 2,99$ min), significativamente
387 mayores que el empleado por *T. cacoeciae* para ~~dichos~~ ambos huéspedes y número de orden
388 ($1,91 \pm 0,52$ y $2,01 \pm 0,60$ min, respectivamente) (χ^2 de Wald = 111,883; g.l. = 19; $P < 0,0001$)
389 (Figuras ~~4 y 6 4A y B~~).

Comentado [TCG135]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG136]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG137]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG138]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG139]: Editora: figuras reagrupadas para reducir extensión del MS.

390 A su vez, en el análisis estadístico ~~mediante MLGZ~~ del tiempo de manipulación (T_h),
391 ~~mediante MLGZ~~, se encontró una alta significación del modelo (Prueba ómnibus: χ^2 de razón
392 de verosimilitud = 138,780, g.l. = 19, $P < 0,0001$); en las pruebas de los efectos del modelo se
393 encontraron efectos altamente significativos de la especie de parasitoide (χ^2 de razón de
394 verosimilitud = 14,863, g.l. = 1, $P < 0,0001$) y orden de parasitación del huésped (χ^2 de razón
395 de verosimilitud = 94,188, g.l. = 4, $P < 0,0001$); así como de las interacciones
396 parasitoide*huésped (χ^2 de razón de verosimilitud = 8,163, g.l. = 1, $P = 0,004$), y
397 parasitoide*orden (χ^2 de razón de verosimilitud = 10,073, g.l. = 4, $P = 0,039$); pero no se

Comentado [TCG140]: Revisor 1: hecho

398 encontraron efectos significativos de la especie de huevo huésped (χ^2 de razón de verosimilitud
399 = 0,001, g.l. = 1, $P = 0,977$), huésped*orden (χ^2 de razón de verosimilitud = 3,398, g.l. = 4, P
400 = 0,494) y parasitoides*huésped*orden (χ^2 de razón de verosimilitud = 2,063, g.l. = 4, $P =$
401 0,724). A diferencia de lo encontrado en el T_s , parece que los tiempos de manipulación del
402 huevo huésped, por ambas especies de *Trichogramma*, presentaron menos variabilidad.

403 El promedio del tiempo de manipulación, en función de la especie de *Trichogramma*
404 fue de $4,18 \pm 0,14$ min, como promedio, para *T. achaeae* y de $3,32 \pm 0,16$ min para *T. cacoeciae*,
405 con diferencias altamente significativas entre dichos valores (χ^2 de Wald = 16,427; g.l. = 1; P
406 < 0,0001). Pero Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los valores medios
407 encontrados para el huevo huésped *E. kuehniella* ($3,72 \pm 0,15$ min) y el de *P. operculella*
408 ($3,73 \pm 0,15$ min) (χ^2 de Wald = 0,001; g.l. = 1; $P = 0,977$). Ello parece indicar un
409 comportamiento de parasitación distinto entre *T. achaeae* y *T. cacoeciae*, más debido por las
410 características propias de las hembras de cada especie e independiente del huevo huésped.

411 Aunque, por otra parte, hay que señalar, Según los datos obtenidos (Figuras 5 y 7 5A y B), se
412 debe señalar que las hembras de *T. achaeae* emplearon un T_h ($4,54 \pm 0,23$ min) en huevos de *P.*
413 *operculella* significativamente mayor que para *T. cacoeciae* ($3,06 \pm 0,20$ min); pero no con
414 relación al otro huevo huésped (χ^2 de Wald = 24,568; g.l. = 3; $P < 0,0001$). A su vez, se puede
415 observar, en ambas especies de parasitoides y ambas especies de huevos huéspedes, que el valor
416 medio del T_h decreció a medida que las hembras adultas fueron parasitando los huevos, según
417 orden. Así, el valor medio para todas las especies fue de $6,39 \pm 0,39$ min, para el primer huevo,
418 hasta disminuir disminuyendo significativamente hasta los $2,87 \pm 0,21$ min en el quinto huevo
419 huésped (χ^2 de Wald = 66,421; g.l. = 4; $P < 0,0001$). Este hecho fue más acusado para el huésped
420 *P. operculella* que para *E. kuehniella* (Figuras 5 y 7 5A y B). Ello, probablemente debido a un
421 proceso de aprendizaje que redujo dichos tiempos a medida que se produce la parasitación de

Comentado [TCG141]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG142]: Revisor 1: hecho
Revisor 2: hecho

Comentado [TCG143]: Revisor 2: hecho,

Comentado [TCG144]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG145]: Editora: figuras reagrupadas para reducir
extensión del MS.

Comentado [TCG146]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG147]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG148]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG149]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG150]: Editora: figuras reagrupadas para reducir
extensión del MS.

422 ~~huevos, comportamiento que ya ha sido citado para otras especies de *Trichogramma* (Nurindah~~
423 ~~et al., 1999a).~~

Comentado [TCG151]: Revisor 2: hecho. Texto eliminado.

424 **Discusión**

425 Como se indicó en la Introducción, no es la primera vez que se aborda el control
426 biológico de la “polilla común de la patata” mediante especies de *Trichogramma*. Así, el
427 presente trabajo se puede considera una continuación de dicha línea con la diferencia, en el
428 presente caso, de que se abordar el control biológico de la especie plaga con especies autóctonas
429 de este parasitoide de huevos.

Comentado [TCG152]: Texto nuevo

430 ~~No es la primera vez que se utiliza especies de *Trichogramma* el control biológico de la~~
431 ~~polilla común de la patata en España. Así, Urquijo (1944) introdujo desde Estados Unidos de~~
432 ~~América y llevó a cabo la cría en masa de dos especies de *Trichogramma*: *T. minutum* y *T.*~~
433 ~~*pretiosum* en la antigua Estación Fitopatológica de A Coruña. De ellas, realizó sueltas de la~~
434 ~~especie *T. minutum* en más de 44 parcelas con cultivo comercial, para el control de la polilla~~
435 ~~común de la patata, en las zonas costeras de Galicia, desde Muros, en la provincia de (A~~
436 ~~Coruña), hasta la desembocadura del Miño, en la de (Pontevedra). Los resultados, en los casos~~
437 ~~que se dispuso de datos, fueron muy buenos con un resultado favorable de control en el 54,6%~~
438 ~~de los casos, en el control de la plaga en el 54,6% de los casos; no favorable en el 29,5% y~~
439 ~~dudoso en el resto (15,9%). Destacando, este autor, Asimismo, este autor destacó la importancia~~
440 ~~de la coincidencia de dichas liberaciones con los máximos de oviposición de los adultos de la~~
441 ~~polilla común de la patata.~~

Comentado [TCG153]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG154]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG155]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG156]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG157]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG158]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG159]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG160]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG161]: Revisor 2: hecho. Texto pasado a la Introducción

442 ~~En nuestro trabajo, dos especies autóctonas de *Trichogramma* fueron evaluadas en~~
443 ~~condiciones de laboratorio mediante el estudio del parasitismo, emergencia, desarrollo, elección~~
444 ~~de huésped en condiciones de “no elección” y “elección” de huésped; así como por el estudio~~
445 ~~del comportamiento de parasitación. Todo ello con el objetivo de seleccionar la especie de~~

446 parasitoide de huevos con mejor potencial biótico para el control de la polilla común de la patata
447 *P. operculella*.

Comentado [TCG162]: Revisor 2: hecho. Texto movido al final de la Introducción

Comentado [TCG163]: Revisor 1: hecho

448 En este sentido, hay que en parasitoides señalar que el parasitismo y la idoneidad de los
449 huevos de especies plaga, en parasitoides, es viene usualmente determinado mediante el
450 porcentaje de huevos parasitados y el número de adultos emergidos, entre otros parámetros
451 (Hou *et al.*, 2018), tal y como se ha indicado. Como se ha indicado que se ha llevado a cabo en
452 el presente trabajo.

Comentado [TCG164]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG165]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG166]: Revisor 2: hecho. Texto movido a la introducción

Comentado [TCG167]: Revisor 2: hecho. Párrafo movido desde Discusión a Introducción

453 Los resultados encontrados en el ensayo de “no elección”, nos ha permitido comprobar
454 demuestra la capacidad de reconocimiento y aceptación de los huevos de la plaga *P. operculella*
455 como huésped de las especies de *Trichogramma* estudiadas. Para ambas especies de
456 parasitoides, el número de huevos parasitados de la plaga *P. operculella* supera a los del
457 huésped alternativo habitualmente empleado para la cría *E. kuehniella* (Tabla 1), lo que es
458 destacable de cara al control de la misma. Además, en este mismo ensayo se ha constatado
459 cómo las dos especies de *Trichogramma* consiguen completar su desarrollo dentro del huevo
460 de la especie plaga con un buen porcentaje de emergencia, lo cual es un indicativo de la
461 idoneidad del huésped, ya que ésta hace referencia a la capacidad del parasitoide para completar
462 el desarrollo usando el huésped en cuestión (Pak, 1990; Wührer y Hassan, 1993).

Comentado [TCG168]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG169]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG170]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG171]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG172]: Editora: referencia eliminada

463 Por otra parte, al comparar la emergencia en ambos huéspedes el huésped de cría *E.*
464 *kuehniella* con la emergencia del parasitoide en la polilla común de la patata, ésta ha sido
465 ligeramente inferior sin llegar a presentó diferencias significativas en ambas especies de
466 parasitoides (Figura 3). Con relación a este parámetro, hay algunos autores, p.ej. como van
467 Lenteren (1980), que no consideran la idoneidad del huésped como un criterio importante para
468 la selección de enemigos naturales que van a ser liberados en sueltas inundativas, siempre y
469 cuando la acción de los parasitoides conlleve la muerte del huésped, aunque éstos no lleguen a
470 desarrollarse. Por el contrario, hay otros autores que sostienen que si los huevos de la plaga no

Comentado [TCG173]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG174]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG175]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG176]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG177]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG178]: Revisor 1: hecho

471 mueren cuando son atacados, la emergencia debería ser considerada un criterio en la selección
472 del enemigo natural (Pak *et al.* 1990; Hou *et al.*, 2018).

473 En línea con estas argumentaciones, ~~cabe destacar en los resultados de~~ que en la
474 mortalidad total causada por el parasitismo y el “host feeding” ~~(que como se comentó~~
475 ~~anteriormente, incluye la mortalidad de huevos huéspedes debidos al efecto depredador de las~~
476 ~~hembras adultas del parasitoide)~~, ~~destaca~~ es particularmente importante en la especie de
477 parasitoide *T. achaeae* frente a *T. cacoeciae*. En ambos casos, el porcentaje de “host feeding”
478 es similar ~~en ambas especies~~, en torno al 12 %, por lo que las diferencias en la mortalidad se
479 deben a un mayor parasitismo por parte de *T. achaeae*. En algunas especies de *Trichogramma*,
480 el “host feeding” contribuye significativamente al control de la plaga (Vasquez *et al.*, 1997).
481 En el caso de *T. achaeae*, usado para el control de *T. absoluta* en invernaderos, se ha
482 demostrado, ~~en otros trabajos~~, la importancia de la mortalidad causada por el parasitoide sin
483 que este llegue a desarrollarse en el huevo huésped (“host-feeding”), siendo un mecanismo
484 importante para en el control de la plaga (Cabello *et al.*, 2009; Cabello *et al.*, 2012; ~~Cabello *et*~~
485 ~~*al.*, 2014~~).

486 ~~En general~~ principio, la polilla común de la patata ~~es un~~ puede ser considerado como un
487 buen huésped para *Trichogramma* spp. En parte, debido por el tamaño de su huevo, tal y como
488 se ha indicado en los resultados que es ~~(así, por mediciones llevadas a cabo en el presente~~
489 ~~trabajo, en *P. operculella* el huevo presenta una longitud de 608,09±17,70 µm y una anchura~~
490 ~~máxima de 438,66±10,59 µm; N=12) con un tamaño~~ ligeramente superior al del huésped de
491 cría *E. kuehniella*; que presenta valores de longitud y anchura inferiores a las 600 y 300 µm,
492 según Cabello *et al.* (2009).

493 Los resultados encontrados no nos deben extrañar, *Trichogramma* es un género
494 compuesto por parasitoides generalistas y altamente polífagos ~~(ovipositan y se alimentan de un~~
495 ~~amplio rango de huevos de lepidópteros y otras especies)~~ (Cabello 1985; ~~Fournier y Boivin,~~

Comentado [TCG179]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG180]: Autores: añadido para dar consistencia al párrafo

Comentado [TCG181]: Revisor 1: hecho
Revisor 2: hecho

Comentado [TCG182]: Autores: reescrito

Comentado [TCG183]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG184]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG185]: Revisor 2: hecho. Aclarado el tipo de mortalidad

Comentado [TCG186]: Editora: referencia eliminada

Comentado [TCG187]: Revisor 2: hecho. Redactado como hipótesis

Comentado [TCG188]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG189]: Revisor 1: hecho

496 ~~2000; Polaszek, 2010). Sin embargo, algunos estudios han encontrado preferencias en la~~
497 ~~oviposición entre algunas especies de *Trichogramma* y, además de otros factores como son: la~~
498 ~~edad del huésped, si éste ha sido previamente parasitado e incluso si los huevos huésped están~~
499 ~~fertilizados o no (Pak, 1988; Monje *et al.*, 1999; Du *et al.*, 2018). Además, se conoce su~~
500 ~~preferencia por huéspedes con tamaños de huevos relativamente grandes (Chailleux *et al.*,~~
501 ~~2012; Pizzol *et al.*, 2012). Sin embargo, el nivel de parasitismo puede variar en diferentes~~
502 ~~especies de huevos. Ello, debido a factores como son: preferencia del parasitoide; estado,~~
503 ~~tamaño y edad del huevo huésped; entre otros (Pak, 1988; Monje *et al.*, 1999; Chailleux *et al.*,~~
504 ~~2012; Pizzol *et al.*, 2012; Du *et al.*, 2018).~~

Comentado [TCG190]: Editora: referencia suprimida

Comentado [TCG191]: Editora: referencia suprimida

Comentado [TCG192]: Editora: referencia suprimida

505 ~~Así, en este~~ En el presente estudio ~~ambas~~ las dos especies de *Trichogramma* evaluadas
506 ~~prefieren~~ prefirieron los huevos de *P. operculella* frente a los de *E. kuehniella*, como se refleja
507 ~~en el ensayo de “elección” de huésped. Encontrándose~~ observando los valores de ~~un número~~
508 ~~mayor de~~ huevos parasitados con síntomas de parasitismo aparente (viran a color negro) ~~de *P.*~~
509 ~~*operculella*, y como lo corrobora el~~ y del índice de preferencia de Manly ~~en ambas especies,~~
510 ~~mostrando una preferencia de por la polilla común de la patata similar.~~

Comentado [TCG193]: Revisor 2: hecho. Texto reescrito para mejor claridad.

Comentado [TCG194]: Revisor 2: hecho

511 ~~Por otra parte, parecería que los huevos de la plaga son un huésped menos idóneo que~~
512 ~~la *E. kuehniella* debido a que De forma que~~ emergieron un menor número de adultos ~~de los~~
513 ~~parasitoides~~ de los huevos parasitados de la “polilla de la patata” frente ~~a los que emergieron~~
514 ~~de los huevos~~ los del huésped de cría (Figura 3). Esto puede deberse a ~~varios factores; en un~~
515 ~~primer lugar, se ha citado como una baja emergencia puede deberse a la~~ una baja calidad
516 ~~nutricional del huevo huésped que repercute el desarrollo larvario de *Trichogramma* (Huang *et*~~
517 ~~*al.*, 2018); otra posible causa puede ser el o la existencia de~~ superparasitismo, que puede
518 ~~incrementar significativamente la mortalidad de la descendencia en parasitoides oófagos, por~~
519 ~~competencia intraespecífica (Duval *et al.*, 2018).~~

Comentado [TCG195]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG196]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG197]: Revisor 2: hecho

520 De los resultados encontrados en los ensayos de “no elección” y “elección” de huésped,
521 cabe destacar que *T. achaeae* y *T. cacoeciae* aceptan bien los huevos de la polilla común de la
522 patata, *P. operculella*. Es la primera vez que se cita a *T. achaeae* como potencial agente de
523 control de esta especie plaga, según la bibliografía consultada. Por el contrario, *T. cacoeciae*,
524 ya ha sido evaluada, en condiciones de laboratorio, y con buenos resultados como potencial
525 agente de control biológico de la polilla común de la patata por Saour (2004).

Comentado [TCG198]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG199]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG200]: Revisor 2: hecho

526 Con relación al ensayo del comportamiento de parasitación, la actividad de la hembra
527 de *Trichogramma* puede ser considerada una respuesta a su estado fisiológico (Nurindah *et al.*,
528 1999b). El comportamiento de búsqueda es consecuencia de un “apetito innato por parasitar” o
529 “impulso por ovipositar”, el cual puede estar mediado por el número de huevos en sus ovarios
530 y oviductos (Hassell y Southwood, 1978).

Comentado [TCG201]: Revisor 2: hecho. Párrafo eliminado

531 En los resultados obtenidos en los ensayos hemos se ha encontrado que los tiempos de
532 búsqueda (T_s) y, en menor medida, los tiempos de manipulación (T_h), de las hembras adultas de
533 *T. cacoeciae* eran menores que los correspondientes a *T. achaeae* (Figuras 4-5 y 6-7). Dichas
534 diferencias pueden ser debidas a la diferente forma de reproducción de *T. cacoeciae* y *T. achaeae*
535 ambas especies. Por una parte, se conoce que la primera especie presenta una reproducción por
536 partenogénesis telitóquica, con presencia en la descendencia de hembras únicamente (Vavre *et*
537 *al.*, 2004). Por el contrario, *T. achaeae* se reproduce por partenogénesis arrenotóquica, con
538 existencia de machos y hembras en la descendencia (Gallego, 2017); los machos son haploides
539 y se desarrollan de óvulos no fecundados en el interior de la hembra; por el contrario, las
540 hembras son diploides y se desarrollan de huevos fecundados (determinación del sexo por
541 haplo-diploidia) (Cabello, 1985; Wajnberg, 2010).

Comentado [TCG202]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG203]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG204]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG205]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG206]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG207]: Editora: referencia suprimida

542 Por otra parte, se conoce que Las hembras adultas de *Trichogramma*, con
543 reproducción arrenotóquica, tienen que decidir, en función del huevo huésped, tamaño del
544 patch, etc. (Wajnberg, 2010) si ovipositar un óvulo que no sea fecundado (que generará a un

Comentado [TCG208]: Revisor 2: hecho

545 macho) o un óvulo fecundado (que generará a una hembra) (~~Waage y Sook Ming, 1984;~~
546 Wajnberg, 1993; ~~Luck et al., 2004~~). Contrariamente, las hembras adultas de *T. cacoeciae* no
547 tiene que hacer dicha asignación del sexo y a que siempre ovipositan óvulos con embriones
548 diploides viables que ~~originaran~~ dan lugar a hembras en la descendencia; por ello, sus valores
549 de T_s y T_h ~~van a ser notablemente~~ serían menores, como se ha encontrado en el presente trabajo.

Comentado [TCG209]: Editora: referencia suprimida

Comentado [TCG210]: Editora: referencia suprimida

Comentado [TCG211]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG212]: Revisor 2: hecho

Comentado [TCG213]: Revisor 2: hecho

550 Conclusiones

551 Los resultados de los ensayos de aceptación, desarrollo en el huésped, preferencia y
552 comportamiento de parasitación por parte de *T. achaeae* y *T. cacoeciae* ~~por~~ sobre la “polilla
553 común de la patata”, *P. operculella*, muestran que ambas especies de *Trichogramma* son buenas
554 candidatas para el control biológico de la plaga con ciertas peculiaridades. Por una parte, *T.*
555 *achaeae* parasita más, se desarrolla mejor y causa una mayor mortalidad en los huevos de la
556 “polilla de la patata”. Por otra parte, *T. cacoeciae* encuentra los huevos de la plaga más rápido
557 y los parasita en menor tiempo. En vista a la complementariedad de ambas especies de
558 *Trichogramma*, podría ser interesante ~~se puede~~ plantear el empleo simultáneo de ambas
559 especies. ~~El~~ Ese uso simultáneo de varias especies de *Trichogramma* ha sido reportado con
560 anterioridad como exitoso para el control de esta plaga en invernaderos (Zimmerman y Wührer,
561 2010). Sin embargo, estos resultados deben ser corroborados con posteriores estudios en
562 condiciones de semi-campo y campo; así como en condiciones de almacenamiento de la patata.
563 ~~Pero con buenas perspectivas, ello en función de los resultados encontrados por Urquijo (1944)~~
564 ~~previamente en nuestro país con otra especie de *Trichogramma*.~~

Comentado [TCG214]: Revisor 2: hecho

565 Agradecimientos

566 Este trabajo ha sido financiado dentro del proyecto titulado: Desarrollo de nuevos
567 métodos para el manejo integrado para las polillas de la patata *Phthorimaea operculella* y *Tecia*
568 *solanivora* (Ref.: RTA2015-00074-C02-00), financiado en la convocatoria de 2015 de
569 proyectos de investigación fundamental orientada y acciones complementarias en el marco del

570 programa estatal de I+D+I orientada a los retos de la sociedad (reto de seguridad y calidad
571 alimentaria, actividad agraria productiva y sostenible, sostenibilidad de los recursos naturales e
572 investigación marina y marítima). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y
573 Alimentaria (INIA) y Ministerio de Economía y Competitividad. España.

574 **Conflicto de intereses**

575 Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

576 **Referencias bibliográficas**

577 ~~Avery L (2014). Virtualdub Setup, version 1.10.4. Disponible en: <http://www.virtualdub.org/>~~

578 ~~(Consultado: 30 mayo 2018).~~

579 ~~BOE (2012). Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco
580 de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Boletín Oficial
581 del Estado, núm. 223, del 15 de septiembre de 2012, pp. 65124-65171.~~

Comentado [TCG215]: Editora: referencias suprimidas

582 Cabello, T. (1985). Biología de dos especies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae)
583 parasitas de *Heliothis* spp. Lep.: Noctuidae) en algodónero. Posibilidades de su empleo
584 como agente de control. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España.

585 ~~Cabello T, Bonfil F, Gallego, JR, Fernandez Maldonado FJ, Gamez M, Garay J (2014). Can
586 interactions between an omnivorous hemipteran and a specialist egg parasitoid limit the
587 level of biological control for the tomato pinworm? Environmental Entomology 44 (1): 12-
588 26. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aab.12341>~~

Comentado [TCG216]: Editora: referencia suprimida

589 Cabello T, Gallego JR, Fernandez FJ, Gamez M, Vila E, del Pino M, Hernandez-Suarez E
590 (2012). Biological control strategies for the South American tomato moth (Lep.:
591 Gelechiidae) in greenhouse tomatoes. Journal of Economic Entomology 105: 2085-2096.
592 Disponible en: <https://doi.org/10.1603/EC12221>

593 Cabello T, Gallego JR, Vila E, Soler A, del Pino M, Carnero A, Hernandez-Suarez E, Polaszek
594 A (2009). Biological control of the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.:

595 Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in
596 tomato greenhouses of Spain. IOBC WPRS Bulletin 49: 225-230.

597 ~~Canon, 2014. Communication Software for the Camera EOS Utility, Version 2.14. Canon Inc.~~

598 ~~Chailleux A, Desneux N, Seguret J, Khanh HDT, Maignet P, Tabone E (2012). Assessing
599 European egg parasitoids as a mean of controlling the invasive South American tomato
600 pinworm *Tuta absoluta*. PLoS One 7(10): e48068. Disponible en:
601 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048068>~~

602 ~~Chesson J (1978). Measuring preference in selective predation. Ecology 59(2) 211-215.
603 Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1936364>~~

604 Chesson J (1983). The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging
605 models. Ecology 64(5): 1297-1304. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1937838>

606 ~~CIP (2000). Control biológico de la polilla de la patata con Baculovirus: *Phthorimaea*. Boletín
607 de capacitación. Ed. CIP 2, Lima, Perú. 43 pp.~~

608 ~~Cock MJW (1978). The assessment of preference. The Journal of Animal Ecology, 47(3): 805-
609 816. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3672>~~

610 ~~D'Alessandro M, Turlings TC (2006). Advances and challenges in the identification of volatiles
611 that mediate interactions among plants and arthropods. Analyst 131: 24-32. Disponible en:
612 <https://doi.org/10.1039/B507589K>~~

613 ~~DOUE, (2009). Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre
614 de 2009, por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso
615 sostenible de los plaguicidas. Diario Oficial de la Unión Europea núm. 309, de 24 de
616 noviembre de 2009, pp. 71-86.~~

617 Du WM, Xu J, Hou Y-Y, Lin Y, Zang L.-S, Yang X, Desneux N (2018). *Trichogramma*
618 parasitoids can distinguish between fertilized and unfertilized host eggs. Journal of Pest
619 Science 91(2): 771-780. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0919-z>

Comentado [TCG217]: Editora: referencias suprimidas

Comentado [TCG218]: Editora: referencias suprimidas

620 Duval J-F (2018). Quantification des effets du superparasitisme sur la valeur adaptative et la
621 survie des couvées chez *Trichogramma euproctidis* Girault. Tesis Doctoral, Université de
622 Montréal, Canada.

623 EPPO (2015). *Phthorimaea operculella* (PHTOOP). EPPO Global Database. Disponible en:
624 <https://gd.eppo.int/taxon/PHTOOP> (Consultado: 30 de agosto de 2018).

625 FAOSTAT (2018). Food and Agriculture Organization statistical database. Disponible en:
626 <http://www.fao.org/statistics/es/> (Consultado: 30 agosto 2018).

627 Fenemore PG (1977). Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lep.:
628 Gelechiidae); fecundity in relation to mated state, age, and pupal weight. New Zealand
629 Journal of Zoology 4(2): 187-191. Disponible en:
630 <https://doi.org/10.1080/03014223.1977.9517952>

631 ~~Fournier F, Boivin G (2000). Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and
632 *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental
633 conditions. Environmental Entomology 29(1): 55-63. Disponible en:
634 <https://doi.org/10.1603/0046-225X.29.1.55>~~

635 Gallego JR (2017). Biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) using
636 egg parasitoids of genus *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae), and its chemical
637 control compatibility in tomato crops. Tesis Doctoral, Universidad de Almería, España.

638 García-Mercet R (1925). La polilla de la patata. Boletín de la Real Sociedad Española de
639 Historia Natural 25: 469-476.

640 Hajek A, Eilenberg J (2018). Natural enemies: an introduction to biological control. 2ª Edición
641 Cambridge University, Cambridge, UK, 439 pp.

642 Harwalkar MR, Rananavare HD, Rahaikar GW (1987). Development of *Trichogramma*
643 *brasiliensis* (Hym: Trichogrammatidae) on eggs of radiation sterilized females of potato

Comentado [TCG219]: Revisor 2: hecho. Sangrado corregido

Comentado [TCG220]: Editora: referencias suprimidas

Comentado [TCG221]: Revisor 2: nueva referencia

644 tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae). *Entomophaga* 32(2): 159-162.
645 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02373126>

646 ~~Hassell M, Southwood TRE (1978). Foraging strategies of insects. *Annual Review of Ecology*
647 *and Systematics* 9(1): 75-98. Disponible en:
648 <https://doi.org/10.1146/annurev.es.09.110178.000451>~~

649 Hou Y-Y, Yang X, Zang L-S, Zhang C, Monticelli LS, Desneux N (2018). Effect of oriental
650 armyworm *Mythimna separata* egg age on the parasitism and host suitability for five
651 *Trichogramma* species. *Journal of Pest Science* 91: 1181. Disponible en:
652 <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0980-2>

653 Huang J, Hua HQ, Zhang F, Li YX (2018). Suitability assessment of three *Trichogramma*
654 species in the control of *Mythimna separata* (Lep.: Noctuidae). *Journal of Applied*
655 *Entomology* 142(1-2): 131-140. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jen.12414>

656 ~~IBM. 2014. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0 Ed. IBM Corp. Armonk, NY,
657 EEUU.~~

658 ~~Knutson, A. (1998). *The Trichogramma Manual. A guide to the use of Trichogramma for*
659 *biological control with special reference to augmentative releases for control of bollworm*
660 *and budworm in cotton.* Ed Agricultural Communications, The Texas A & M University
661 System, College Station, Texas, USA. 37 pp.~~

662 Kroschel J, Schaub B (2013). Biology and ecology of potato tuber moths as major pests of
663 potato. En *Insect Pests of Potato Global Perspective on Biology and Management*, (Eds.
664 Alyokhin A, Giordanengo P, Vincent C), pp. 165-192. Ed Elsevier, Massachusetts, USA.

665 ~~Li LY (1994). Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a
666 survey. En *Biological control with egg parasitoids* (Eds Wajnberg E, Hassan SA), pp 37-
667 53. Ed CAB International, Wallingford, UK.~~

Comentado [TCG222]: Revisor 2: por eliminación de párrafo del MS, también eliminada esta referencia

Comentado [TCG223]: Editora: referencias suprimidas

668 Luck, RF; Janssen, JAM; Pinto, JD; Oatman, ER (2001). Precise sex allocation, local mate
669 competition, and sex ratio shifts in the parasitoid wasp *Trichogramma pretiosum*.
670 Behavioral Ecology and Sociobiology, 49: 311-321. Disponible en: [https://doi.org/10.](https://doi.org/10.1007/s002650000294)
671 [1007/s002650000294](https://doi.org/10.1007/s002650000294)

672 Mamani D, Sporleder M, Kroschel J (2011). Efecto de materiales inertes de fórmulas
673 bioinsecticidas en la protección de tubérculos almacenados contra las polillas de papa.
674 Revista Peruana de Entomología 46: 43-49.

675 Manly BFJ, Miller P, Cook LM (1972). Analysis of a selective predation experiment. The
676 American Naturalist 106(952): 719-736. Disponible en:
677 <https://www.jstor.org/stable/2459502>

678 MAPAMA (2017). Áreas demarcadas de *Tecia solanivora* en España. Disponible en:
679 [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/zonasdemarcadasteciaespana-14junio2017_tcm30-381566.pdf)
680 [vegetal/zonasdemarcadasteciaespana-14junio2017_tcm30-381566.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/zonasdemarcadasteciaespana-14junio2017_tcm30-381566.pdf) (Consultado: 4 de
681 diciembre de 2018).

682 MAPAMA (2018). Estadísticas agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación,
683 Madrid. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/va/estadistica/temas/estadisticas-](https://www.mapa.gob.es/va/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/)
684 [agrarias/agricultura/](https://www.mapa.gob.es/va/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/) (Consultado: 30 de agosto de 2018).

685 Martín Gil A, Alonso Arce F (Cord.) (2015). Guía de gestión integrada de plagas: patata.
686 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, ES: 133 pp.

687 Mills N (2010). Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. En Egg
688 parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma* (Eds Consoli FL, Parra JRP,
689 Zucchi RA), pp 389-411. Ed Springer, Dordrecht, NL. Disponible en:
690 https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9110-0_15

691 Monje JC, Zebitz CP, Ohnesorge B (1999). Host and host age preference of *Trichogramma*
692 *galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on different hosts.

Comentado [TCG224]: Editora: referencias suprimidas

Comentado [TCG225]: Editora: referencias suprimidas

693 ~~Journal of Economic Entomology 92(1): 97-103. Disponible en:~~
694 ~~<https://doi.org/10.1093/jee/92.1.97>~~

695 ~~Moreno F, Pérez Moreno I, Marco V (2009). Effects of *Lobesia botrana* (Lepidoptera:~~
696 ~~Tortricidae) egg age, density, and UV treatment on parasitism and development of~~
697 ~~*Trichogramma cacoeciae* (Hym.: Trichogrammatidae). Environmental Entomology 38(5):~~
698 ~~1513-1520. Disponible en: <https://doi.org/10.1603/022-038.0520>~~

699 ~~Moreno IP, Grijalba FM (2002). El empleo de *Trichogramma* en control biológico de plagas:~~
700 ~~problemas taxonómicos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 31: 239-242.~~

701 Nurindah, Bronwen WC, Gordh G (1999a). Experience acquisition by *Trichogramma*
702 *australicum* (Hym.: Trichogrammatidae). Australian Journal of Entomology, 38: 115-119.
703 Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.1999.00084.x>

704 Nurindah, Cribb BW, Gordh G (1999b). Effects of physiological condition and experience on
705 oviposition behaviour of *Trichogramma australicum* Girault (Hym.: Trichogrammatidae)
706 on eggs of *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae). Australian Journal of Entomology
707 38:104-114. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.1999.00085.x>

708 Pak GA (1988). Selection of *Trichogramma* for inundative biological control. Tesis Doctoral,
709 Wageningen Agricultural University, Netherlands.

710 Pak G (1990). Inundative release of *Trichogramma* for the control of cruciferous lepidoptera:
711 preintroductory selection of an effective parasitoid. En Diamondback moth and other
712 crucifers pests: Proceedings of the second International Workshop (Ed Talekar NS), pp 297-
713 308. Ed Asian vegetable Research and development Center, Tainan, Taiwan,

714 Pak G, Kaskens J, De Jong E (1990). Behavioural variation among strains of *Trichogramma*
715 spp.: host-species selection. Entomologia Experimentalis et Applicata 56(1): 91-102.
716 Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1990.tb01384.x>

Comentado [TCG226]: Editora: referencias suprimidas

717 Perera-González S, Cubas-Hernández F, Padilla-Cubas Á, Carnero-Hernández A, Hernández-
718 Borges J, Asensio Ramos M. (2009). Ensayo de eficacia en el control de la polilla
719 guatemalteca de la patata (*Tecia solanivora*) mediante la aplicación en campo de nematodos
720 entomopatógenos. Cabildo Insular de Tenerife, 24 pp.

721 Pizzol J, Desneux N, Wajnberg E, Thiéry D (2012). Parasitoid and host egg ages have
722 independent impact on various biological traits in a *Trichogramma* species. Journal of Pest
723 Science 85(4): 489-496. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0434-1>

724 Polaszek A (2010). Species diversity and host associations of *Trichogramma* in Eurasia. En
725 Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. (Eds. Consoli FL,
726 Parra JRP, Zucchi RA), pp 237-266. Ed. Springer, Dordrecht, NL.

727 Pratisoli D, Parra JRP (2000). Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma*
728 *pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira
729 35(7): 1281-1288. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000700001>

730 ~~Ramírez CC, Fuentes Contreras E, Rodríguez LC, Niemeyer HM (2000). Pseudo replication~~
731 ~~and its frequency in olfactometric laboratory studies. Journal of Chemical Ecology 26(6):~~
732 ~~1423-1431. Disponible en: <https://doi.org/10.1023/A:1005583624795>~~

733 Ricard I (2008). Statistical methods for insect choice experiments. Tesis Doctoral, Ecole
734 Polytechnique Fédérale de Lausanne, CH.

735 Rondon SI (2010). The potato tuberworm: a literature review of its biology, ecology, and
736 control. American Journal of Potato Research 87(2): 149-166. Disponible en:
737 <https://doi.org/10.1007/s12230-009-9123-x>

738 Saour G (2004). Efficacy assessment of some *Trichogramma* species (Hym.:
739 Trichogrammatidae) in controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell.
740 (Lep.: Gelechiidae). Journal of Pest Science 77(4): 229-234. Disponible en:
741 <https://doi.org/10.1007/s10340-004-0058-1>

Comentado [TCG227]: Editora: referencia suprimida

742 ~~Sherratt TN, Harvey IF (1993). Frequency dependent food selection by arthropods: a review.~~
743 ~~Biological Journal of the Linnean Society 48(2): 167-186. Disponible en:~~
744 ~~<https://doi.org/10.1006/bjil.1993.1013>~~

745 ~~Smith SM (1996). Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential~~
746 ~~of their use. Annual Review of Entomology, 41(1): 375-406. Disponible en:~~
747 ~~<https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.002111>~~

748 Trujillo-García E, Perera-González S (2014). Guía de lucha contra las plagas y enfermedades
749 de la patata. Cabildo Insular de Tenerife, ES. 24 pp.

750 Trujillo-García E, Perera-González S (2017). Polilla guatemalteca de la pata (*Tecia*
751 *solanivora*): identificación y control. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural,
752 Cabildo de Tenerife, ES: 8 pp.

753 ~~Turlings TCJ, Wackers F (2004). Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-~~
754 ~~injured plants. En: Advances in insect chemical ecology (Eds. Carde RT, Millar JG), pp 21-~~
755 ~~75. Ed Cambridge University Press, Cambridge, UK.~~

756 Urquijo, L. (1944). Ensayo del parasito útil *Trichogramma minutum* en la lucha contra la polilla
757 de la patata. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 13, 281-300.

758 van Lenteren JC (1980). Evaluation of control capabilities of natural enemies: Does art have
759 to become science? Netherlands Journal of Zoology 30: 369-381. Disponible en:
760 <https://doi.org/10.1163/002829679X00467>

761 Vasquez LA, Shelton AM, Hoffmann MP, Roush RT (1997). Laboratory evaluation of
762 commercial Trichogrammatidae products for potential use against *Plutella xylostella* (L.)
763 (Lep.: Plutellidae). Biological Control 9(2): 143-148.

764 Vavre F, Jong JH, Stouthamer R (2004). Cytogenetic mechanism and genetic consequences of
765 thelytoky in the wasp *Trichogramma cacoeciae*. Heredity 93: 592-596. Disponible en:
766 <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800565>

Comentado [TCG228]: Editora: referencias suprimidas

Comentado [TCG229]: Editora: referencia suprimida

767 Vila E, Cabello T (2014). Biosystems engineering applied to greenhouse pest control. En:
768 Biosystems engineering: Biofactories for food production in the XXI Century (Eds. Torres
769 I, Guevara R), pp 99-128. Springer, Cham, CH.

Comentado [TCG230]: Editora: referencia suprimida

770 Wade MR, Zalucki MP, Franzmann BA (2005). Influence of observer presence on pacific
771 damselfly bug behavior: who is watching whom?. Journal of Insect Behavior 18(5): 651-667.
772 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10905-005-7017-4>

773 Waage JK, Sook Ming NG (1984). The reproductive strategy for a parasitic wasp: I. Optimal
774 progeny and sex allocation in *Trichogramma evanescens*. Journal of Animal Ecology, 53:
775 401-415. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/4524>

Comentado [TCG231]: Editora: referencia suprimida

776 Wajnberg E (1993). Genetic variation in sex allocation in a parasitic wasp: variation in sex
777 pattern within sequence of oviposition. Entomologia Experimentalis et Applicata 69: 221-
778 229. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1993.tb01745.x>

779 Wajnberg E (2010) Genetics of the behavioral ecology of egg parasitoids. En: Egg parasitoids
780 in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma* (Eds. Consoli FL, Parra JRP, Zucchi
781 RA), pp 149-165. Ed Springer Science+Business Media BV, Dordrecht, NL.

782 Wajnberg E, Haccou P (2008). Statistical tools for analyzing data on behavioral ecology of
783 insect parasitoids. En: Behavioural Ecology of Insect Parasitoids: From Theoretical
784 Approaches to Field Applications (Eds. Wajnberg E, Bernsteinand C, Van Alphen JJM), pp
785 402-429. Ed Blackwell publishing, Oxford, UK.

786 Wührer B, Hassan S (1993). Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym.,
787 Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep.,
788 Plutellidae). Journal of Applied Entomology 116: 80-89. Disponible en:
789 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1993.tb01170.x>

Comentado [TCG232]: Editora: referencias suprimidas

790 Zimmerman O, Wührer B (2010). The South American Tomato Moth, *Tuta absoluta*, a new
791 pest in Germany: An assessment of biological control options. Journal of Plant Diseases and
792 Protection 117 (2): 88-95.
793

794 **Tabla 1.** Número medio (\pm E.E) de huevos parasitados (parasitismo aparente) en los ensayos
 795 de “elección” y “no elección”, cuando a las hembras de dos especies de parasitoides
 796 (*T. richogramma* achaeae y *T. cacoeciae*) se les ofertaron huevos de dos especies huéspedes (E.
 797 kuehniella y *P. operculella*), llevados a cabo en condiciones de laboratorio ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$; 60-80 %
 798 de H.R. y luz continua) (* Valores, para cada ensayo, seguidos por distinta letra presenta
 799 diferencias significativas mediante test de Wald de comparación por pares: χ^2 de Wald =
 800 9,546, g.l. = 3, $P = 0,023$ y χ^2 de Wald = 12,318, g.l. = 3, $P = 0,006$, respectivamente para el
 801 primer y segundo ensayo).

Comentado [TCG233]: Revisor 1: hecho

802 **Table 1.** Mean number (\pm SE) of parasitized eggs (apparent parasitism) in the "choice" and
 803 "no choice" trials, when eggs of two parasitoid species (*T. richogramma* achaeae and *T.*
 804 *cacoeciae*) were offered eggs of two host species (*E. phestia* kuehniella and *P. athorimaea*
 805 *operculella*), carried out under laboratory conditions ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 60-80% RH and continuous
 806 light) (* Values, for each test, followed by different letter shows significant differences by Wald
 807 χ^2 pairwise test: χ^2 de Wald = 9,546, g.l. = 3, $P = 0,023$ y χ^2 de Wald = 12,318, g.l. = 3, $P =$
 808 0,006, respectively for the first and second trial).

Comentado [TCG234]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG235]: Revisor 1: hecho

Huevo huésped Parasitismo aparente (Media \pm EE)

Comentado [TCG236]: Revisor 2: hecho

Ensayo	Parasitoide	<i>E. kuehniella</i>			<i>P. operculella</i>		
		N	Media	EE(*)	N	Media	EE(*)
No elección	<i>T. achaeae</i>	10	9,10	$\pm 0,95$ b	12	12,00	$\pm 1,00$ a
	<i>T. cacoeciae</i>	19	8,37	$\pm 0,66$ b	19	8,95	$\pm 0,69$ b
Elección	<i>T. achaeae</i>	20	4,20	$\pm 0,46$ c	20	5,10	$\pm 0,51$ bc
	<i>T. cacoeciae</i>	20	5,70	$\pm 0,53$ ab	20	6,70	$\pm 0,58$ a

Comentado [TCG237]: Revisor 2: hecho

809 **Figura 1.** Porcentajes medios de parasitismo de los huevos huéspedes de *E. phestis* kuehniella
 810 y *Phthorimaea operculella* operculella, causado por las hembras adultas de *T. richogramma* achaeae y *T.*
 811 cacoeciae en el ensayo de “no elección” de huésped, llevado a cabo bajo condiciones de
 812 laboratorio (25±2°C, 60-80% HR y luz continua) (Lineas verticales indican los errores
 813 estándares de las medias).

814 **Figure 1.** Average percentages of parasitism of the host eggs: *E. phestis* kuehniella and
 815 *Phthorimaea operculella* by the adult females of *T. richogramma* achaeae and *T. cacoeciae* in
 816 the host “no choice” test, carried out under laboratory conditions (25 ±2°C, 60-80% RH and
 817 continuous light) (Vertical lines indicate the standard errors of the means).

Comentado [TCG238]: Revisor 2: solicita indicar en la figura si hay o no diferencias significativas. Los autores deben de señalar que los porcentajes contenidos en la figura no fueron sometidos a análisis estadístico, por lo que no se puede incluir las significaciones. Por ello no se pueden incluir

Comentado [TCG239]: Revisor 1: hecho

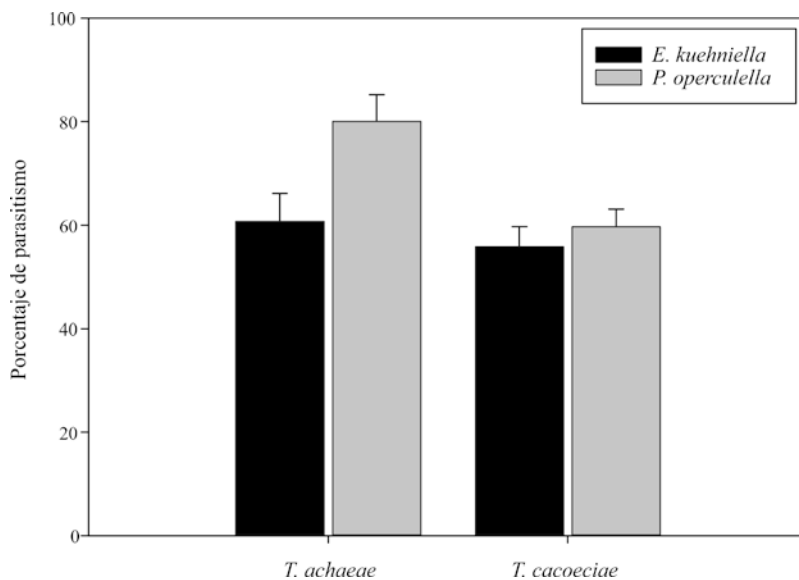
Comentado [TCG240]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG241]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG242]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG243]: Revisor 1: hecho

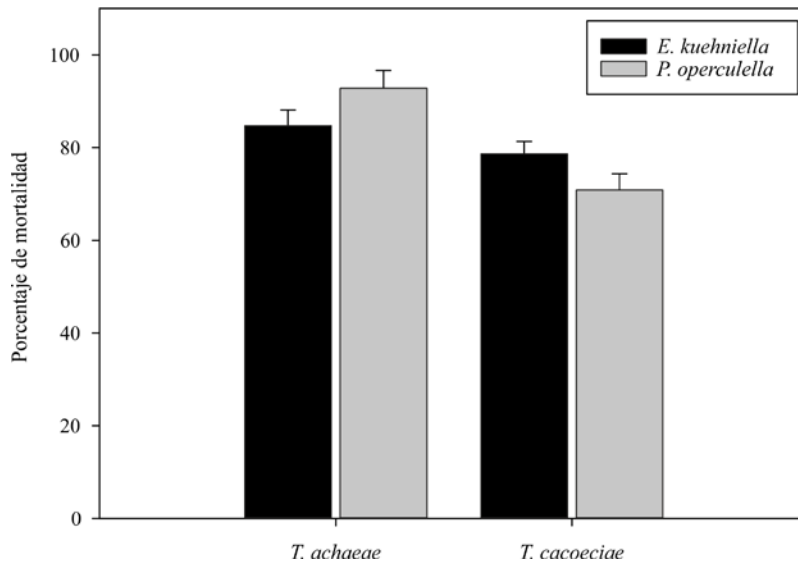
Comentado [TCG244]: Revisor 1: hecho



818

819 **Figura 2.** Porcentajes medios de mortalidad total (parasitismo + depredación por alimentación)
820 en huevos huéspedes de *E. kuehniella* y *P. operculella*, causado por las hembras de *T. achaeae*
821 y *T. cacoeciae* en el ensayo de “no elección” de huésped, llevado a cabo en condiciones de
822 laboratorio (25 ± 2 °C; 60-80 % de H.R. y luz continua) (Líneas verticales indican los errores
823 estándares de las medias).

824 **Figure 2.** Average percentages of total mortality (parasitism + host feeding) in host eggs of
825 *E. kuehniella* and *P. operculella*, by females of *T. achaeae* and
826 *T. cacoeciae* in the host “no choice” test, carried out in laboratory conditions (25 ± 2 °C, 60-
827 80% RH and continuous light) (Vertical lines indicate the standard errors of the means).



828
829

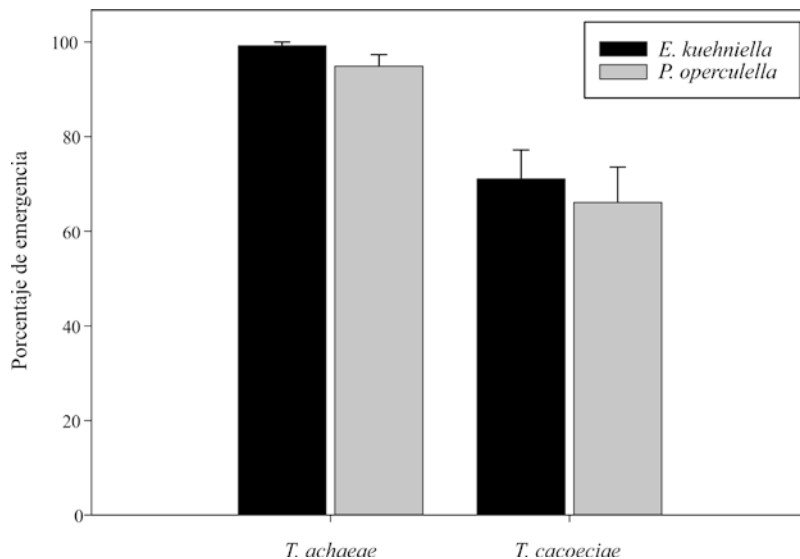
Comentado [TCG245]: Revisor 2: solicita indicar en la figura si hay o no diferencias significativas. Los autores deben de señalar que los porcentajes contenidos en la figura no fueron sometidos a análisis estadístico, por lo que no se puede incluir las significaciones. Por ello no se puede incluir.

Comentado [TCG246]: Revisor 1: hecho

Comentado [TCG247]: Revisor 1: hecho

830 **Figura 3.** Porcentajes medios de emergencia de *T. richogramma* achaeae y *T. cacoeciae* en
831 función del huésped (*E. phestia* kuehniella y *P. hthorimaea* operculella) parasitado previamente
832 por las hembras adultas en el ensayo de "no elección", llevado a cabo en condiciones de
833 laboratorio ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; 60-80 % de H.R. y luz continua) (Líneas verticales indican los errores
834 estándares de las medias).

835 **Figure 3.** Average emergency of *T. richogramma* achaeae and *T. cacoeciae* adults, according to
836 the host egg (*E. phestia* kuehniella and *P. hthorimaea* operculella) previously parasitized by the
837 adult females in the "no choice" test, carried out under laboratory conditions ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) 60-
838 80% RH and continuous light) (Vertical lines indicate the standard errors of the means).



839

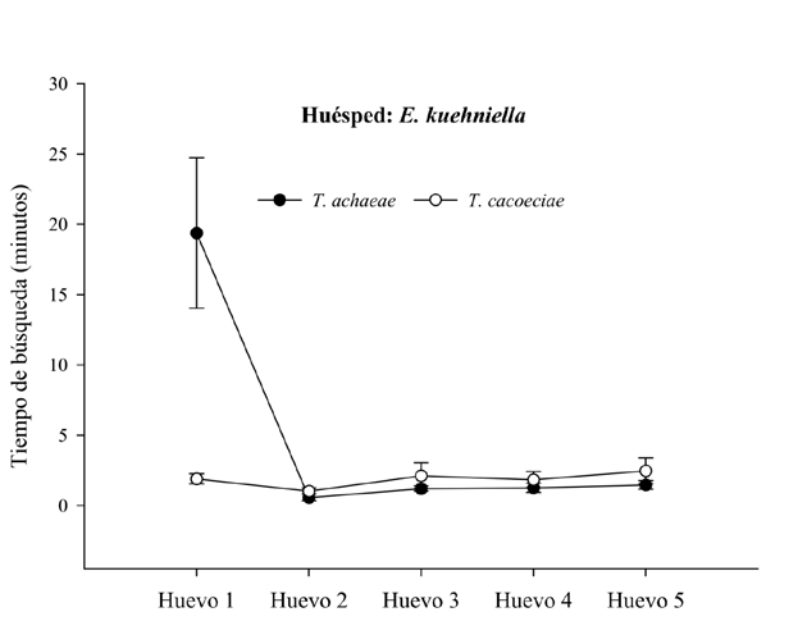
840

Comentado [TCG248]: Revisor 2: solicita indicar en la figura si hay o no diferencias significativas. Los autores deben de señalar que los porcentajes contenidos en la figura no fueron sometidos a análisis estadístico, por lo que no se puede incluir las significaciones. Por ello no se puede incluir.

Comentado [TCG249]: Revisor 1: hecho

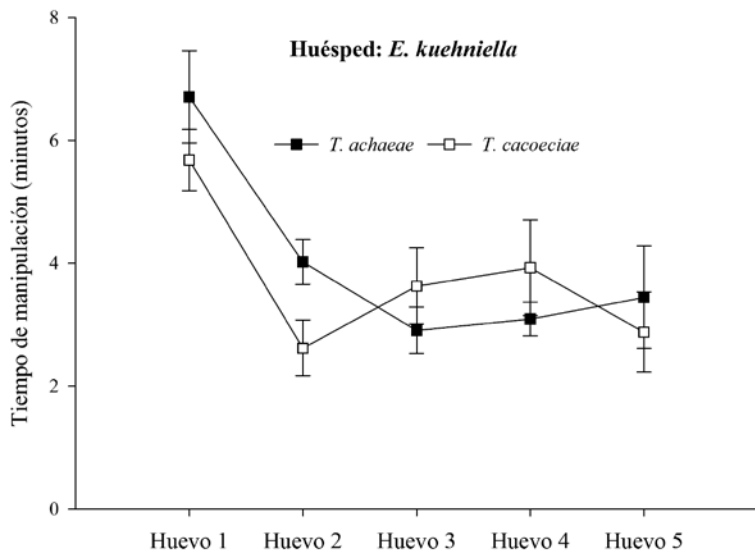
Comentado [TCG250]: Revisor 1: hecho

841 **Figura 4.** Variación del tiempo medio de búsqueda del huésped (T_s), expresados en minutos,
 842 de las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
 843 oviposición, en el caso de la especie huésped *Ephestia kuehniella* en condiciones de laboratorio
 844 (25 ± 1 °C, 60–80% H.R. y luz continua) (líneas verticales indican los errores estándares de las
 845 medias).
 846 **Figure 4.** Progression of the average of searching time (T_s) per egg host, in minutes, of the
 847 adult females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition
 848 sequence, in the case of the host species *Ephestia kuehniella* under laboratory conditions ($25 \pm$
 849 1 °C, 60–80% RH and continuous light) (vertical lines indicate the standard errors of the
 850 means).



851
 852

853 **Figura 5.** Variación del tiempo medio de manipulación del huésped (T_h), expresados en
 854 minutos, en las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
 855 oviposición, en el caso de la especie huésped *Ephestia kuehniella* en condiciones de laboratorio
 856 ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60–80% H.R. y luz continua) (líneas verticales indican los errores estándares de las
 857 medias).
 858 **Figure 5.** Progression of the average of handling time (T_h) per egg host, in minutes, of the adult
 859 females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition sequence, in
 860 the case of the host species *Ephestia kuehniella* under laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60–
 861 80% RH and continuous light) (vertical lines indicate the standard errors of the means).

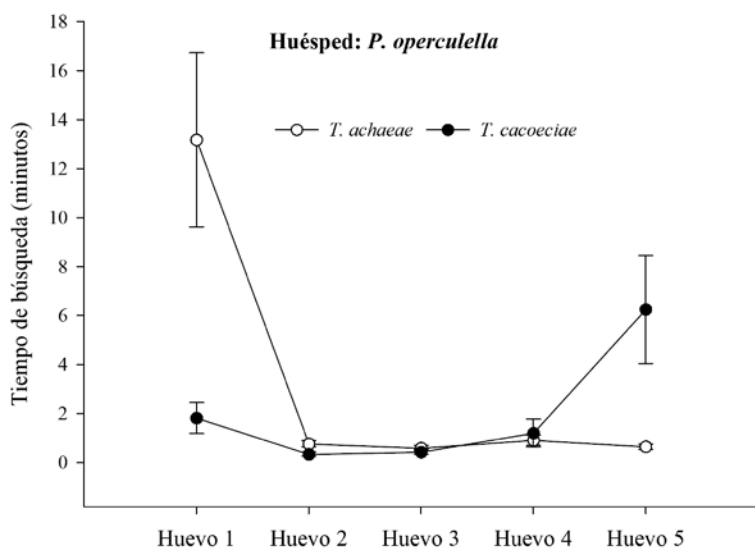


862

863

864 **Figura 6.** Variación del tiempo medio de búsqueda del huésped (T_s), expresados en minutos,
865 de las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
866 oviposición, en el caso de la especie huésped *Phthorimaea operculella* en condiciones de
867 laboratorio (25 ± 1 °C, 60-80% H.R. y luz continua) (líneas verticales indican los errores
868 estándares de las medias).

869 **Figure 6.** Progression of the average of searching time (T_s) per egg host, in minutes, of the
870 adult females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition
871 sequence, in the case of the host species *Phthorimaea operculella* under laboratory conditions
872 (25 ± 1 °C, 60-80% RH and continuous light) (vertical lines indicate the standard errors of the
873 means).

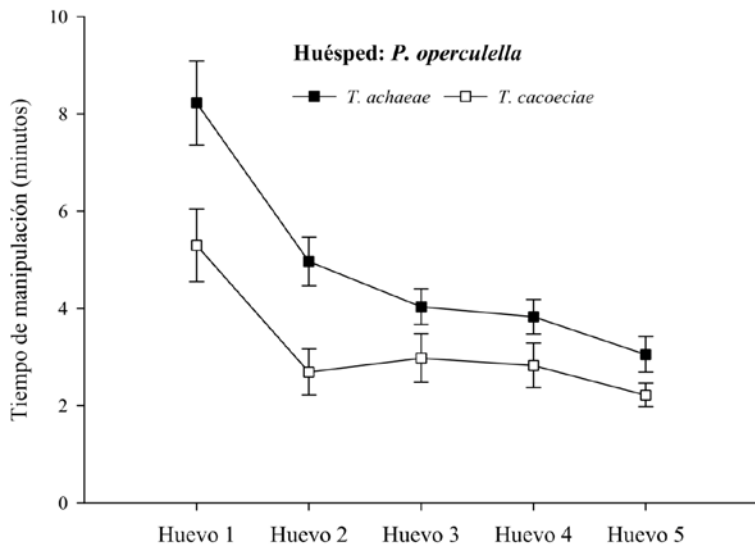


874

875

876 **Figura 7.** Variación del tiempo medio de manipulación del huésped (T_h), expresados en
877 minutos, en las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
878 oviposición, en el caso de la especie huésped *Phthorimaea operculella* en condiciones de
879 laboratorio (25 ± 1 °C, 60-80% RH y luz continua) (líneas verticales indican los errores
880 estándares de las medias).

881 **Figure 7.** Progression of the average of handling time (T_h) per egg host, in minutes, of the adult
882 females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition sequence, in
883 the case of the host species *Phthorimaea operculella* under laboratory conditions (25 ± 1 °C,
884 60-80% RH and continuous light) (vertical lines indicate the standard errors of the means).

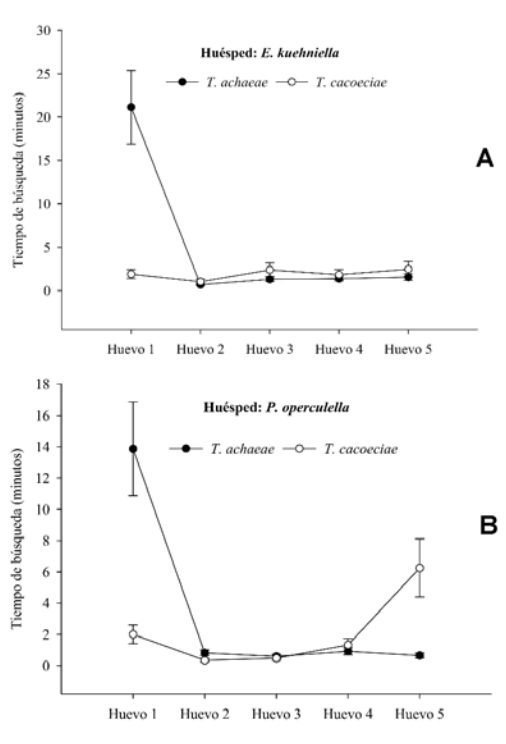


885

886

Comentado [TCG251]: Editora: figuras reagrupadas para reducir extensión del MS.

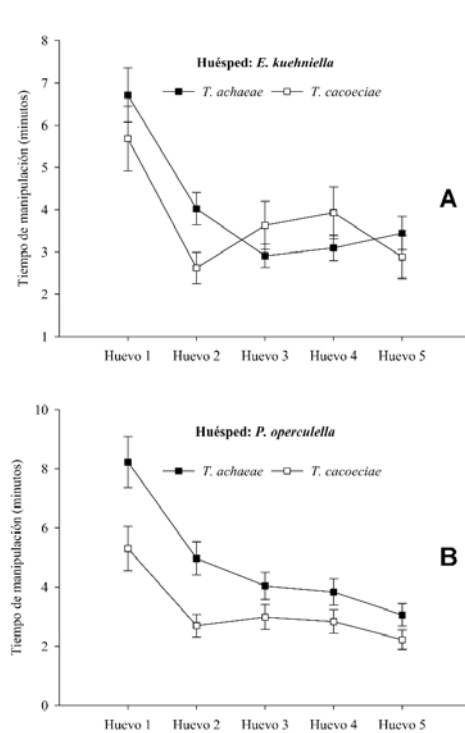
887 **Figura 4.** Variación del tiempo medio de búsqueda del huésped (T_s), expresados en minutos,
888 de las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
889 oviposición, en el caso de la especie huésped *Ephestia kuehniella* (A) y *Phthorimaea operculella*
890 (B) en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, 60–80% H.R. y luz continua) (líneas verticales
891 indican los errores estándares de las medias).
892 **Figure 4.** Progression of the average of searching time (T_s) per egg host, in minutes, of the
893 adult females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition
894 sequence, in the case of the host species *Ephestia kuehniella* (A) and *Phthorimaea operculella*
895 (B) under laboratory conditions (25 ± 1 °C, 60-80% RH and continuous light) (vertical lines
896 indicate the standard errors of the means).



897

898 **Figura 5.** Variación del tiempo medio de manipulación del huésped (T_h), expresados en
 899 minutos, en las hembras adultas de *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae*, según secuencia de
 900 oviposición, en el caso de la especie huésped *Ephestia kuehniella* (A) y *Phthorimaea operculella*
 901 (B) en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, 60–80% H.R. y luz continua) (líneas verticales
 902 indican los errores estándares de las medias).

903 **Figure 5.** Progression of the average of handling time (T_h) per egg host, in minutes, of the adult
 904 females of *Trichogramma achaeae* and *T. cacoeciae*, according to the oviposition sequence, in
 905 the case of the host species *Ephestia kuehniella* and *Phthorimaea operculella* (B) under
 906 laboratory conditions (25 ± 1 °C, 60-80% RH and continuous light) (vertical lines indicate the
 907 standard errors of the means).



Comentado [TCG252]: Nuevas Figuras 4 y 5 que reagrupa las anteriores 4-7, como se ha indicado anteriormente

908

909