

## Aspectos biológicos de *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) (Pulmonata: Stylommatophora) en condiciones controladas

Alejandro G. Terwissen, Héctor A. Alvarez Castillo, Alicia N. López, Ana M. Vincini, Pablo L. Manetti, Natalia L. Clemente y Gabriela Cendoya

\* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, CC 276, 7620 Balcarce, Buenos Aires, Argentina. E-mail: acastillo@balcarce.inta.gov.ar

**RESUMEN.** Se estudió la biología de *Deroceras reticulatum* a 12 y 18 °C, en laboratorio. La experiencia se inició en cada temperatura con 20 babosas recién nacidas. Los individuos se criaron individualmente, alimentándolos con hojas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Semanalmente se registraron longitud de cada babosa, mortalidad, oviposición e ingesta de cada individuo. Se identificaron 3 fases de desarrollo: la 1<sup>ra</sup> de crecimiento rápido, la 2<sup>da</sup> de crecimiento mas lento y la 3<sup>ra</sup> de crecimiento nulo a 18 °C y escaso a 12 °C. También se observaron diferencias en la 2<sup>da</sup> fase que alcanzó mayor duración a 12 °C. A 12 °C se observaron desoves a partir de la 3<sup>ra</sup> fase de desarrollo mientras que, a 18 °C, no se registró oviposición. Aunque la longevidad promedio no fue significativamente diferente entre ambas temperaturas, fue mayor a 12 °C con 221,2 días que a 18 °C con 192,8 días. La supervivencia no cambió en ambas temperaturas y la relación entre longevidad total y longevidad media fue 1,48: 1 (12 °C) y 1,81: 1 (18 °C). De las dos temperaturas evaluadas, 12 °C resultó la temperatura mas apropiada para el desarrollo de la población. El tamaño de *D. reticulatum* estuvo relacionado con el diámetro de las perforaciones producidas en las hojas de lechuga. Los individuos menores a 1 cm de longitud provocaron un raído de las hojas; los de 1 a 3 cm, perforaciones de 2 a 6 mm de diámetro y aquellos de más de 3 cm, grandes perforaciones en las hojas.

**Palabras clave:** babosa, curva de crecimiento, longevidad, supervivencia, daño foliar.

**ABSTRACT.** Biological aspect of *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) (Pulmonata: Stylommatophora) in experimental conditions. Crop management practices can have a deep influence on the biological community of agricultural systems. Conservation-tillage practices disturb the soil only enough to insert the seeds, and a variety of studies documented that conservation-tillage results in more substantial leaf litter and large weed community, and tend to host more diverse communities of soil organisms. However, most dangerous species of slugs,

as *Deroceras reticulatum*, are epigeal herbivores that inhabit the soil surface, and have been cited causing damages on several crops. Since 1997, it was found in southeast Buenos Aires province, Argentina, on sunflower under not tillage systems. An assumption of our experiment is that *Deroceras* populations in South America may be genetically distinct because of differences in climate or colonization histories. The objective of this study was to determine the growth curve, reproduction, longevity, and survival of *D. reticulatum*, under controlled laboratory conditions at 12 °C and 18 °C. The experience was initiated at each temperature with 20 recently born slugs. Individuals were kept in 385 cm<sup>3</sup> plastic boxes each and food consisted of leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L.). The length of each slug, mortality, egg-laying, and food eaten by each individual on the leaf of lettuce were registered weekly. Three phases of development were identified: the 1<sup>st</sup> one was of fast growth, the 2<sup>nd</sup> one of slower growth, and the 3<sup>rd</sup> one with absence of growth at 18 °C and scarce growth at 12 °C. Second phase was longer at 12 °C. At 12 °C, eggs were observed from 3<sup>rd</sup> phase of development whereas no egg-laying was recorded at 18 °C. Although average longevity was not significantly different in both temperatures, longevity was greater at 12 °C with 221,2 days than at 18 °C with 192,8 days. The survival was not significantly different with both temperatures and the relation between total longevity and average longevity was 1,48: 1 (at 12 °C) and 1,81: 1 (at 18 °C). Considering both temperatures studied, 12 °C resulted the most appropriate temperature for development of the population. The size of *D. reticulatum* was related with the diameter of the perforations in the lettuce leaf; individuals smaller than 1 cm caused a frayed on the leaves, those specimens of 1 to 3 cm long made perforations between 2 and 6 mm diameter, and those ones longer than 3 cm have done great perforations on the leaves.

**Key words:** *slugs, growth curve, longevity, survival, foliate damage.*

### Introducción

La siembra directa fue y es una práctica de cultivo utilizada en diversas regiones del mundo y con distinto grado de complejidad (Panigatti, 1998). En Argentina, durante el ciclo agrícola 2001/02 se sembraron 15.100.000 ha bajo esta modalidad y es líder en el mundo de este proceso innovativo (Sarlangue, 2004). La siembra directa además de reducir la erosión, fomentar la formación de materia orgánica y acumular mayor reserva de humedad, permite una reducción importante de los gastos de combustible y tiempos operativos (Aragón, 1998). La presencia de residuos vegetales y la ausencia de labranzas cambian las características físico-químicas del suelo, favoreciendo la presencia de insectos y otros organismos, muchos de los cuales son dañinos a los cultivos (Aragón, 1998).

En el sudeste bonaerense, entre las plagas más importantes que encuentran un ambiente apropiado para su reproducción y supervivencia se mencionan los "insectos de suelo" de diferentes familias (Aragón, 1998), el "bicho bolita" (*Armadillidium vulgare*, Latreille 1804) de difusión reciente (Vincini, 2002) y las babosas (Frank, 1998a, 1998b). Las dos últimas, son favorecidas por las condiciones húmedas y frescas que caracterizan a este sistema (Byers & Calvin, 1994).

Las babosas ocasionan daños en la etapa de implantación de los cultivos de maíz, soja, trigo, girasol, alfalfa y tréboles, entre otros, debido a que estos organismos consumen el endosperma de las semillas. Las Dicotiledóneas, durante la emergencia, son más susceptibles

a las babosas (Barrat *et al.*, 1989) ya que éstas dañan el ápice vegetativo y los cotiledones reduciendo el stand inicial de plantas (Hommay, 2002). En ocasiones, producen defoliaciones en las plántulas que provocan deficiencias en su desarrollo o la muerte.

En el sudeste bonaerense se destaca la presencia de la "babosa gris" *Deroceras reticulatum* (Müller, 1174) (Gasteropoda, Pulmonata, Stylommatophora, Limacidae) en cultivos en siembra directa (LISEZA, 1997). Esta especie es nativa de la región Paleártica occidental, pero ha sido introducida en diferentes regiones del mundo donde se ha convertido en una plaga (South, 1992). *Deroceras reticulatum* se caracteriza por una coloración desde crema pálida hasta grisácea con manchas y estrías oscuras. Los ejemplares maduros llegan a medir hasta 3,5 cm de longitud y exudan una mucosidad blanco lechoso cuando su tegumento es irritado (Costamagna *et al.*, 1999). *Deroceras reticulatum* se reproduce sólo una vez durante su ciclo de vida, muriendo al final del período reproductivo. En condiciones naturales y de acuerdo a los estudios realizados en pasturas cultivadas del área de influencia de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la especie es univoltina (Clemente, 2006).

Teniendo en cuenta el avance de la superficie cultivada bajo siembra directa en el sudeste bonaerense, los daños ocasionados por *D. reticulatum* durante la emergencia de los cultivos y que los datos bibliográficos procedentes de diferentes regiones zoogeográficas son dispares respecto a su etobiología, se determinaron los parámetros biológicos de *D. reticulatum* y el daño foliar que causa, en condiciones controladas.

## Métodos

El estudio se llevó a cabo en condiciones controladas desde mayo de 2001 a agosto de 2002. Para ello se utilizaron dos cámaras de cría tipo walk-in de 3x4x2,8 m de superficie interior (Refrimax S.R.L., Mar del Plata, Argentina), con regulación de la temperatura a 12 °C y 18 °C. Estos valores térmicos están próximos a las temperaturas medias del suelo donde se desarrollan estos organismos en el sudeste bonaerense.

Los adultos de *D. reticulatum* se recolectaron en un cultivo de repollito de Bruselas (*Brassica oleracea* Linneo var. gemmífera), que poseía un nivel alto de infestación. Los individuos se colocaron en cajas de plástico con cierre hermético, de 25x25x10 cm de altura, con 2,5 cm de tierra y se mantuvieron en una cámara oscura entre 14° y 17 °C hasta la obtención de los huevos que integrarían la cohorte inicial. A mediados de mayo se separaron los huevos y se colocaron en una bandeja que contenía tierra húmeda. De éstos, se seleccionaron 200 huevos de 2,5 mm de diámetro que se revisaron diariamente hasta su eclosión.

El 10 de septiembre de 2001, se extrajeron 40 individuos recién nacidos y se midió la longitud de cada uno de ellos. Se colocaron individualmente en recipientes de cría de 400 ml, herméticamente cerrados, que contenían tierra tamizada y esterilizada. La cohorte de 40 babosas se dividió en 2 grupos de 20 individuos cada uno que se criaron a 12 °C y a 18 °C. El estudio se llevó a cabo en oscuridad y la humedad, en el interior del recipiente de cría, se mantuvo adicionando semanalmente hojas de lechuga humedecidas.

Semanalmente se tomaron los siguientes datos: longitud, número de individuos vivos y muertos y número de huevos. Entre la 2<sup>da</sup> y 13<sup>era</sup> semana de vida de las babosas se midió, con un Vernier, el diámetro de las perforaciones en las hojas de lechuga utilizada como alimento.

## Análisis estadístico

Con los datos semanales de longitud de las babosas se calculó el promedio, desvío estándar y coeficiente de variación (%) y se realizó una estimación con un intervalo del 90

% de confianza. De esta manera se obtuvo, para cada temperatura, un valor promedio de longitud de la babosa con sus respectivos límites del intervalo de confianza. Cuando los intervalos se intersecan la longitud promedio a 18 °C no supera a la longitud promedio a 12 °C, con un nivel de significación de 5 %. El crecimiento en longitud para cada fase de desarrollo se analizó mediante modelos de regresión lineal, que contemplaron diferentes ordenadas al origen y pendientes.

Con los datos de longevidad, para cada temperatura, se calculó el promedio, desvío estándar, coeficiente de variación (%) y se realizó un test de hipótesis para la comparación de ambos promedios ( $\alpha=0,05$ ). Se calculó el porcentaje de supervivencia en cada fecha de medición y para cada temperatura se realizó una estimación con un intervalo del 90 % de confianza:

$$\left( \hat{p} - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(100 - \hat{p})}{n}} ; \hat{p} + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(100 - \hat{p})}{n}} \right)$$

donde  $\hat{p}$  = porcentaje de supervivencia en cada fecha de medición y  $n$  = cantidad de datos.

Si dichos intervalos se intersecan, la supervivencia a 12 no supera a la supervivencia a 18 °C, con un nivel de significación del 5 %.

La relación entre la longitud de la babosa y el diámetro de las perforaciones producidas con la rádula en las hojas de lechuga, se analizó mediante modelos de regresión lineal.

### Resultados

Se observó que las babosas alcanzaron una longitud aproximadamente constante luego de 30 semanas. No se observaron diferencias marcadas en la longitud de los individuos criados a 12 ° y 18 °C desde recién nacidos hasta la 7<sup>ma</sup> semana de vida; prueba de ello son los coeficientes de variación bajos que se registraron entre la eclosión y la primera semana de vida a 12 °C (9,43-18,05 %) y 18 °C (8,64-11,77 %). Entre la 2<sup>da</sup> y 4<sup>ta</sup> semanas de vida, los valores máximos fueron 21,9 a 22,1 % a 12 °C y entre la 5<sup>a</sup> y 7<sup>ma</sup> estuvieron cercanos al 20 % a 18 °C (Fig. 1).

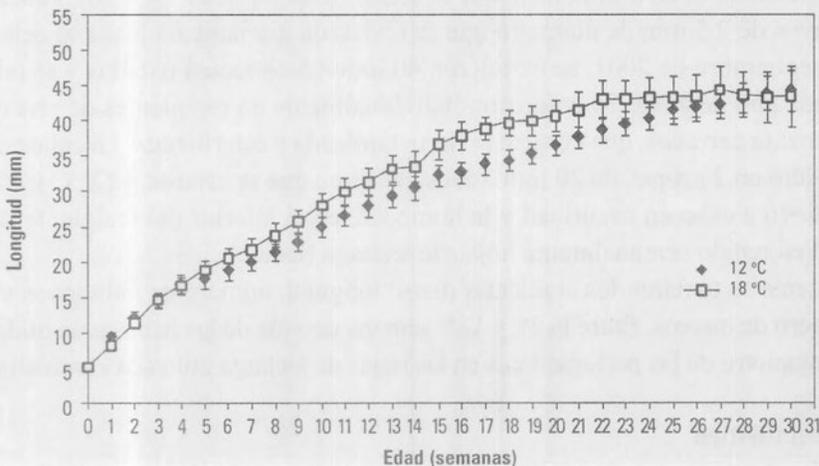


Figura 1. Curva de crecimiento (en mm) de *Deroceas reticulatum* a 12 y 18 °C en 30 semanas de vida.

A la eclosión de los huevos, la longitud promedio de las babosas fue 5 mm y a las 30 semanas de vida la longitud promedio máxima, en ambas temperaturas, alrededor de 44 mm. Se observó que entre la 13<sup>ra</sup> y 21<sup>ra</sup> semanas de vida la longitud promedio fue mayor a 18 que a 12 °C ( $\alpha=0,05$ ) y para el período restante las diferencias no fueron significativas, ya que los intervalos de confianza se intersecan. A partir de las curvas de crecimiento, a 12 y 18 °C, se identificaron tres fases de desarrollo (Figs. 2 y 3).

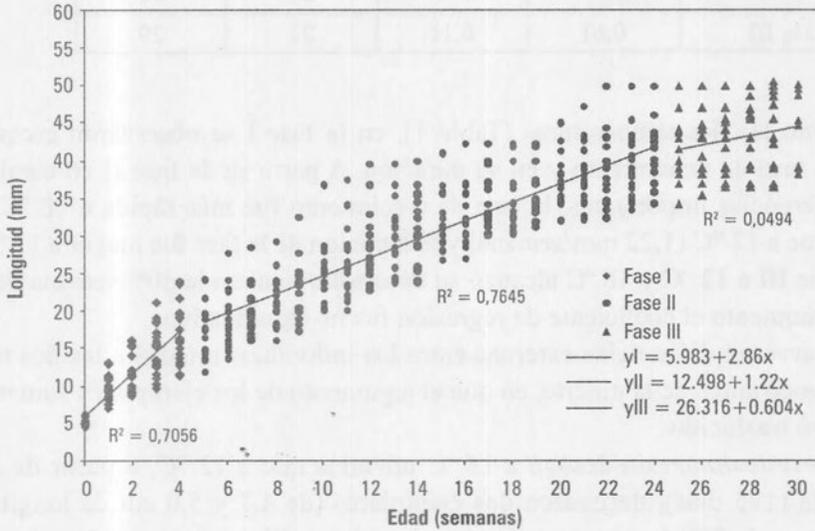


Figura 2. Fases del desarrollo de *Deroceras reticulatum* a 12 °C.

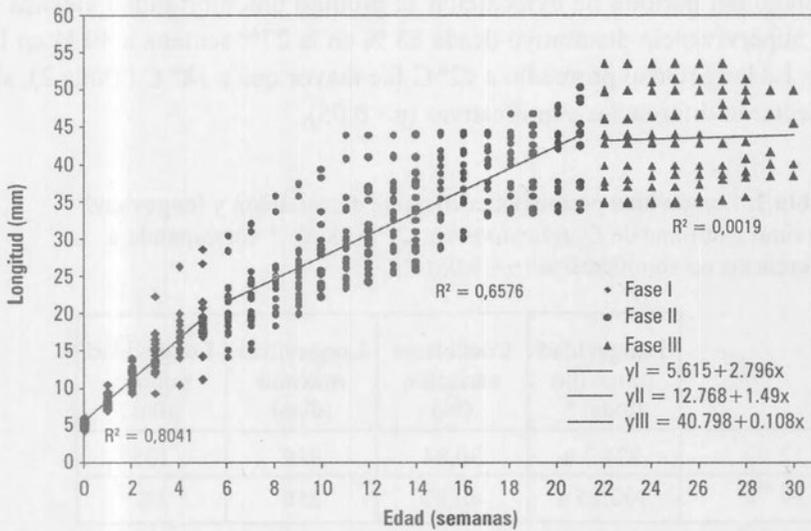


Figura 3. Fases del desarrollo de *Deroceras reticulatum* a 18 °C.

A 12 °C (Fig. 2) la 1<sup>ra</sup> fase duró desde la eclosión hasta la 4<sup>ta</sup> semana, la 2<sup>da</sup> desde la 5<sup>ta</sup> hasta la 24<sup>ta</sup> semana y la 3<sup>ra</sup> desde la 25<sup>ta</sup> hasta la 47<sup>ma</sup> semana de vida. En cambio, a 18 °C (Fig. 3) la 1<sup>ra</sup> fase duró desde la eclosión hasta la 5<sup>ta</sup> semana, la 2<sup>da</sup> desde la 6<sup>ta</sup> hasta la 21<sup>ra</sup> semana y la 3<sup>ra</sup> desde la 22<sup>da</sup> hasta la 50<sup>ma</sup> semana de vida.

En la tabla 1 se observan los coeficientes de regresión obtenidos con cada análisis de regresión y la duración de cada fase, en las dos temperaturas estudiadas.

**Tabla 1.** Coeficientes de regresión y duración en semanas de cada fase del desarrollo de *Deroceras reticulatum*.  $P = < ,01$ .

	Coeficiente regresión(b)		Duración (semanas)	
	12 °C	18 °C	12 °C	18 °C
Fase I	2,86 *	2,80 *	4	5
Fase II	1,22 *	1,49 *	20	16
Fase III	0,61	0,11	23	29

Comparando las dos temperaturas (Tabla 1), en la fase I se observaron escasas diferencias en la tasa de crecimiento y en su duración. A partir de la fase II en cambio, se observaron diferencias importantes, la tasa de crecimiento fue más rápida a 18 °C (1,49 mm/semana) que a 12 °C (1,22 mm/semana) y la duración de la fase fue mayor a 12 °C que a 18 °C. La fase III a 12 °C y 18 °C alcanzó su desarrollo total en la 30<sup>ma</sup> semana de vida, ya que en ese momento el coeficiente de regresión fue no significativo.

No se observaron diferencias externas entre los individuos criados a las dos temperaturas, hasta poco antes de la muerte, en que el tegumento de los ejemplares sometidos a 12 °C se mostró traslúcido.

*Deroceras reticulatum* no desovó a 18 °C mientras que a 12 °C, a partir de la 25<sup>ta</sup> semana de vida (175 días), desovaron dos ejemplares (de 4,7 y 5,0 cm de longitud), y entre esa semana y la 28<sup>va</sup> desovaron todos los ejemplares. El comienzo de la oviposición coincidió con el inicio de la 3<sup>ra</sup> fase de desarrollo, etapa durante la cual se produjo la maduración y puesta de los huevos.

A 12 °C, luego del período de oviposición se produjo una mortalidad elevada de los individuos y la supervivencia disminuyó desde 65 % en la 27<sup>ma</sup> semana a 40 % en la 30<sup>ma</sup> semana de vida. La longevidad promedio a 12 °C fue mayor que a 18 °C (Tabla 2), sin embargo no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 2.** Longevidad promedio, coeficiente de variación y longevidad máxima y mínima de *D. reticulatum* a 12 ° y 18 °C. \* corresponde a diferencias no significativas ( $\alpha = 0,05$ )

	Longevidad promedio (días) *	Coeficiente variación (%)	Longevidad máxima (días)	Longevidad mínima (días)
12 °C	221,2 a	30,84	329	105
18 °C	192,85 a	40,82	350	98

La supervivencia a 12 °C fue mayor que a 18 °C (Fig.4), a excepción del comienzo y final del estudio cuando a 18 °C la longevidad de los individuos fue mayor. Sin embargo, estas diferencias fueron significativas a los 203 días de vida, con 60 y 25 % de supervivencia a 12 ° y 18 °C, respectivamente. Mientras que en el resto de la curva, las diferencias no fueron significativas puesto que los intervalos de confianza se intersecan. La relación entre la longevidad total y la longevidad media fue de 1,48:1 (12 °C) y de 1,81:1 (18 °C), es decir hubo individuos que vivieron 1,48 y 1,81 veces más que la población media a 12 ° y 18 °C, respectivamente.

### Daño foliar

En las hojas de lechuga, los individuos menores a 1 cm de longitud produjeron un raído, los que midieron entre 1 y 3 cm raído y perforaciones, mientras que los mayores a 3 cm perforaciones muy grandes.

Cuando se analizaron las rectas de regresión, tanto a 12 como a 18 °C, las babosas median aproximadamente 1 cm de longitud y al alimentarse produjeron en la hoja perforaciones de aproximadamente 2 mm de diámetro. Cuando las babosas midieron 4 cm produjeron perforaciones de aproximadamente 8 mm de diámetro. Los datos del daño foliar se tomaron desde la 2<sup>da</sup> semana, cuando la longitud promedio de la babosa fue 1,21 cm y 1,14 cm a 12 y 18 °C, respectivamente, hasta la 13<sup>ra</sup> semana de vida, con una longitud promedio de 2,94 cm y 3,33 cm a 12 y 18 °C, respectivamente. Como se observa en la Fig. 5, las pendientes de las ecuaciones de regresión que describen el incremento lineal del tamaño de las perforaciones con respecto al crecimiento de los individuos no varió entre 12 y 18 °C ( $p < 0,01$ ).

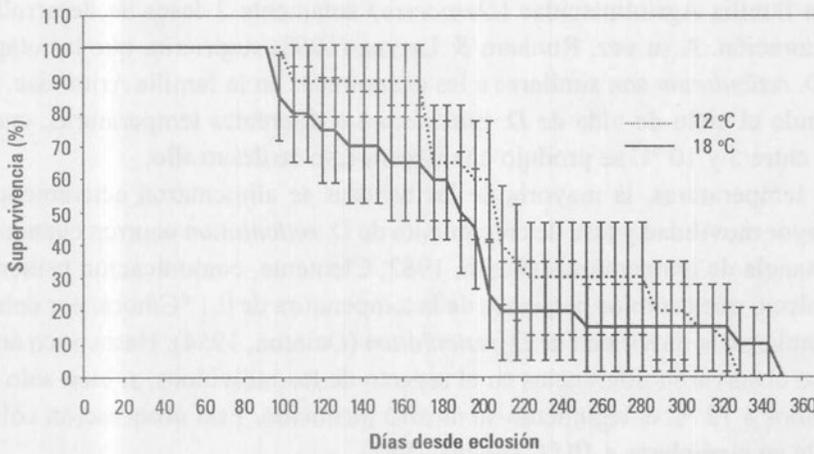


Figura 4. Supervivencia de *Deroceras reticulatum* a 12 y 18 °C.

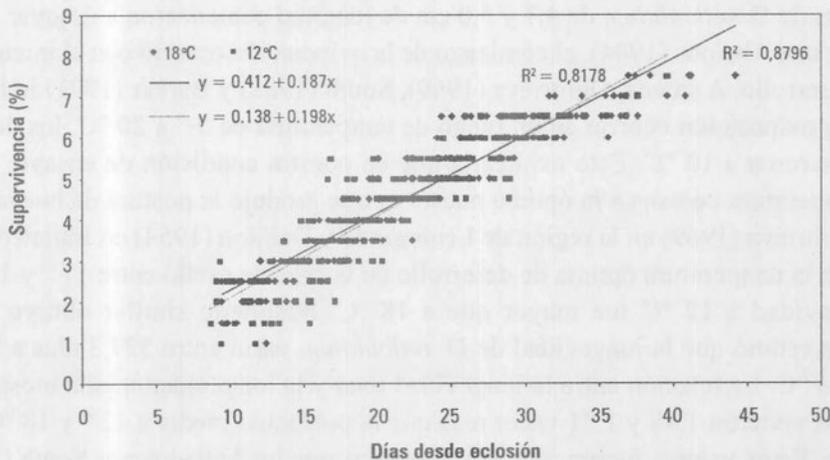


Figura 5. Relación entre la longitud de *Deroceras reticulatum* y diámetro (mm) de las perforaciones.

## Discusión

La longitud de las babosas al comienzo y al final del desarrollo, fue similar en ambas temperaturas. A diferencia de lo hallado por South (1992), quien manifestó la existencia de una variación intraespecífica en la longitud de las babosas, no sólo en los primeros días de vida sino también durante su desarrollo, aún entre individuos procedentes de una misma cohorte. Sin embargo, Shibata & Rollo (1988) encontraron que cuando los huevos son grandes, producen individuos de crecimiento lento, de manera que el tamaño de los huevos está relacionado con la tasa de crecimiento de las babosas. En este trabajo, la escasa variación en el tamaño inicial y subsiguiente pudo deberse a que los huevos tuvieron todos el mismo tamaño, entre 2,5 y 2,6 mm de diámetro.

Para determinar el crecimiento, se utilizó como criterio la longitud y no el peso de los individuos y el modelo de desarrollo obtenido fue semejante al propuesto por Abeloos (1944) para los géneros de la familia Arionidae. Este autor halló 3 fases: 1) fase infantil, de crecimiento rápido, 2) fase juvenil, de crecimiento lento y 3) fase de maduración, con escaso crecimiento o sin él, durante la cual las babosas desovan. En cambio, Barker (1991) registró para la familia Agriolimacidae (*Deroceras*) solamente 2 fases de desarrollo, juvenil y de maduración. A su vez, Runham & Laryea (1968) sugirieron que las etapas de desarrollo de *D. reticulatum* son similares a las encontradas en la familia Arionidae. South (1982) estudiando el ciclo de vida de *D. reticulatum* a diferentes temperaturas, encontró que solamente entre 5 y 10 °C se produjo una tercera fase de desarrollo.

En ambas temperaturas, la mayoría de las babosas se alimentaron activamente. Sin embargo, la mayor movilidad y tasa de crecimiento de *D. reticulatum* ocurren cuando se las somete a alternancia de temperaturas (South, 1982; Clemente, comunicación personal). A su vez, se estableció que cambios pequeños de la temperatura de 0,1 °C/hora, por debajo de los 20 °C, estimularon la movilidad de *D. reticulatum* (Dainton, 1954). Hasta poco antes de la muerte, no se observaron diferencias en el aspecto de los individuos, si bien sólo en los ejemplares criados a 12 °C el tegumento se mostró traslúcido. Esta observación coincidió con la efectuada en ejemplares a 10 °C (South, 1982).

De acuerdo a McCracken & Brussard (1980) y Heller (2001), *D. reticulatum* puede autofecundarse en condiciones de aislamiento, siendo ésta una característica utilizada como último recurso cuando la población declina y así mediante la autofecundación el animal puede contribuir a la perpetuación de la especie. A 12 °C y a partir de los 175 días de vida, los ejemplares de *D. reticulatum* de 4,7 y 5,0 cm de longitud comenzaron a desovar. Coincidentemente con Abeloos (1944), el comienzo de la oviposición ocurrió con el inicio de la 3ª fase de desarrollo. A su vez, Dmitrieva (1969), South (1982) y Barker (1991) indicaron que si bien la oviposición ocurrió en un rango de temperatura de 5 ° a 20 °C, los desoves son más numerosos a 10 °C. Esto explicaría que en nuestra condición de ensayo, 12 °C resulte la temperatura cercana a la óptima puesto que se produjo la postura de huevos. Sin embargo, Dmitrieva (1969) en la región de Leningrado y Dainton (1954) en Inglaterra, encontraron que la temperatura óptima de desarrollo de la especie osciló entre 17 ° y 19 °C.

La longevidad a 12 °C fue mayor que a 18 °C. Resultado similar obtuvo South (1982), quien estimó que la longevidad de *D. reticulatum* varió entre 527,3 días a 5 °C a 71,6 días a 26 °C. La relación entre la longevidad total y la longevidad media mostró que los individuos vivieron 1,48 y 1,81 veces más que la población media a 12 ° y 18 °C, respectivamente. Estos valores fueron algo más elevados que los hallados por South (1982), quien estableció un rango de 1,07:1 hasta 1,46:1.

Según Byers & Calvin (1994) cuando las babosas se alimentan de lechuga, al comienzo ingieren parte de la hoja, entre las nervaduras, dejando intacta la epidermis inferior;

cuando crecen, comen la hoja dejando perforaciones. En este estudio y de acuerdo a la longitud de los individuos, se observó que al alimentarse produjeron primero el raído de las hojas, luego raído y perforaciones y finalmente perforaciones muy grandes.

Los estudios realizados con *Deroceras reticulatum* a 12 y 18 °C permiten concluir que la longitud promedio de las babosas, al comienzo y al final del desarrollo, fue similar en ambas temperaturas. A 18 °C la longitud promedio máxima se alcanzó en la 22<sup>da</sup> semana de vida mientras que a 12 °C en la 30<sup>ma</sup> semana de vida. Se identificaron 3 fases de desarrollo en ambas temperaturas. La cohorte criada a 18 °C se desarrolló hasta adulto, pero no se reprodujo. La cohorte criada a 12 °C desovó a partir de la 3<sup>ra</sup> fase del desarrollo. La longevidad promedio a 12 °C fue de 221,2 días y a 18 °C 192,8 días y la supervivencia de las cohortes no difirió entre ambas temperaturas. De las temperaturas estudiadas, 12 °C fue la adecuada para el desarrollo de la población.

### Referencias

- Abeloos, M. 1944. Recherches expérimentales sur la croissance. La croissance des mollusques Arionidés. Bulletin Biological. France et Belgique 78: 215-256. *Bulletin Biologica. France et Belgique* 78: 215-256.
- Aragón, J. 1998. Manejo integrado de plagas relacionadas a la siembra directa. pp 163-175. En: Panigatti, J. L., H. Marelli, D. Buschiazzo & R. Gil (eds.), *Siembra directa*. Hemisferio Sur. 334 pp.
- Barker, G. M. 1991. Biology of slugs (Agriolimacidae & Arionidae: Mollusca) in New Zealand hill country pastures. *Oecologia* 85: 581-595.
- Barratt, B. I. P., R.A. Byers & D.L. Bierlein. 1989. Conservation tillage crop establishment in relation to density of the field slug (*Deroceras reticulatum* (Muller)). *BCPC Monograph* 41: 93-99.
- Byers, R.A. & D.D. Calvin. 1994. Economic injury levels to field corn from slug (*Stylommatophora*: Agriolimacidae) feeding. *Journal of Economic Entomology* 87(5): 1345-1350.
- Clemente, N.L. 2006. Biología de *Deroceras reticulatum* (Mollusca: Pulmonata: Limacidae) y su manejo en el cultivo de girasol en siembra directa. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina*. 57 pp.
- Dainton, B.H. 1954. The activity of slugs. I. The induction of activity by changing temperatures. *Journal of Experimental Biology* 31: 165-187.
- Dmitrieva, E.F. 1969. Population dynamics, growth, feeding and reproduction of field slug (*Deroceras reticulatum*) in Leningrad Oblast. *Zoologicheskii Zhurnal* 48: 802-810.
- Frank, T. 1998a. Slug damage & numbers of the slug pests, *Arion lusitanicus* and *Deroceras reticulatum*, in oilseed rape grown beside sown wildflower strips. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 67: 67-78.
- Frank, T. 1998b. The role of different slug species in damage to oilseed rape bordering on sown wildflower strips. *Annals of Applied Biology* 133: 483-493.
- Heller, J. 2001. Life history strategies. pp 413-445. In: Barker, G. M. (ed.) *The biology of terrestrial molluscs*. CAB International. 558 pp.
- Hommay, G. 2002. Agriolimacidae, Arionidae and Milacidae as pests in west european sunflower and maize. pp. 245-254. In: Barker, G. (ed). *Molluscs as crop pests*. CAB International, London, 450 pp.
- LISEZA, 1997. *Libro de Consultas Laboratorio de Investigación y Servicios de Zoología Agrícola*. Unidad Integrada, FCA, UNMdP y EEA Balcarce-INTA.
- McCracken, G.F. & P.F. Brussard. 1980. Self-fertilization in the white-lipped snail, *Triodopsis albolabris*. *Biological Journal of the Linnean Society* 14: 429-434.
- Panigatti, J.L. 1998. El INTA y la siembra directa. pp 25-28. En: Panigatti, J. L., H. Marelli, D. Buschiazzo & R. Gil eds. *Siembra directa*. Hemisferio Sur. 334 pp.
- Runham, N.W. & A.A. Laryea. 1968. Studies on the maturation of the reproductive system of *Agriolimax reticulatus* (Pulmonata Limacidae). *Malacologia* 7: 93-108.
- Sarlangue, H.A. 2004. Siembra directa. *Visión Rural* 51: 5-8.

- Shibata, D.M. & C.D. Rollo. 1988. Intraspecific variation in the growth rate of gastropods: Five hypotheses. *Entomological Society of Canada* 2 (146): 199-213.
- South, A. 1982. A comparison of the life cycle of *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion intermedius* Normand (Pulmonata: Stylommatophora) at different temperatures under laboratory conditions. *Journal of Molluscan Studies* 48: 233-244.
- South, A. 1992. *Terrestrial slugs. Biology, ecology and control*. Chapman & Hall, UK. 420 pp.
- Vincini, A.M. 2002. *Isópodos terrestres. Arthropoda: Crustacea (Bicho bolita y/o bicho pildora y/o cochinilla de la humedad)*. Material didáctico, cátedra de Zoología agrícola. UNMDP, Facultad de Ciencias Agrarias, CECAB. Balcarce, 11 pp.