

Aspectos de la biología reproductiva de lumbrícidos silvestres (Oligochaeta: Lumbricidae) en el sur de Chile

Some aspects of reproductive biology of three earthworm species (Oligochaeta: Lumbricidae) in southern Chile

ANDRES MUÑOZ-PEDREROS^{1, 2}, EUGENIO RUIZ¹,
CINTHIA POBLETE¹ y MONICA SANTELICES³

(1) Laboratorio de Ecología Aplicada, Facultad de Ciencias Básicas,
Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile

(2) Centro de Estudios Agrarios & Ambientales, CEA, Casilla 164, Valdivia, Chile

(3) Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 127, Talcahuano, Chile

RESUMEN

En la zona sur de Chile (Provincia de Cautín) se estudiaron tres especies de lumbrícidos silvestres: *Dendrobaena subrubicunda* (Savigny, 1826), *Eisenia fetida fetida* (Savigny, 1826) y *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1845). Se instalaron dos lechos de extracción de lombrices y ootecas para su estudio en laboratorio. Los lumbrícidos fueron alimentados con desechos orgánicos de origen animal y vegetal estabilizados con fermentación. Se establecieron los caracteres morfológicos y morfométricos de cada especie y sus principales parámetros reproductivos. Los individuos se mantuvieron en envases de plástico registrándose las fechas de aparición de púpulas, pubertad, clitelo y postura de ootecas. La especie de mayor longitud al eclosionar fue *D. subrubicunda* (9,1 mm), y la de mayor peso fue *L. rubellus* (0,005 g). Las tres especies tuvieron un crecimiento constante en el tiempo, alcanzando en la madurez sexual mayor talla *L. rubellus* (59,4 mm) y menor talla *D. subrubicunda* (32 mm). Presentaron su período reproductivo entre invierno y primavera. *E. fetida fetida* fue la especie de menor tiempo de incubación (46,6 días) y *L. rubellus* la de mayor tiempo de incubación (107 días). La especie con mayor número de crías fue *E. fetida fetida* (2,5 ind./oot.), y la de menor, *L. rubellus* (1 ind. x oot.). La especie sexualmente más precoz fue *D. subrubicunda* (14,3 semanas). Las otras especies maduraron a una edad similar (19 semanas).

Palabras clave: Lumbricidae, reproducción, fauna de suelo, sur de Chile.

ABSTRACT

In the south of Chile, three species of earthworm were studied: *Dendrobaena subrubicunda* (Savigny, 1826), *Eisenia fetida fetida* (Savigny, 1826) and *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1845). Two extracting beds and "ootecas" were installed to be studied in the laboratory. The worms were fed with organic wastes coming from vegetables and animals, stabilized with aerobic fermentation. Some morphological and morphometrical features and their main reproductive parameters were established for each species. The individuals were kept in plastic containers to record appearance of pupulae, puberty, clitelum and lay of ootecas. *D. subrubicunda* was the biggest at the moment of eclosion (9.1 mm), and *L. rubellus* had the highest weight (0.005 g). The three species had a constant growth in time, getting *L. rubellus* a greater size (59.4 mm) and *D. subrubicunda* a smaller size (33 mm) at sexual maturity. The reproductive period was between winter and spring seasons. The species with the shorter period of incubation was the *E. fetida fetida* (46.6 days) and *L. rubellus* had the greatest period of incubation (107 days). The species with the highest number of offsprings was *E. fetida fetida* (2.5 ind/oot) and the one with the lowest was *L. rubellus* (1 ind x oot). The most sexually precocious was *D. subrubicunda* (14.3 weeks). The other species matured at a similar age (19 weeks).

Key words: earthworm, reproduction, soil fauna, southern Chile.

INTRODUCCION

En Chile se han realizado estudios de lumbrícidos en distintos contextos, entre ellos: transformación de residuos orgánicos biode-

gradables en productos de mayor valor agregado (Velásquez & Herrera 1985), deslignificación de excedentes silvoagropecuarios y biotransformación (Velásquez et al. 1988), aplicación tecnológica del excedente cárneo

procesado como harina de lombriz (Velásquez et al. 1986). Sin embargo, la biología reproductiva de los lumbrícidos silvestres está pobremente documentada, información que es de vital importancia para el conocimiento ecológico y eventual manejo de estos anélidos. El cultivo de lombrices de tierra (lumbricultura) está basado, en Chile, en la especie doméstica *Eisenia fetida*. El argumento para usar sólo esta especie es su gran potencial reproductivo, característica que no tendrían las especies silvestres. Sin embargo, para evaluar con fundamentos el eventual uso productivo de éstas, es interesante conocer las características reproductivas de las especies nativas. El objetivo de esta investigación fue establecer las características morfológicas, morfométricas y reproductivas de lumbrícidos silvestres presentes en Temuco, IX Región de Chile.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El área de estudio se ubicó en el Campus San Francisco de la Universidad Católica de Temuco, localizado en el perímetro urbano de la ciudad de Temuco, IX región, Chile. El clima es de tipo mediterráneo perhúmedo, tipo $C_s b_3$ (Koeppen 1931), que se caracteriza como templado de verano seco y corta estación de sequía con posibilidades de precipitación durante los 12 meses del año, superando los 1.000 mm/año. En invierno abundan las heladas por la penetración del aire frío polar, el verano es templado a fresco por efecto de la humedad y del mar. El suelo es de origen volcánico, estructura granular y textura franca. Con altos niveles de K, Fe y Al; deficiente en B, Mg, Zn y Mo. El área de recolección de lumbrícidos se caracterizó por la presencia de abundante residuo orgánico vegetal, con un pH de 7,2 y un 70% de humedad. Protegido por una arboleda en que predominan *Sambucus nigra* L. (sauco), *Acer pseudoplatanus* L. (arce) *Cupressus* sp. (ciprés) y *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (peumo). Los lumbrícidos (adultos y juveniles) fueron colectados manualmente y llevados a 25 m de distancia, donde se habilitaron lechos de cultivo.

METODOLOGIA

En el área de estudio se instalaron dos lechos de cultivo de lombrices de 1 x 1 x 0,3 m cerrados por tablas, con el objeto de extraer ejemplares y ootecas para su posterior traslado y estudio en laboratorio. Los lumbrícidos fueron depositados sobre una capa de sustrato proveniente del área de recolección. Previamente, el alimento compuesto por desechos orgánicos de origen animal (guano vacuno y caballar) y vegetal (pasto) se estabilizó por 30 días mediante fermentación aeróbica, con abundante agua. Los individuos recolectados se determinaron taxonómicamente con claves y referencias bibliográficas (Gerard 1964, Stephenson 1930, Edwards & Lofty 1972). Los caracteres morfológicos y morfométricos de cada especie se establecieron considerando: a) color, por observación a ojo desnudo y bajo lupa (4x); b) longitud y peso, utilizando regla milimétrica y balanza analítica (0,01 g precisión). Se efectuaron registros semanales de ambos datos, desde la eclosión hasta la madurez sexual de las especies (dos semanas después del registro de ovipostura); c) observación de las ootecas, mediante la utilización de reglas milimétricas y lupas estereoscópicas (4x). La información se expresa como promedios indicando una desviación estándar.

Los lumbrícidos se estudiaron en laboratorio desde septiembre de 1987 a febrero de 1989. Por las características estructurales del laboratorio fueron mantenidos a una temperatura ligeramente inferior a la ambiental, registrada con termómetros de máxima y mínima en °C, y a una humedad del 75%, registrándose los siguientes parámetros: a) período reproductivo: para ello se recolectaron 10 parejas de lumbrícidos de cada especie y se depositaron en envases de plástico rotulados, que contenían alimento con pH similar al de los lechos de cultivo, registrándose diariamente la aparición de ootecas; b) ootecas: se depositó cada una en frascos rotulados, sobre algodón húmedo, registrándose: fecha de recolección u ovipostura, cambios de color, período de incubación y número de lombrices por ooteca; c) madurez sexual: los individuos de cada ooteca (obtenidas en septiem-

bre de 1987) se mantuvieron en envases de plástico (10 x 5 cm) rotulados, registrándose semanalmente la fecha de aparición de pápulas de la pubertad, clitelo desarrollado y postura de ootecas.

RESULTADOS

Taxonomía, morfología y morfometría

En el área de estudio se registraron seis especies de lumbrícidos silvestres: *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1845), *Dendrobaena subrubicunda* (Savigny, 1826), *Eisenia fetida fetida* (Savigny, 1826), *Eisenia fetida andrei* (Bouché, 1972), *Dendrobaena veneta* f. típica (Rosa, 1886) y *Octolasion cyaneum* (Savigny, 1826). El estudio abarcó las tres primeras especies, las más abundantes en el área de estudio.

Dendrobaena subrubicunda, de forma esférica con extremos alargados y con un área media de $2,9 \pm 0,52 \times 1,9 \pm 0,12$ mm, presentó una ooteca de color verde-amari-

llo, el que fue oscureciéndose durante la gestación. Al eclosionar, los individuos midieron $9,0 \pm 2,9$ mm y pesaron $0,004 \pm 0,0006$ g. Su extremo anterior fue rosado-violeta con el prostomio blanco; la parte posterior fue blanca cristalina con el extremo amarillo, que a los tres meses varió a una coloración salmonada. La longitud y el peso presentaron un crecimiento constante en los primeros tres meses de vida, luego tendieron a detenerse al llegar a su madurez sexual, registrando una longitud media de $32 \pm 3,5$ mm y un peso de $0,226 \pm 0,067$ g. Después del cuarto mes de vida el crecimiento volvió a incrementarse, aunque en menor grado que el registrado en los primeros tres meses. El peso presentó una baja en la 21ª semana, para luego estabilizarse. En estado adulto los individuos tuvieron un color rosado pálido con $9,9 \pm 4,4$ segmentos (Tabla 1). Su máxima longitud media fue de $49,2 \pm 2,8$ mm y su máximo peso fue de $0,375$ (DE $\pm 0,315$) g, registrados en la 27ª y 24ª semana respectivamente, cuando alcanzan su tamaño máximo.

TABLA I

Características morfológicas de tres lumbrícidos silvestres de Temuco (sur de Chile).

Morphological characteristics of three earthworm species of Temuco (southern Chile).

Características morfológicas	<i>D. subrubicunda</i>	<i>E. fetida</i>	<i>L. rubellus</i>
Color	Rosado pálido	Rojo-púrpura con amarillo	Café-púrpura
Peso (g)	0,270 - 0,375	0,369 - 0,585	0,607 - 0,812
Longitud (mm)	33,5 - 49,0	51,1 - 64,0	66,9 - 75,0
Nº de segmentos	95 - 106	80 - 110	112 - 119
Tipo de prostomio	Epilobico	Epilobico	Tanilobico
Ubicación del clitelo (segmento)	26 - 31	26 - 32	27 - 32
Ubicación pápulas de la pubertad (segmento)	27 - 30	28 - 31	28 - 31
Ubicación poro dorsal (segmento)	5 - 6	4 - 5	7 - 8
Ubicación poro masculino (segmento)	15	15	15
Ubicación poro femenino (segmento)	14	14	14

Las ootecas de *E. fetida fetida* midieron $5,1 \pm 1,2 \times 2,7 \pm 0,4$ mm, y fueron de forma ovoide con extremos aguzados. Su color fue marrón claro que, al igual que *D. subrubicunda*, se oscureció al acercarse a la eclosión. Las crías midieron $8,8 \pm 3$ mm y pesaron $0,003 \pm 0,002$ g, fueron de color rojo en el extremo anterior, alternando anillos de color blanco en forma regular; en cambio, su extremo posterior fue blanquecino. Al cabo de dos a tres semanas de vida su cuerpo se tornó cristalino en el que se traslucía el sistema circulatorio, con los últimos segmentos del extremo posterior de coloración amarilla. A las siete a ocho semanas de vida se observaron claramente los anillos rojo-púrpura con bandas amarillas entre cada segmento. La longitud y el peso presentaron un crecimiento sostenido hasta la 24ª semana de vida (Figs. 1 y 2). Esta especie, cuando es sexualmente madura, mide $47,4 \pm 7,5$ mm y pesa $0,406 \pm 0,140$ g, su cuerpo es de color púrpura con anillos intersegmentales amarillos, con 94 ± 12 segmentos. La máxima longitud media fue de $64 \pm 2,2$ mm y su peso húmedo medio máximo registrado fue de $0,585 \pm 0,083$ g.

Lumbricus rubellus presentó una ooteca que tenía un área media de $3,59 \pm 0,37 \times 3,1 \pm 0,25$ mm, con forma ovoide de color marrón oscuro, presentando en la proximidad a su eclosión una mancha central de color gris oscuro. Al eclosionar, el individuo fue de color marrón-púrpura, parecido al ejemplar adulto (Tabla 1). Su longitud media fue de $8,2 \pm 2,6$ mm y su peso medio fue de $0,005 \pm 0,004$ g. Su tendencia de crecimiento en longitud y peso fue diferente a las demás especies, principalmente después de la madurez sexual, aunque también presenta un crecimiento sostenido. Al alcanzar su madurez sexual midió $59,4 \pm 12,1$ mm y tuvo un peso medio de $0,568 \pm 0,186$ g. Alcanzó su máxima longitud en la semana con $75 \pm 17,3$ mm y su peso máximo en la 28ª semana con $0,812 \pm 246$ g (Figs. 1 y 2). El adulto en su región dorsal fue de color marrón-púrpura, iridiscente en la parte dorsal y rosado pálido en la región ventral, con los segmentos posteriores aplanados dorso-ventralmente y de forma aguzada. Tuvo un número medio de 115 ± 3 segmentos.

Ovipostura

Dendrobaena subrubicunda produjo ootecas durante las estaciones de invierno y primavera (junio-agosto y noviembre a enero) con una mayor frecuencia en agosto. La media fue de 127 ootecas/individuo en cada período. *E. fetida* presentó ovipostura en verano y primavera (enero-marzo y septiembre-noviembre), con mayor frecuencia en marzo y septiembre y su media fue de 86 ootecas/individuo por período reproductivo. La ovipostura de *L. rubellus* se presentó en verano, parte de otoño e invierno (febrero-abril y junio-septiembre) con una media de 119 ootecas por período de ovipostura.

Eclosión

Las ootecas (85) de *D. subrubicunda* presentaron, en promedio, un tiempo de incubación de $52,2 \pm 13$ días, con mayor frecuencia en 43 y 50 días. Su camada media fue de $1,4 \pm 0,6$ ind./ooteca. *E. fetida* presentó una media de eclosión de 47 ± 10 días, con una moda de 37 días (N= 102).

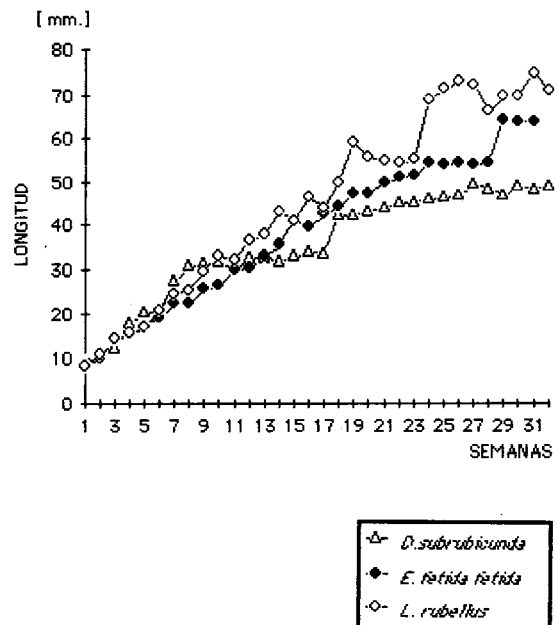


Fig. 1: Variación semanal de la longitud (mm) en tres lumbrícidos silvestres en Temuco (febrero 1988 a febrero 1989).

Weekly variation of the longitude (mm) in three earthworms in Temuco (february 1988 - february 1989).

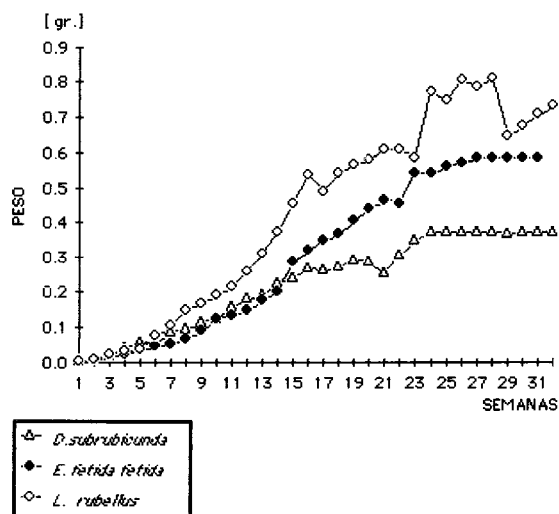


Fig. 2: Variación semanal del peso (g) en tres lumbricidos silvestres. Temuco (IX Región, Chile) (febrero 1988 a febrero 1989).

Weekly variation of the weight (g) in three earthworm species in Temuco (february 1988 - february 1989).

El número medio de individuos por ooteca fue de 2,5 ($\pm 1,5$) (Tabla 2). *L. rubellus*, eclosionó a los 107 (± 12) días y su moda fue de 119 días, con una camada de un ejemplar por ooteca.

Madurez sexual

La madurez sexual se manifestó con la aparición de las pápulas de la pubertad, la maduración del clitelo desarrollado y la postura de las ootecas. Estas características se presentan en diferentes tiempos (Tabla 2).

Los períodos reproductivos se muestran en la Fig. 3 y los ciclos de vida de las tres especies se presentan en las Figs. 4, 5 y 6.

DISCUSION

Se registraron cuatro géneros de lumbricidos, los que, sumados a los documentados por Paredes (1987), totalizan seis géneros para Temuco, lo cual amplía la distribución propuesta por Iribarra & Santelices (1973). La morfología y morfometría de las especies estudiadas presentó gran variabilidad. Edwards & Lofty (1972) en su clave de los géneros informan para *D. subrubicunda* un rango de coloración entre rosado pálido a rojo intenso. La especie estudiada fue rosada pálida con los últimos segmentos de coloración salmonada. En el caso de *E. fetida* los mismos autores la describe como

TABLA 2

Características reproductivas de tres lumbricidos silvestres en Temuco (sur de Chile) (enero 1988 - febrero 1989).

Reproductive characteristic of three earthworms (southern Chile) (January 1988 - february 1989)

Parámetro reproductivo		<i>D. subrubicunda</i>		<i>E. fetida fetida</i>		<i>L. rubellus</i>	
Período de incubación (días)	Media	52,2	(N=85)	46,6	(N=75)	107	(N=120)
	Rango	34-80		30-78		85-119	
Lombrices por ooteca	Moda	1	(N=85)	1-2	(N=75)	1	(N=120)
	Rango	1-3		1-8		1	
Aparición pápulas de la pubertad (semanas)	Media	14,3	(N=90)	19,5	(N=60)	19,3	(N=112)
	Rango	10-18		13-25		16-22	
	Moda	12 y 17		17		19	
Clitelo desarrollado (semanas)	Media	16,0	(N=52)	21,8	(N=52)	25,6	(N=56)
	Rango	14-19		18-25		22-29	
	Moda	14		22 y 25		22 y 26	
Edad postura de ootecas (semanas)	Media	22,4	(N=70)	23,3	(N=36)	27,3	(N=68)
	Rango	18-30		18-29		22-30	
	Moda	18		24		28	

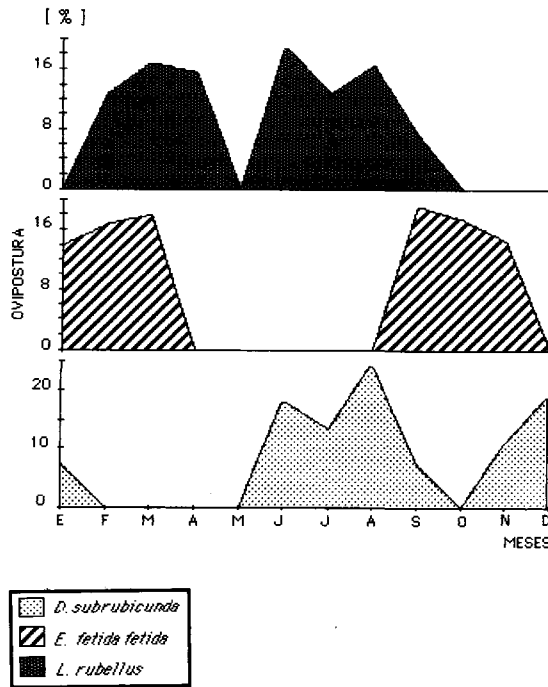


Fig. 3: Período de ovipostura de tres lumbrícos silvestres de Temuco (Sur de Chile). 1988.

Period of ovipostura of three earthworms of Temuco (southern Chile). 1988.

una especie que puede tener un color rojo púrpura o marrón, ventralmente amarillo claro y en la superficie dorsal con zonas intersegmentales incoloras, siendo la especie estudiada de un color rojo púrpura con zonas intersegmentales amarillas y los últimos segmentos de este mismo color. En cuanto a *L. rubellus*, las características coinciden con Edwards & Lofty (1972). El tamaño de las especies de *E. fetida* al momento de la eclosión fue coincidente con la documentada por Vail (1974). No se dispuso de antecedentes bibliográficos para cotejar las otras especies.

En el laboratorio, pese a dotar a los ejemplares de alimento abundante, no se controlaron los aspectos ambientales como temperatura y humedad, por eventuales proyecciones de manejo, por lo que estos resultados se ajustarían más a las condiciones naturales del área de estudio. Si se controlaran podría existir una máxima reproducción (véase a Reinecke & Venter 1987). La reproducción en los lumbrícos varía desde el entrecruzamiento normal en la ma-

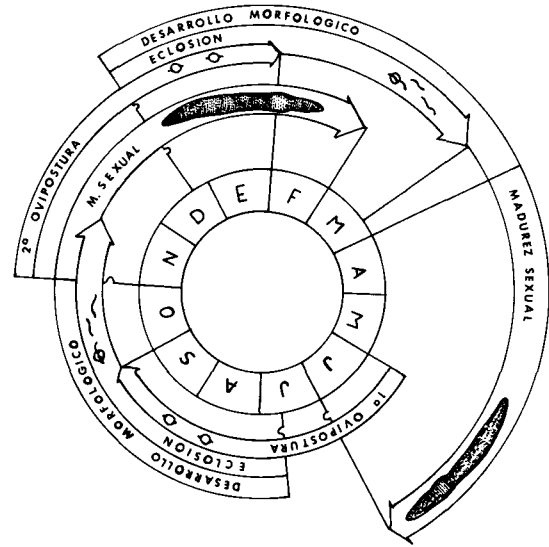


Fig. 4: Ciclo de vida anual de *D. subrubicunda* en Temuco (sur de Chile).

Annual life cycle of *D. subrubicunda* in Temuco (southern Chile).

yoría de las especies a la partenogénesis facultativa documentada en *Dendrobaena* y obligada en *Octolasion*. El período reproductivo de *D. subrubicunda* se da en las estaciones de invierno y primavera, coincidiendo con los meses documentados por Edwards & Lofty (1972) (enero a mayo en el hemisferio norte). Para *E. fetida* las estaciones reproductivas son primavera y verano; los mismos autores documentan que su período reproductivo comprendería todo el año. Según Edwards & Lofty (1972), *L. rubellus* tiene ovipostura en verano, parte de otoño e invierno, a una temperatura de 6-7°C en primavera y a 8°C en verano y otoño. En general los resultados de este estudio indican que, en el área de Temuco, los lumbrícos tienen ovipostura a fines de invierno y principio de primavera, coincidiendo su período reproductivo con un clima cálido y húmedo.

En cuanto al período de incubación de las ootecas se ha documentado para *E. fetida* un rango de 14 y 21 días (12); sin embargo nuestros estudios evidencian una media de 46,6 días de incubación. Respecto a la camada, se ha documentado para *D. subrubicunda* 4 ind./oot. (Vail1974); registrándose para el área de Temuco una media de 1,25 ind./oot. (rango 1-3). Para *E. fetida*, Vail (1974)

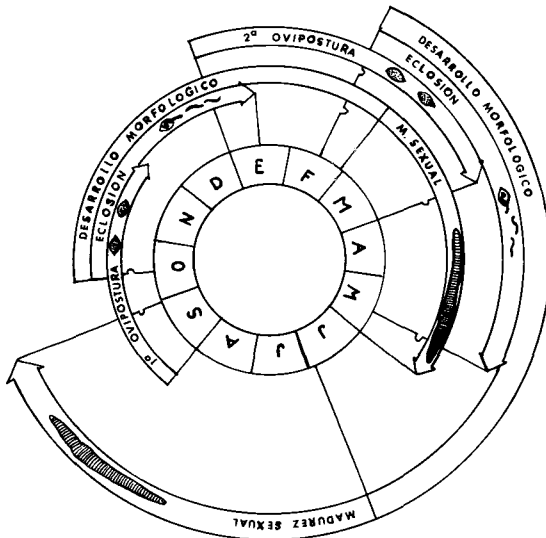


Fig. 5: Ciclo de vida anual de *E. fetida* en Temuco (sur de Chile).

Annual life cycle of *E. fetida* in Temuco (southern Chile).

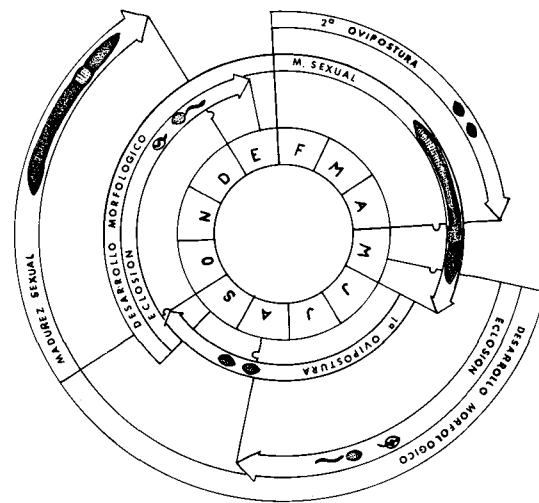


Fig. 6: Ciclo de vida anual de *L. rubellus* en Temuco (sur de Chile).

Annual life cycle of *L. rubellus* in Temuco (southern Chile).

documenta una media de 2,6 ind./oot. coincidentes con nuestros resultados de 2,5 ind./oot. (rango 1-8). El tiempo de maduración de los lumbrícidos es flexible, dependiendo de las condiciones del medio. Edwards & Lofty (1972) documentan que el tiempo que demora en alcanzar la madurez sexual *D. subrubicunda* es de unas 14,2 semanas a 18°C y de 18,5 semanas a 9°C; en nuestro estudio esta especie alcanzó su madurez sexual con la aparición de las pápulas de la pubertad a las 14,3 semanas (rango 10-18) a temperatura ambiental y muestra un clitelo desarrollado a las 16 semanas (rango 14-19). Para *E. fetida*, los autores documentan que alcanza la madurez sexual en 9,5 semanas a una temperatura de 18°C y 6,5 semanas a 28°C; esta vez no coincide con lo registrado en Temuco, donde presenta las pápulas de la pubertad a las 19,7 semanas (rango 13-25) y un clitelo desarrollado a las 21,8 semanas (rango 18-25).

La especie más prolífica en Temuco fue *E. fetida fetida*, ya que en sus dos períodos reproductivos en el año obtuvo una media de 86 ootecas por período, que al confrontarlo con el número medio de 2,5 individuos por ooteca, producen 215 crías por período reproductivo. Esto concuerda con lo

registrado por Hartenstein et al. (1979). En el caso de *D. subrubicunda*, que también tiene dos períodos de reproducción, en el año produce 156 crías por período reproductivo, aun cuando tiene una media de ootecas mayor en cada período (125 ootecas) y una camada de 1,25 ind./oot. *Lumbricus rubellus* produce 119 crías por período reproductivo, en base a una media de 119 ootecas por período reproductivo y con una camada de 1 ind./oot. Esto representa el potencial reproductivo de las tres especies, que no deja de ser interesante para su eventual utilización en lombricultura. Con esta prolificidad, las tres especies, en un sistema de cultivo poliespecífico, podría ser una alternativa al cultivo monoespecífico de la especie domesticada *Eisenia fetida andrei*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto CEA/TSP 8805 del Centro de Estudios Agrarios & Ambientales CEA, que estimuló y financió esta investigación. También a Fernando Figueroa, Luis Leiva (Universidad Católica de Temuco) por la revisión crítica del manuscrito y a dos revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- BOUCHE M (1972) Lombriciens de France: ecologie et systématique. Institut National de la Recherche Agronomique. Annales de Zoologie-Ecologie. 668 pp.
- EDWARDS C & J LOFTY (1972) Biology of earthworms. Ed. Chapman and Hall. London. 283 pp.
- GERARD C (1964) Synopses of the British fauna. Lumbricidae no. 6 (Annelida). (Second Edition). Sold at the society's rooms, Buelington house, Piccadilly, London. 57 pp.
- HARTENSTEIN R, E NEUHAUSER & D KAPLAN (1979) Reproductive potencial of the earthworm *Eisenia foetida*. Oecologia 43: 329-340.
- IRRIBARRA V & M SANTELICES (1973) Estudio de Oligoquetos de Corral de Julio Provincia de Coquimbo. Seminario de Tesis. Facultad de Educación y Letras Universidad de Chile, Valparaíso. 40 pp.
- KOEPEN W (1931) Die klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. Berlin 182 pp.
- PAREDES D (1987) Identificación de lombrices de tierra en Temuco. Seminario de Tesis. Facultad de Educación, Universidad de la Frontera, Temuco. 55 pp.
- REINECKE A & J VENTER (1987) Moisture preferences growth and reproduction of the compost worm *Eisenia foetida* (Oligochaeta). Biological Fertility and Soils 3: 135-141.
- STEPHENSON J (1930) The Oligochaeta. At. The Clarendon Press. 978 pP.
- VAIL V (1974) Contributions on North American Earthworms (Annelida II Observations on the hatchlings of *Eisenia foetida* and *Bimastos tumidus* (Oligochaeta: Lumbricidae). Bull Tall Timbers. Research Station. 16: 1-8.
- VELASQUEZ L & HERRERA C (1985) Producción de proteínas, humus y otros productos a partir del anélido *Eisenia foetida*. Revista Alimentos (Chile) 10: 40-41.
- VELASQUEZ, L HERRERA C, IBÁÑEZ I (1986) Harina de lombriz. I Parte: obtención, composición química, valor nutricional y calidad bacteriológica. Revista Alimentos (Chile) 11: 15-21.