

Determinación de “edades” (clases) en poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobilógicas

Miguel Schuldt, Alejandra Rumi y Diego E. Gutiérrez Gregoric*

*Conicet-Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata.
e-mail: miguel_schuldt@hotmail.com

RESUMEN. En el marco de la conducción de lombricultivos importa acotar la evolución de los animales hacia la madurez y establecer vinculaciones con dietas y estrategias de manejo de los cultivos. El presente trabajo tiene por objeto efectuar un análisis crítico de la información disponible al respecto, plantear propuestas metodológicas, proponer definiciones y criterios, intentando mejorar las posibilidades para comparar experiencias. Surgen así las siguientes observaciones y recomendaciones: a) Para relevar y monitorear las poblaciones conviene distinguir 4 clases (estamentos): cocones (1), juveniles (2), subadultos (3) y adultos (4). Las clases 1-3 corresponden a la edad prereproductiva; b) Cada sustrato admite un número dado de animales, relacionados con el tipo y el grado de envejecimiento de la materia orgánica (MO); c) Para el seguimiento de la población, resulta conveniente expresar los resultados como densidades por lecho nominales (**dn**) y efectivas (**de**); d) Un rápido crecimiento implica acceder antes a la maduración sexual, pero no garantiza que la producción de cocones sea superior; e) Las dietas formuladas sobre la base de estiércoles pertenecientes a una misma especie permiten un mejor crecimiento de los individuos que las mezclas con estiércoles de distintas especies; f) La madurez sexual se alcanza a partir de los 0,25 g, independientemente de la dieta; g) La producción de cocones se halla sujeta a fluctuaciones estacionales y a pesar de decaer con la edad de los animales, estos no presentan una edad posreproductiva; h) El grado de apiñamiento de los animales incide negativamente sobre la frecuencia de las puestas, constituyendo el factor que más importa al momento de expandir un cultivo; i) Se recomienda expresar la producción de cocones como cocones/adulto o cocones/semana/adulto; j) La fecundidad de las lombrices varía de 0 a 9 embriones/cocón, usualmente de 2 a 4 y eventualmente 12; j) El Potencial Reproductor $R'' = x(bnp)$ informa acerca de instancias críticas (fugas, colonización de sustratos y situaciones derivadas del grado de apiñamiento).

Palabras claves: *Eisenia fetida*, edades, reprobilología.

ABSTRACT. The limitation of the time needed for the sexual maturation of individuals and the link between this process and particular diets and culture management strategies are

essential issues for vermiculture management. The aim of this work is to perform a critical analysis of the available information on the subject, as well as to advance methodological approaches, to propose definitions and criteria, and to enhance the opportunities for comparison between different experiences. The following results and recommendations have arisen:

1) From an ecological viewpoint, *Eisenia fetida* presents prereproductive and reproductive ages, and lacks a postreproductive age. For the purpose of the survey and monitoring of populations, we suggest the recognition of the following life stages: cocoons (1), juveniles (2), subadults (3) and adults (4). Ages 1-3 correspond to the prereproductive stage. The adults are the effective reproductively active individuals (clitellated), and for practical reasons, all animals that have lost the clitellum for any reason should be counted as subadults. The use of weight or size (0.25 g or 2.5-3.0 cm) as the sole criterion for prematurity-maturity transition is not sufficient.

2) Each substratum will admit a certain amount of individuals, according to the type and age of its OM. Surveys performed in cubic 7.5 cm-sided sample units, taking 3 sample units as sample size, are useful as tools for population monitoring. The results may be conveniently expressed as nominal (dn) and effective density (de) per bed (L) of culture (2 m² surface area). dn is the number of animals/L; value 1 is assigned to cocoons for this calculation (i. e., each cocoon holds a single embryo or earthworm), whereas de is obtained by measuring the actual fecundity per egg-laying.

3) Diets based on manure from a single species permit greater growth than those based on mixed manures from different species. It appears that sexual maturity is reached at 0.25 g independently of the diet. Therefore, a diet that allows faster growth implies earlier sexual maturity, but doesn't ensure higher cocoon production.

4) Cocoon production is subject to seasonal variations and decreases in older animals. The degree of crowding has been proven to have such negative influence on the breeding frequency that this factor is more important than any particular diet for population growth. For comparison purposes, cocoon production it should be expressed as cocoons/adult or cocoons/week/adult.

5) Earthworm fecundity varies between 0 and 9, and there are usually 2 to 4 individuals per laying. At present no reliable correlations have been established between this variable and any specific diet.

6) The Reproductive Potential $R^* = x(bnp)$ gives information on some significant events such as escapes and substratum colonization, results of the crowding level that translate into egg-laying fluctuations.

Key words: *Eisenia fetida*, ages, reprobology.

Introducción

La distribución de edades en una población de lombrices reviste interés dado que permite objetivar la repercusión de factores limitantes, tanto bióticos como abióticos. Ambos se relacionan en lombricultivos con las estrategias de manejo de las poblaciones. La eficiencia en la conducción del cultivo se optimiza cuando hay un seguimiento adecuado de la población y una toma de decisiones acorde al mismo. Los aspectos que habitualmente interesa relevar, describir e interpretar son la estructura poblacional, su tamaño en un sustrato dado (capacidad de porte), los cambios que experimenta en función del tiempo, el tránsito premadurez-madurez de los animales, las dietas, su repercusión sobre el crecimiento de los individuos y los parámetros reproductivos (pubertad, producción de cocones, fecundidad y potencial reproductor). Éstos han recibido un tratamiento

dispar, poniéndose de manifiesto que para avanzar en la cuestión es necesaria la investigación aplicada y unificar enfoques relacionados con metodología, definiciones y criterios, para obtener resultados comparables. En el presente trabajo se tratan estas cuestiones, tratando de integrar teoría y práctica en la conducción de lombricultivos; se discuten resultados de estudios previos y evaluaciones originales.

Estructura poblacional

La determinación de la estructura de una población requiere uniformar criterios para la toma de muestras, hallar unidad y tamaño de la misma en el marco de una distribución de errores acotada sobre la base de una realidad operativa. Así, la propuesta de Schuldt *et al.* (1988) para utilizar el extractor (unidad de muestreo) de 7,5 cm de lado (superficie 0,005625 cm²; volumen 422 cm³; tamaño de la muestra: 3 unidades de muestreo/sector) que permite estimar el número total de lombrices de un cultivo (sector/es) y relevar las distintas clases (“edades”) que la integran (Schuldt *et al.* 1998) parece que han sido aceptadas entre los lombricultores.

Cómo identificar o establecer clases o edades en el desarrollo de una lombriz es un hecho que se vincula con el concepto de edades ecológicas que, típicamente, considera la existencia de una edad prereproductiva, reproductiva y posreproductiva (Odum, 1987). El concepto es útil cuando es difícil establecer correlaciones fehacientes con el tamaño del animal y la edad, y paralelamente también cuando no se cuenta con una evaluación microanatómica de las gónadas (ovarios, testículos). Esta determinación permite acotar la transición premadurez – madurez, considerando la mínima talla de animales con fenómenos de maduración gonadal, la mínima talla de animales maduros (gónadas evacuadas) y la máxima talla de animales virginales (inmaduros) (Christiansen, 1971). Otra solución para determinar el mismo intervalo fue propuesta por Charniaux-Cotton (1978) para crustáceos, al establecer que la pubertad abarca la primera vitelogénesis secundaria (reservas observables en el oocito de origen extraovárico) que culmina en una puesta.

En ese contexto, establecer edades ecológicas, o alguna relación de equivalencia con las mismas, es adecuado, especialmente, cuando el animal reproductivo desarrolla alguna particularidad morfológica conspicua fácilmente observable. Para anélidos (oligoquetos) la aparición del clitelo determina la madurez efectiva del animal. En *Eisenia fetida* el clitelo aparece en torno a 0,25 g de peso y corresponde a animales de 2,5 a 3 cm de largo aproximadamente. Esto no implica que todos los animales de ese rango o mayores, exhiban el clitelo, lo que pareciera relacionarse con múltiples factores, entre ellos, dietas y manejo (Venter & Reinecke, 1988; Schuldt *et al.*, 1998).

El clitelo marca sin duda el tránsito hacia la madurez y por ello Venter & Reinecke (1988) y Reinecke & Viljoen (1990) hablan de cocones o puestas, animales preclitelados y clitelados, consignando también animales que han perdido el clitelo secundariamente. Esta categorización en 3 clases presenta inconvenientes de índole práctica para el desarrollo de un muestreo, dado que los “postclitelados” no son diferenciables unívocamente a ojo desnudo de los preclitelados. En general, se asume que los animales de gran talla sin clitelo pertenecen al grupo de los “postclitelados”, a pesar de la imprecisión relativa al peso/ talla de adquisición del clitelo. Hay quienes simplemente distinguen jóvenes y maduros (Edwards & Bohlen, 1996); juveniles, semimaduros y clitelados (Mc Credie *et al.*, 1992; *vide* Edwards & Bohlen, 1996), así como una serie de menciones anteriores a 1970 en relación con inmaduros y adultos, o inmaduros pequeños e inmaduros grandes, y maduros (*vide* Edwards & Bohlen, 1996).

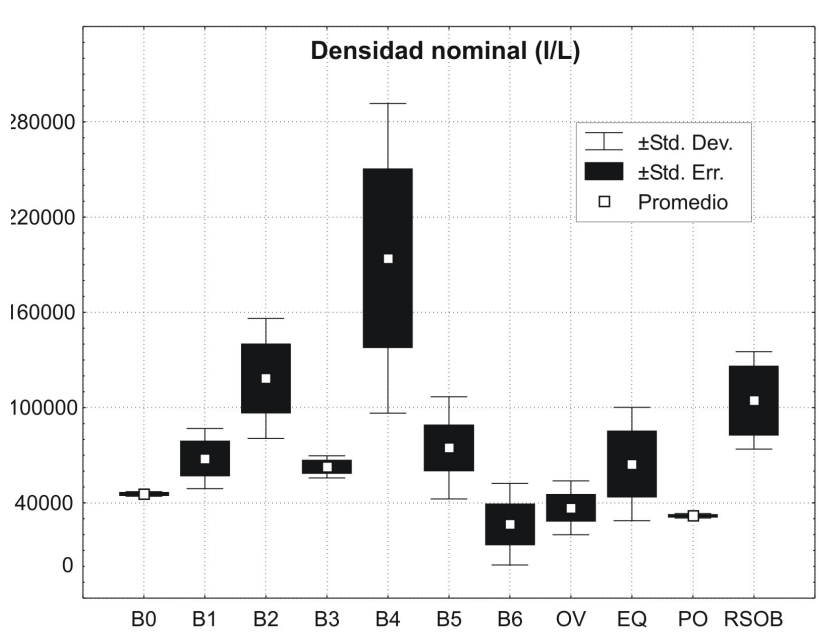
Dada la extensión de las clases de preclitelados, que comprende animales desde la eclosión hasta la aparición del clitelo, una subdivisión es razonable. Por ello, Schuldt *et al.* (1998, 1999) optaron por subdividir los preclitelados en juveniles y subadultos. Juveniles son animales recién eclosionados, transparentes o con una densidad de pigmento rojo insuficiente para evitar que el tubo digestivo pueda observarse por transparencia (hasta aproximadamente 1,5 cm). Subadultos son aquellos animales cuyo intestino no se aprecia por transparencia y carentes de clitelo (mayores

a 1,5 cm y generalmente con tallas inferiores a 3 cm). Los adultos son ejemplares con clitelo. Persiste la dificultad para encuadrar correctamente los adultos que perdieron el clitelo y que son frecuentes en sectores de cultivo abandonados, cuando se opera con autosiembrado (Schuldt *et al.*, 1998). Estos animales se cuentan como subadultos, una realidad operativa que hizo que en los cálculos del potencial reproductor (R'') se los considerara conjuntamente con los adultos, salvo situaciones particulares de seguimiento en laboratorio. El abandono de la categoría de los “postclitelados” se sustenta también en considerar que *E. fetida* pareciera no tener animales postreproductivos permanentes (la condición de “posclitelado” sería reversible). En cuanto a los cocones, a menudo conviene consignar no solo aquellos con lombrices en desarrollo, sino también los vacíos que, por su persistencia en el sustrato (hasta 6 meses) y en ciertas experiencias controladas, permiten extrapolar la fecundidad (número de animales por cocón) e inferir la intensidad global del proceso. Sobre esta base se pueden describir e interpretar adecuadamente los cambios que experimenta una población en función del tiempo, considerando dos edades ecológicas: la prereproductiva (cocones, juveniles y subadultos) y la reproductiva (adultos) (Schuldt, 2001, Schuldt *et al.*, 1998, 1999).

Densidad de poblamiento del sustrato y capacidad de porte

Estas clases permiten calcular dos expresiones referidas a densidad de poblamiento: la **densidad nominal** (d_n) y la **densidad efectiva** (d_e) según se considere al contenido de los cocones igual a 1 (d_n) o bien su contenido real (d_e). El cálculo de la densidad nominal tiene una larga tradición en lombricultura, mientras que la densidad efectiva tiene sentido sólo si existe su determinación fehaciente en el marco de dietas y manejos estandarizados. Conocer las densidades permite evaluar distintas dietas sobre la base del criterio de capacidad de porte (cantidad de animales que puede albergar una determinada materia orgánica), que se conoce en general como lombrices por lecho o sector (lombrices/L o lombrices/S). Esta capacidad es propia de cada dieta y muy dependiente de la antigüedad (tiempo posgeneración) de los residuos que la componen. Se entiende por lecho

Figura 1. Densidades nominales (lombrices/Lecho) en distintas materias orgánicas. B0 a B3; estiércol bovino de pastura; B4 a B6; estiércol bovino de engorde a corral; OV: estiércol ovino; EQ: estiércol equino; PO: “cama” de pollos parrilleros; RSOB; fracción biodegradable de residuos sólidos urbanos.



-L- a un cultivo de 1 x 2 metros (2 m²) y por sector -S- a la sucesión de lechos que componen la pila donde operan las lombrices (Schuldt *et al.* 1998) (Fig. 1).

Dietas, crecimiento y reproducción

Las principales preocupaciones de los responsables del manejo de lombricultivos, suelen centrarse en: dietas y su impacto sobre el aumento en peso o talla de los animales, crecimiento de la población de lombrices, adquisición de la madurez sexual, producción de cocones, tamaño, fecundidad y potencial reproductor (cantidad de lombrices/lombriz adulta). Se ha avanzado en estos aspectos aunque, en muchos casos, con resultados contradictorios, que ponen de manifiesto la necesidad de plantear nuevas experiencias y unir criterios en cuanto a procedimientos y expresión de los resultados.

Crecimiento de los animales

Se han suministrado a *E. fetida* estiércoles mixtos y puros de diversos animales (conejo, nutria roedora -coypo- equino, bovino), contenido ruminal (panza), desechos de cerdos, camas de aves, residuos vegetales diversos (cachaza), yerbas mixtas, fracción compostable de los residuos sólidos urbanos domiciliarios (RSU) y otros. Resulta así que tanto el de conejo como el de coypo permiten un crecimiento rápido de los animales (Herrera & De Mischis, 1994; Di Masso *et al.*, 1997), solo superados por algunos desechos de arroz y la fracción biodegradable de RSU (Schuldt *et al.*, 2001 y 2003). El estiércol de una misma especie (vacuno) posee efectos distintos sobre el crecimiento de *E. fetida*, según sea la dieta de las vacas, los mejores resultados se correlacionan con un contenido elevado en carbohidratos (Martínez-Cerdas, 1999) y es coherente con el hecho de que las lombrices consumen las bacterias del ciclo del carbono y favorecen el desarrollo de las del nitrógeno (Quintero-Lizaola *et al.*, 1998).

Adquisición de la madurez sexual

En muchos casos el crecimiento de los individuos se corresponde con una adquisición temprana de la madurez pero ¿es la regla?. Ensayos con residuos de arroz, RSU fracción biodegradable (RSUB) y estiércol de conejo, el incremento de peso obtenido es mayor con el arroz, mientras que la adquisición de la madurez sexual ocurre alrededor de 0,25 g con cualquiera de esas dietas. Esto implica que maduran antes los animales alimentados con arroz (alcanzan antes ese peso/talla) y la producción de cocones también es mayor y por el mismo motivo. En la experiencia de Schuldt *et al.* (2001) se parte de animales recién eclosionados (de 0,005 a 0,01 g). En cambio, si se inicia la experiencia con lombrices ya adultas (cliteladas en torno a 0,4 g) y se las alimenta durante 63 días con estiércol de conejo, equino o bovino, se observa que el mayor incremento en peso se logra con conejo, mientras que la producción de cocones es mínima (Fig. 2). Sin embargo, parece que la dieta con conejo es superior en cuanto a la producción de cocones, comparada con dietas basadas en mezcla de estiércoles ovino, bovino y equino (Herrera & De Mischis, 1994). Hay que tener en cuenta que dicha experiencia se prolongó 12 meses y los alimentados con conejo nacieron antes – menor tiempo de incubación de los cocones- y simultáneamente con la llegada anticipada de la madurez. La producción de cocones con conejo duplica a la producción de los animales alimentados con la mezcla (333/140), generando una diferencia que no se explica únicamente con variaciones en los tiempos de eclosión y la adquisición anticipada de la madurez.

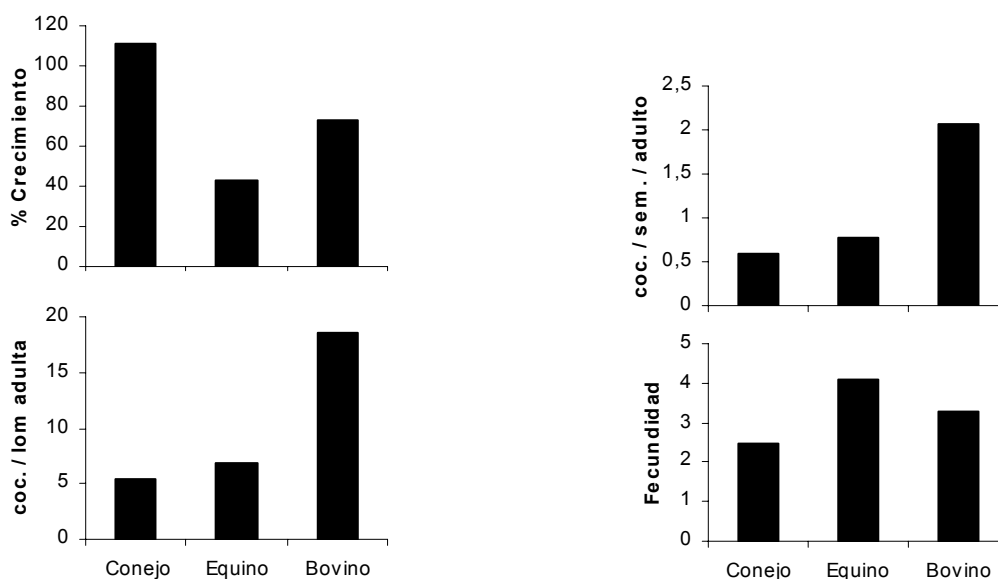
En general, se observa que las mezclas de estiércoles son menos efectivas sobre la reproducción que las puras. Moine & Gauna (1998) contrastan resultados con estiércol bovino puro y mezcla de

egestas de conejo y bovino, observando un mayor crecimiento poblacional con el bovino. Esta podría explicar por qué la mezcla de estiércoles (bovino, ovino, equino) ensayada por Herrera & De Mischis (1994) no superó al estiércol de conejo. En contrastes puros, la producción de cocones asociada a la alimentación de las lombrices con estiércol de conejo es inferior a la que resulta de utilizar el rumen, RSUB, egestas equinas, bovinas, desechos de arroz (Moine & Gauna, 1998; Rodríguez & Natale, 1998; Rodríguez & Reinoso, 2001; Schuldt *et al.*, 2001). Sólo la cama de pollos parrilleros parece menos productiva que el estiércol de conejo (Rodríguez & Natale, 1998).

Estos resultados deben considerarse preliminares teniendo en cuenta que aun se requieren investigaciones sobre distintas variables (relaciones C/N; capacidad de intercambio catiónico, capacidad contenedora de la MO, etc.). Otro aspecto muy importante que debe considerarse con respecto a la producción de cocones son las fluctuaciones estacionales que el proceso reproductor experimenta, si bien en condiciones óptimas se mantiene estable a lo largo de todo el año (Venter & Reinecke, 1988; Herrera & De Mischis, 1995). La producción semanal de cocones por adulto decae a lo largo de la vida del individuo (el promedio es 2,45 cocones/semana/adulto, con un máximo semanal de 4,9 cocones entre los 80 y 90 días de vida libre –Venter & Reinecke, 1988). Quizás el factor más importante para considerar en la expansión de una población sea el grado de apiñamiento de los animales en el sustrato. La producción de cocones decae abruptamente cuando el apiñamiento sobrepasa el 80 % de la capacidad de porte de la MO utilizada en el cultivo (Schuldt *et al.*, 2003).

En el marco del manejo de un lombricultivo con sólo atender a los límites óptimos en la progresión del cultivo, es decir iniciarlo con una siembra de baja densidad (4.000 a 10.000 lombrices/Lecho) y subdividirlo cuando la densidad no sobrepase el 80% de la máxima del cultivo, se consiguen resultados que superan la incidencia de la formulación de las dietas en el crecimiento de la población. Posiblemente ésta sea la razón por la cual no se hayan desarrollado mas experiencias relativas a dietas. No obstante, es posible optimizar el manejo del cultivo teniendo en cuenta el control de la densidad del poblamiento de los sectores con una adecuada integración de los resultados relativos al crecimiento de los individuos con distintas dietas y la producción de cocones respectiva. Sobre

Figura 2. Dietas basadas en estiércoles puros de conejo, equino y bovino. Relaciones entre el incremento en biomasa de los animales, la producción de cocones y la fecundidad.



la base de una alternativa concreta, tal como el suministro de estiércoles de conejo, caballo o vaca (Fig. 2), surge como opción la dieta basada en egestas bovinas. Si bien, en términos del aumento de la masa corporal, es algo menos eficiente que el estiércol de conejo, posee la ventaja cierta de una producción de cocones muy superior (Fig. 2).

Un inconveniente puede surgir en la presentación de los resultados. Es frecuente hallar referencias a índices y tasas de maduración de los animales sometidos a tal o cuál dieta y/o extrapoladas del uso en vertebrados (aves, mamíferos) cuyas estrategias reproductivas son muy diferentes a los animales que analizamos. En este contexto es conveniente adoptar modalidades de expresión sencilla de los resultados y que faciliten su comparación, tales como cocones/adulto, cocones/semana/adulto.

Fecundidad

El número de embriones o lombrices que se hallan en cada puesta (cocón) es variable. En muchos invertebrados el tamaño de la puesta se relaciona con el tamaño del animal y el número de descendientes se incrementa con la talla; esto no ocurre en lombrices de tierra. Hay coincidencia en que el tamaño del cocón de *E. fetida* nada tiene que ver con su contenido, es decir la cantidad de lombrices o la biomasa de las mismas (Venter & Reinecke, 1988), sino que, simplemente, se corresponde con la talla de la lombriz que lo produjo. El diámetro menor del cocón refleja el diámetro de la lombriz (Venter & Reinecke, 1988; Herrera & De Mischis, 1995; Rodríguez & Natale, 1998; Schuldt *et al.*, 1999; Rodríguez & Reynoso, 2001).

Las variaciones en la fecundidad existen y la cantidad de lombrices por puesta, según Venter & Reinecke (1988), varía de 0 a 9, raramente 12(?) (Martínez-Cerdas, 1999) siendo frecuente hallar de 2 a 4 lombrices en cada puesta. Las correlaciones con las dietas no suelen ser claras, al menos en relación con el tamaño de las muestras analizadas (Herrera & De Mischis, 1995; Martínez-Cerdas, 1999; Schuldt *et al.*, 1999). Los valores que consigna Martínez-Cerdas (1999) aparentemente son los mayores conocidos (media aproximada 9). Ferruzzi (1987) mencionó 21 lombrices/cocón que no han sido observados con posterioridad y es probable se tratase de una invasión de nematodos en un cocón aislado y detectado a ojo desnudo.

Potencial reproductor

En cuanto al potencial reproductor, una expresión simple que ha dado resultado en invertebrados es la que modificamos de Wildish (1979, 1980), donde $R'' = x(\mathbf{bnp})$ y $x = 100$ lombrices de la población en una situación dada; (b)= número medio de embriones-lombrices/cocón; (n)= número medio de puestas/año y (p)= las proporciones de adultos y subadultos. Cuando se evalúan experiencias en bandejas (pruebas con determinada cantidad de lombrices: P5L, P10L, P50L, etc.) u otro medio bien monitoreado que permite identificar / cuantificar el número de adultos del lote y se excluye la posibilidad de que algún clitelado pierda el clitelo, puede utilizarse el término "p" sólo considerando adultos (criterio seguido por Wildish en la ecuación original). Las variaciones de R'' observadas para *E. fetida* son de 1.000 a 12.500 (Schuldt *et al.*, 1999).

Se sabe que en momentos de baja densidad, tales como los que se observan cuando se invaden nuevos sustratos por emigración de adultos y subadultos, se generan poblaciones residuales en los sectores abandonados, que cuando no se los realimenta, como ocurre cuando se hace un manejo con autosiembra (Schuldt, 1993; Schuldt *et al.*, 1999) llegan a cierto equilibrio con el sustrato agotado y con pérdida del clitelo. Tanto las poblaciones emigrantes como las residuales poseen valores muy elevados de R'' . El mismo valor de R'' posee entonces connotaciones distintas ya que en las poblaciones residuales la reproducción tiende al mínimo, mientras que las invasoras desarrollan al máximo su potencial. En poblaciones apiñadas, en equilibrio con el sustrato y que no se subdividen

periódicamente (lombricultivos domésticos con dimensiones adecuadas al suministro de MO que reciben), también se aprecian valores muy elevados de R'' pero con baja producción de cocones. Descensos bruscos del valor de R'' se relaciona con fugas importantes.

Aun se requiere investigación para determinar en que medida R'' puede ser un estimador útil para relacionar la estructura de la población de lombrices con otras instancias críticas en el cultivo.

Discusión y conclusiones

1) En términos de edades ecológicas en *E. fetida* se observan la prereproductiva y la reproductiva, faltando la postreproductiva. A los fines del relevamiento y seguimiento de poblaciones conviene distinguir las siguientes clases: cocones (1), juveniles (2), subadultos (3) y adultos (4). Las clases 1-3 corresponden a edades prereproductivas. Los animales adultos son reproductores efectivos (clitelados). A fines prácticos, se recomienda que los animales que han perdido el clitelo sean computados como subadultos. Basar la evolución premadurez – madurez únicamente en el peso o talla (0,25 g o 2,5-3,0 cm) de los animales no es suficiente.

2) Cada sustrato admite una cantidad determinada de animales que se relaciona con el tipo y el grado de envejecimiento de la MO. Los relevamientos efectuados con una unidad de muestreo cúbica de 7,5 cm de lado y con un tamaño de muestra de 3 u.m. por sector proporcionan una herramienta útil para el seguimiento de la población. Resulta conveniente expresar los resultados como densidades nominales (**dn**) y efectivas (**de**) por lecho (L) de cultivo (superficie de 2 m²). Se entiende por **dn** al número de animales / L calculado asignándole al cocón el valor 1 (es decir considerar que alberga sólo 1 embrión o lombriz), mientras que la **de** resulta de considerar la fecundidad real de la puesta.

3) Las dietas formuladas sobre la base de estiércoles pertenecientes a una misma especie permiten mejor crecimiento de los individuos que las mezclas con estiércoles de distintas especies. Pareciera que la madurez sexual se alcanza a partir de los 0,25 g, independientemente de la dieta. Que una dieta permita un rápido crecimiento implica obtener antes la maduración sexual, pero no garantiza que la producción de cocones sea superior.

4) La producción de cocones se halla sujeta a fluctuaciones estacionales y decae con la edad. Se ha comprobado que el grado de apiñamiento de los animales incide negativamente sobre la frecuencia de las puestas, al punto que este factor es más importante para la expansión de una población que adoptar alguna dieta en particular. Para comparar la producción de cocones se recomienda expresarla como cocones/adulto o cocones/semana/adulto.

5) La fecundidad de las lombrices varía de 0 a 9, siendo frecuente hallar de 2 a 4 por puesta. Hasta el presente, las correlaciones con alguna dieta en particular no son confiables.

6) El Potencial Reproductor $R'' = x(\text{bnp})$ proporciona información acerca de algunas instancias críticas como fugas, colonización de sustratos, situaciones derivadas del grado de apiñamiento, etc., que se traducen en variaciones del incremento de las puestas.

Referencias

Charniaux-Cotton, H. 1978. L'ovogenese, la vitellogénine et leur controle chez le Crustacé Amphipode *Orchestia gammarellus* (Pallas). Comparaison avec d'autres Malacostracés. *Archives de Zoologie Expérimentale & Générale* 119: 365-397.

Christiansen, H. E. 1971. Reproducción. Estudio histológico del ciclo reproductivo. En: Olivier, S.R. (ed.): *Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (Mesodesma mactroides Desh. 1854) en Mar Azul (Pdo. de Gral. Madariaga, Buenos Aires, Argentina)*. pp. 37-42. Proyecto Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.

Di Masso, R.J., Marc, L.B. & Biasatti, N.R. 1997. Earthworm *Eisenia foetida* (Savigny) growth in Coypu and other

- animal faeces as nutritional substrata. *Megadrilogica* 6(12): 105-112.
- Edwards, C.A. & Bohlen, P.J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*. Chapman & Hall. London. 425 pps.
- Ferruzzi, C. 1987. *Manual de lombricultura*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 138 pps.
- Herrera, J.A.D. & De Mischis, C. 1994. Influence of feeding in the biological cycle of *Eisenia foetida* (Savigny) (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae). Part I. *Megadrilogica* 5(11): 117-124.
- Herrera, J.A.D. & De Mischis, C. 1995. Influence of feeding in the biological cycle of *Eisenia foetida* (Savigny) (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae). Part II. *Megadrilogica* 6(5): 47-50.
- Martinez-Cerdas, C. 1999. *Potencial de la lombricultura*. Transformadora de Papel Texcoco. Texcoco. 141 pps.
- Mc Credie, T.A., Parker, C.A. & Abbott, I. 1992. Population dynamics of the earthworm *Aporrectodea trapezoides* in a Western Australian pasture. *Biology and Fertility of Soils* 12(4): 285-289. (Fide Edwards & Bohlen, 1996).
- Moine, R. & Gauna, M. 1998. Crecimiento poblacional de *Eisenia foetida* en compost puros y mezcla. *Resúmenes 9a. Jornada Nacional de Lombricultura*. Gral. Cabrera, Córdoba.
- Odum, E.P. 1987. *Ecología*. Editorial Interamericana. México, D.F. 639 pps.
- Quintero-Lizaola, R., Ferrera-Cerrato, J., Etchevers-Barra, D., Aguilar, A., Garcia, N.E. & Rodriguez-Kabana, R. 1998. Microorganisms from carbon and nitrogen cycles during the vermicomposting process. *Abstracts 6th International Symposium on Earthworm Ecology*. Vigo.
- Reinecke, J.M. & Viljoen, S.A. 1990. The influence of feeding patterns on growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Biology and Fertility of Soils* 10: 184-187.
- Rodriguez, C. & Natale, E. 1998. Estudio del ciclo biológico de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) en tres compost de origen pecuario. *Resúmenes 9a. Jornada Nacional de Lombricultura*. Gral. Cabrera. Córdoba.
- Rodriguez, C. & Reynoso, V. 2001. Parámetros reproductivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) en contenido ruminal y estiércol de conejo. *Resúmenes 11ava. Jornada Nacional de Lombricultura*. Gral. Cabrera. Córdoba.
- Schuldt, M., 1993. *Lombricultura práctica*. Ediciones Sur. La Plata. 46 pps.
- Schuldt, M. 2001. *Lombricultura: su teoría y práctica en el ámbito agropecuario, industrial y doméstico*. Imprelyf. La Plata. 136 pps.
- Schuldt, M., de Belaustegui, H.P. & Rumi, A. 2000. Estructura poblacional y potencial reproductor de *Eisenia foetida* (Annelida, Oligochaeta) según desarrollo y estrategia de manejo de los cultivos. *Resúmenes 10a. Jornada Nacional de Lombricultura*. Gral. Cabrera. Córdoba.
- Schuldt, M., de Belaustegui, H.P., Rumi, A., Caloni, N. Bodnar, J., Revora, N., Tasso, V., Valenti, M. & Varela, J. 2001. El cultivo de *Eisenia foetida* (Annelida, Lumbricidae) con *scrap* de arroz expandido en condiciones de temperie y laboratorio. *Resúmenes I Reunión Binacional de Ecología* 218. Bariloche.
- Schuldt, M., Rumi, A. de Belaustegui H.P. & Damborenea, M.C. 1999. Potencial reproductor de *Eisenia foetida* (Annelida, Ologichaeta) y estructura poblacional del lombricultivo. *Resúmenes 14 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo CLACS 99 VI*: 1-4. Pucón.
- Schuldt, M., Rumi, A. Guarrera, L. & de Belaustegui, H.P. 1998. Programación de muestreos de *Eisenia foetida* (Annelida, Lumbricidae). Adecuación a diferentes alternativas de manejo. *Revista Argentina de Producción Animal* 18(1): 53-66.
- Schuldt, M., Rumi, A., Guarrera, L., de Belaustegui, H.P. & Mauro, J.P. 1999. Producción de lombricompuesto a partir de egestas de *feedlot*: Población de lombrices y gestión de residuos. *Revista Argentina de Producción Animal* 19(2): 331-346.
- Schuldt, M., Rumi, A. & Gutierrez Gregoric, D.E. 2003. Estimación de la capacidad de porte en lombricultivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) con distintas materias orgánicas. *Actas VII Jornadas de Zoología del*

Uruguay 86. Montevideo.

Venter, J.M. & Reinecke, A.J. 1988. The life cycle of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *South African Journal of Zoology* 23(3):161-165.

Wildish, D.J. 1979. Reproductive consequences of the terrestrial habit in *Orchestia* (Crustacea: Amphipoda). *International Journal of Invertebrate Reproduction* 1: 9-20.

Wildish, D.J. 1980. Reproductive bionomics of two sublittoral amphipods in a Bay of Fundy estuary. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 2: 311-320.

Recibido: 04 - 03 - 05

Aceptado: 02 - 09 - 05