



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
I Z T A C A L A

BO104/83 G I
Biología

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO,
CONSUMO DE TIERRA Y FECUNDIDAD DE LA LOMBRIZ
DE TIERRA Pontoscolex corethrurus MÜLLER, 1857
(OLIGOQUETO GLOSSOSCOLECIDAE).

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
B I O L O G O
P R E S E N T A N

ALEJANDRO PINEDA ALMARO
JOSE ANTONIO HERNANDEZ HERNANDEZ

LOS REYES IZTACALA, MEXICO

1 9 8 3



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con cariño para nuestros padres y hermanos
por su incondicional apoyo.

A nuestras novias por sus virtudes y encantos

La presente tesis se realizó gracias al completo apoyo proporcionado por el Instituto de Ecología, A.C., como parte del proyecto "Monitoreo ecológico de una planta nucleoelectrica".

Nuestro sincero agradecimiento a las siguientes personalidades:

Al Dr Patrick Lavelle de la Universidad de París por su dirección.

Al ex-director del Instituto de Ecología, A.C., Dr Gonzalo Halffter, así como al M en C Pedro Reyes actual director de la misma institución por las facilidades brindadas.

Al M en C Pablo Rangel del Instituto de Ecología, por su determinante — ayuda.

A los integrantes de la Comisión Dictaminadora de la ENEP Iztacala, — biólogos Daniel Muñoz, Enrique Kato, Ernesto Aguirre, Gonzalo Flores, José - Antonio Martínez y Norma A Navarrete por su revisión y sugerencias.

Al Dr Mario Martínez del Colegio de Postgraduados de Chapingo por el análisis del suelo empleado.

Asimismo a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

I	Resumen	1
II	Introducción	2
III	Antecedentes	6
IV	Habitat natural de <u>Pontoscolex corethrurus</u> en la región de Laguna Verde, Ver.	8
	1 Localización Geográfica	
	2 Climatología	
	3 Suelo	
	4 Flora y Fauna	
V	Material y Método	15
VI	Resultados	17
	1 Mortalidad y Supervivencia	
	2 Consumo de Suelo	
	3 Crecimiento	
	4 Reproducción	
	5 Viabilidad de los Capullos	
	6 Análisis Estadístico	
VII	Discusión	46
	1 Mortalidad y Supervivencia	
	2 Consumo de Suelo	
	3 Crecimiento	
	4 Reproducción	
	5 Viabilidad de los Capullos	
	6 Análisis Estadístico	
VIII	Conclusión	51
IX	Bibliografía	53

RESUMEN

Las lombrices de tierra son importantes porque contribuyen de manera — única a la conservación de la estructura de su ambiente y al control de la dinámica del suelo.

La finalidad de este trabajo consiste en conocer algunos aspectos biológicos de la lombriz de tierra Pontoscolex corethrurus, aportando información acerca del efecto de la temperatura sobre su consumo de suelo, crecimiento, — fecundidad, tiempo de incubación de los capullos y su viabilidad.

Para ello las lombrices fueron colectadas de un pastizal inducido en la localidad de Sabanetas, Ver., a una altitud de 800 msnm, clima templado subhúmedo y precipitación anual de 1784 mm. Se establecieron seis lotes experimentales a las temperaturas de 15, 20, 24, 27, 30 y 35°C; cada uno de ellos — compuesto de tres recipientes de plástico conteniendo cinco lombrices cada recipiente. El suelo fue humedecido a 36% y tamizado para separar eficientemente las deyecciones producidas.

La mortalidad ocurrió en el 30% de las lombrices presentes, principalmente a temperaturas superiores y en fase juvenil.

Tanto el consumo de suelo como el crecimiento, aumentaron con el incremento de temperatura, hasta un máximo a 27.0 y 29.7°C, respectivamente. Siendo mayores en estado inmaduro que en adulto. Las lombrices se reprodujeron entre 18 y 28°C, aumentando la fecundidad a una mayor temperatura, resultando la de 23.8°C la más eficiente por agregar más individuos a la población.

Por consiguiente, la actividad se manifestó entre 14 y 30°C, sobresaliendo el aspecto de su fecundidad, caracter que le ha permitido una mayor distribución mundial en comparación a otras especies geófitas tropicales.

INTRODUCCION

Las lombrices de tierra son anélidos oligoquetos que por su gran tamaño con respecto a otros organismos del suelo y la diversidad de las funciones — que desempeñan son considerados como agentes insustituibles de la conservación de la estructura de su ambiente y del control de la dinámica del suelo. Estos organismos han sido clasificados en cinco tipos ecológicos que corresponden a las actividades principales que desarrollan en el suelo: epígeos — que viven entre la hojarasca alimentándose de ella; endógeos que viven dentro del suelo y comen tierra, dentro de éstos, se les llama oligo, meso ó polihúmicos según la riqueza en materia orgánica del suelo ingerido. Por último los anécicos que se alimentan de hojarasca pero viven la mayor parte del tiempo en una red de galerías que hacen dentro del suelo. Entonces estos tipos ecológicos se definen por el alimento, la profundidad a la cual viven y el tamaño de los individuos; una serie de caracteres morfológicos, anatómicos, fisiológicos y demográficos asociados completa la descripción de éstas categorías (Bouché et Kretzschmar, 1977; Lavelle, 1981)(Fig. 1).

La estructura de las comunidades de lombrices de tierra presenta una variación en cuanto a su composición en categorías ecológicas a lo largo de — una secuencia termo-latitudinal, predominando primero los epígeos en las zonas frías, luego los anécicos en regiones templadas y por último los endógeos oligo y mesohúmicos en el trópico, siendo oportunistas los polihúmicos (Lavelle, 1983).

Pontoscolex corethrurus es un endógeo mesohúmico de distribución pantropical (Gates, 1973) abarcando toda la zona húmeda de América, Asia y Africa (Lavelle, 1981). Este hecho resulta sobresaliente si consideramos que las — lombrices de tierra, y sobre todo las tropicales, tienden a tener áreas de — distribución muy restringidas (Lavelle, com.pers.).

Un aspecto muy importante en la investigación de las lombrices consiste en conocer la función que desempeñan en la ecología del suelo, principalmente con vista a su aprovechamiento agronómico.

El paso de suelo a través del conducto digestivo de las lombrices causa la transformación del mismo en complejos que mejoran su estabilidad (Jeanson, 1968), evitando la erosión debido a su deposición sobre la superficie. — Lavelle (1978) ha calculado que se producen entre 30 y 40 m³ de vacíos por hectárea por año en los suelos de Lamto, Costa de Marfil; considerando que esto representa una regulación de la compactación, permitiéndose así la aereación y penetración del agua. La intervención de las lombrices en los procesos de mineralización y humificación a través de sistemas de interacción con la microflora del suelo, produce nutrientes esenciales para las plantas y asegura una gestión óptima de las reservas húmicas dentro del suelo (Lavelle, — Zaidi and Schaefer, 1983).

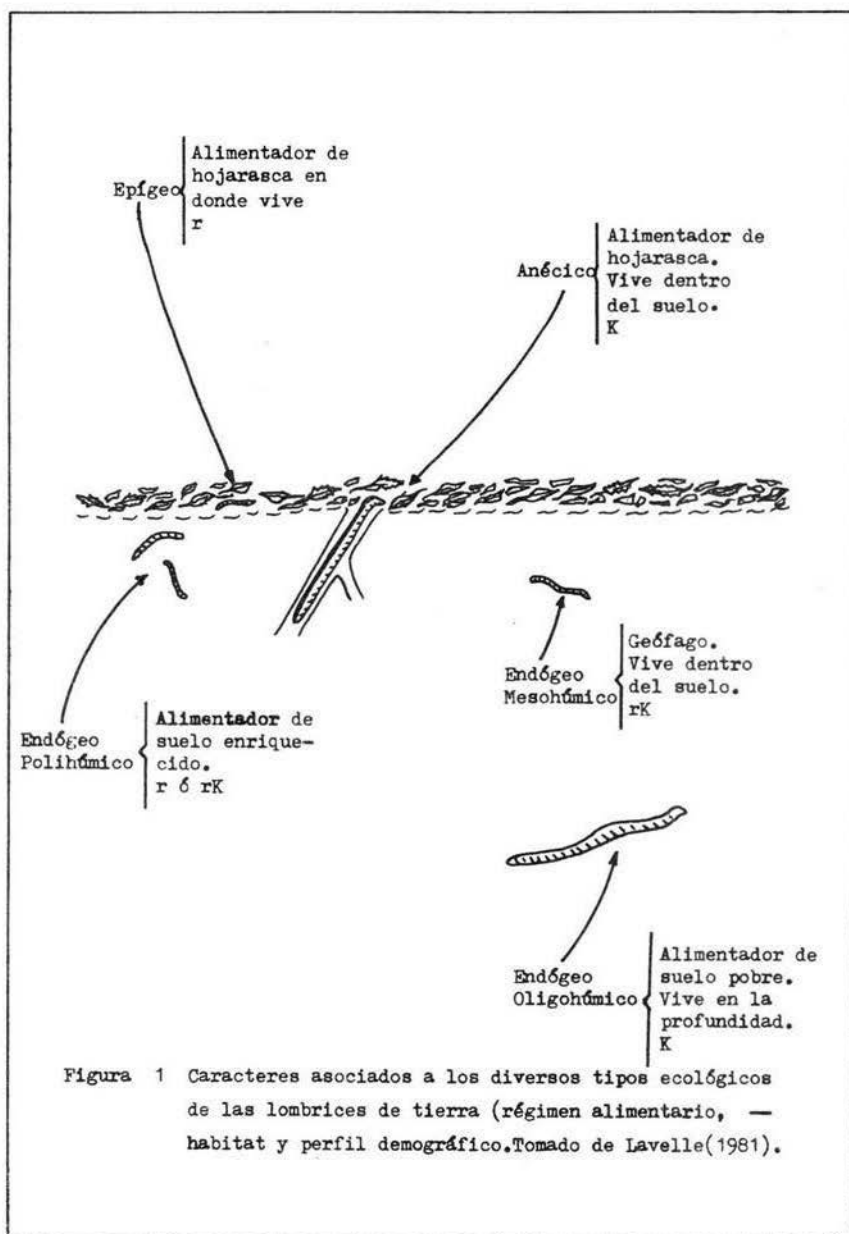
La mayor parte de los trabajos especializados en lombrices de tierra, se llevan a cabo en países templados como Inglaterra, Francia, la Unión Soviética, Alemania, Italia y Estados Unidos, así como recientemente en países tropicales como la India, Costa de Marfil, Egipto, Venezuela y Zaire, entre otros. Italia, Alemania y Estados Unidos han cultivado lombrices con fines comerciales (Grassé, 1960; Edwards and Lofty, 1977; Lavelle, com.pers.) para ser inculcadas en terrenos pobres desprovistos de una fauna adecuada, para mejorarlos ó rehabilitarlos como ha sucedido en Nueva Zelanda y Australia (Nielson, 1952). Además de que se han utilizado en la alimentación humana y de animales. Actualmente se están desarrollando biotécnicas en el Sureste Asiático con apoyo de la FAO-UNDP, con la finalidad de producir compost que es un abono obtenido a partir de lombrices y desechos urbanos (Tréhen et Bouché, 1983).

Algunos autores citan a las lombrices de tierra como perjudiciales por evitar el crecimiento de ciertas plantas como ha sucedido en la India — (Puttarudriah and Sastry, 1961; citado por Edwards and Lofty, 1977), así como de causar un efecto adverso en la estructura del suelo provocando su compactación y anegamiento; sin embargo, es un mínimo de publicaciones las que sostienen esta postura y sólo lo mencionan muy superficialmente, por lo que es necesario un mayor número de trabajos que estudien a fondo éstos hechos y puedan definir con claridad qué tan perjudiciales pueden ser las lombrices y en qué condiciones.

Algunos de los trabajos que se han realizado en el Instituto de Ecología, se han dirigido al estudio de las lombrices de tierra, como parte del proyecto "Monitoreo ecológico de una planta nucleoelectrica". Se trata de integrar los conocimientos que permitan conocer, en un determinado momento, la dinámica de sus poblaciones y comunidades (Lavelle, Maury y Serrano, 1981).

La actividad, el metabolismo, crecimiento, respiración y reproducción de las lombrices de tierra, se ven grandemente influenciados por la temperatura (Lavelle, 1975; Edwards and Lofty, 1977; Kaplan et al, 1980; Kretzschmar, — 1982).

El propósito del presente estudio consiste en contribuir al conocimiento de la biología de la lombriz de tierra Pontoscolex corethrurus; aportando información sobre el efecto de la temperatura en su crecimiento, consumo de — tierra y fecundidad. Asimismo como una parte esencial del modelo de simula— ción de las poblaciones para lombrices de tierra que ha sido aplicado para la lombriz geófaga Millsonia anomala (Lavelle, com.pers.). También pretende tratar de explicar cuáles son los aspectos de la biología de esta especie que le permiten una tan amplia distribución geográfica y tal aptitud a la coloniza— ción.



ANTECEDENTES

Aristóteles presta atención a las lombrices de tierra llamandoles "Los intestinos de la tierra". Sin embargo, es Darwin (1881) quien concentra su atención en el papel de las lombrices de tierra sobre el rompimiento de material muerto de plantas y animales en el suelo, desechos de bosques, conservación de la estructura del suelo, aereación y fertilización. Su libro titulado "La formación del manto vegetal por la acción de las lombrices" resume las experiencias obtenidas cuarenta años atrás en trabajos experimentales, concluyendo que las lombrices han sido una parte muy importante en la historia del mundo. Posteriormente se han hecho muchos estudios a diferentes niveles—morfología, taxonomía, biología, anatomía, ecología, etc. (Edwards and Lofty, 1977).

Pontoscolex corethrurus fue descrita inicialmente por Müller en 1857. — Se trata de una lombriz endógea mesohúmica (Lavelle, 1981), carece de pigmento, presenta una musculatura anterior bien desarrollada, mide alrededor de 10 cm cuando adulta y pesa cerca de un gramo, se ha comprobado que se reproduce partenogénicamente (Gates, 1959; citado por Edwards and Lofty, 1977), aunque también pudiera hacerlo por reproducción cruzada. Cuando las condiciones ambientales son adversas, principalmente con la sequía, las lombrices entran en un período de reposo llamado quiescencia, que es inmediatamente reversible cuando las condiciones se vuelven favorables (Edwards and Lofty, 1977). — G. Eisen (1900) proporciona características morfológicas y anatómicas de la especie, así como su distribución en Norte y Centroamérica. Gates (1973) amplía la información acerca de su distribución incluyendo a Sudamérica.

Según Gates (1959) es una especie introducida en Norteamérica, transportada por el hombre en forma no intencional (Edwards and Lofty, 1977). Es notable su resistencia y fácil adaptación, ya que llega a desplazar con relativa facilidad a otras especies nativas (Gates, 1973).

En todos los medios en los cuáles la acidez, la sequía o el frío no limitan el desarrollo de sus comunidades, la densidad de lombrices de tierra varía desde 2 hasta 10 millones de individuos por hectárea y la biomasa de — 200 Kg a 2 Ton/ha (Edwards and Lofty, 1977).

Pontoscolex corethrurus es una especie común del trópico mexicano, muy abundante en Laguna Verde, Ver. Existe información sobre la densidad y biomasa de las lombrices de tierra en pastizales y selva a diferente altitud, entre los que destaca el pastizal de 800 msnm del que se tomaron los individuos para la realización del presente trabajo; presentando una densidad de 190 individuos/m² y 86 g de peso fresco, representando éste último el 72.5% de la biomasa de lombrices; estos valores son máximos en el mes de octubre al finalizar la temporada de lluvias (Lavelle et al, 1981). También se le ha encontrado en bosques de pino en Chiapas, y en la selva Lacandona, con densidades máximas que van de 63 a 142 individuos/m² y biomásas de 19 a 48 g/m², respectivamente; dependiendo de la humedad de la zona (Fragoso, com. pers.).

Un trabajo similar al que nos ocupa ha sido realizado por Lavelle y Cruz (1981) en el que la variable a medir fue la humedad. Determinando para Pontoscolex corethrurus que su actividad, sea joven ó adulto, empieza arriba del 25% de humedad y que sólo por arriba del 30% de la misma, tienen una tasa de crecimiento diaria positiva. A medida que aumenta la humedad del suelo, sube la tasa de crecimiento que alcanza el 6.88% para los jóvenes con un 55% de humedad y 0.62% para los adultos con un 43% de humedad. En suelos saturados de agua, el crecimiento de los jóvenes sigue muy rápido a pesar de las condiciones aparentemente asfixiantes del suelo. El consumo máximo de suelo a un 45% de humedad fue para los jóvenes con 5.7 g de suelo seco/peso fresco/día y de 3.3 para los adultos. La fecundidad es máxima con un 43% de humedad, alcanza 48 capullos/adulto/año, con un peso promedio de 38 mg; generalmente de cada capullo emerge un sólo individuo. De un cultivo de 1498 capullos, la tasa de eclosión fue de 73.8%.

HABITAT NATURAL DE Pontoscolex corethrus EN LA REGION DE LAGUNA VERDE, VER.

Localización Geográfica.

Sabanetas es el sitio más cercano al habitat de ésta especie, pertenece a la jurisdicción del Municipio Alto Lucero, del Estado de Veracruz. Las coordenadas geográficas del lugar son aproximadamente $19^{\circ} 45'$ Latitud Norte y $96^{\circ} 37'$ Longitud Oeste, con una altitud de 950 msnm y a 24 Km al oeste de donde se construye la Planta Nucleoeléctrica Laguna Verde. Los poblados ó ciudades próximos son Palma Sola a 21 Km al ENE, Cardel a 50 Km al SE, Xalapa a 39 Km al SO y Vega de la Torre a 29 Km al N (Fig. 2). La topografía cercana al lugar es un tanto accidentada, se compone de cerros y ramales volcánicos que forman parte de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental (Rodríguez, A y Ramírez, G., inédito).

Climatología.

La estación climatológica "Mesa de Sombreros" se ubica en la localidad de Sabanetas. El esquema más ampliamente utilizado con respecto al clima es el establecido por Köppen (1936) modificado por García, E (1973, citado por la SPP, 1981) que se basa en la temperatura y precipitación media mensual y anual; representado por $CW_1 (X')$ para esta zona, correspondiendo a un clima templado, subhúmedo con lluvias en verano y precipitación invernal mayor de 10.2 mm. Los valores de temperatura y precipitación ambiental para Sabanetas, Ver., durante el período julio 1980-agosto 1982 se presentan en la tabla 1 donde se muestran los máximos, mínimos y promedios correspondientes. En la gráfica 1 se observan las más altas temperaturas entre los meses de abril-agosto con un máximo de 23.3°C en el mes de mayo y las más bajas entre noviembre-febrero con una mínima de 14.0°C en noviembre. Por consiguiente, la diferencia entre este período es de 9.3°C , temperatura que indudablemente provoca una actividad estacional de las lombrices. Por su altura y la proximidad de la costa al sitio, el aire tiene un alto contenido de humedad todo el año y ocasionalmente es inferior al 60%. Los meses de agosto y septiembre son típicos de la estación de lluvias, esto es, son los más húmedos, y marzo y —

abril los más secos (Rodríguez, A y Ramírez, G., inédito).

Suelo

El suelo de la región de Laguna Verde se ha formado a partir de un susto andesítico, producto de la actividad volcánica local en el Mioceno — (Lavelle et al, 1981). Se trata de un vertisol que presenta montmorillonitas, arcillas especiales capaces de retener la materia orgánica bloqueándola físicamente, permitiendo su acumulación y enriqueciendo de esta manera el suelo — (Duchaufour, 1977).

Los vertisoles son suelos pesados de suaves vertientes, de 50 cm de profundidad, contienen 30% o más de arcilla en todos sus horizontes, lo que provoca la formación de grietas en la estación seca. El alto contenido de arcilla de expansión denominada montmorillonita, hace el suelo muy pegajoso y asfixiante cuando está húmedo y muy duro cuando está seco, lo que disminuye su erosión y permite la formación de microrrelieves llamados gilgai. Los ciclos repetidos de expansión y contracción, causan una gradual inversión del suelo. Sus cationes dominantes intercambiables son el calcio y el magnesio. La vegetación típica en las áreas naturales es el pasto ó plantas herbáceas anuales. Estos suelos han sido utilizados para pastizales (Foth, 1975).

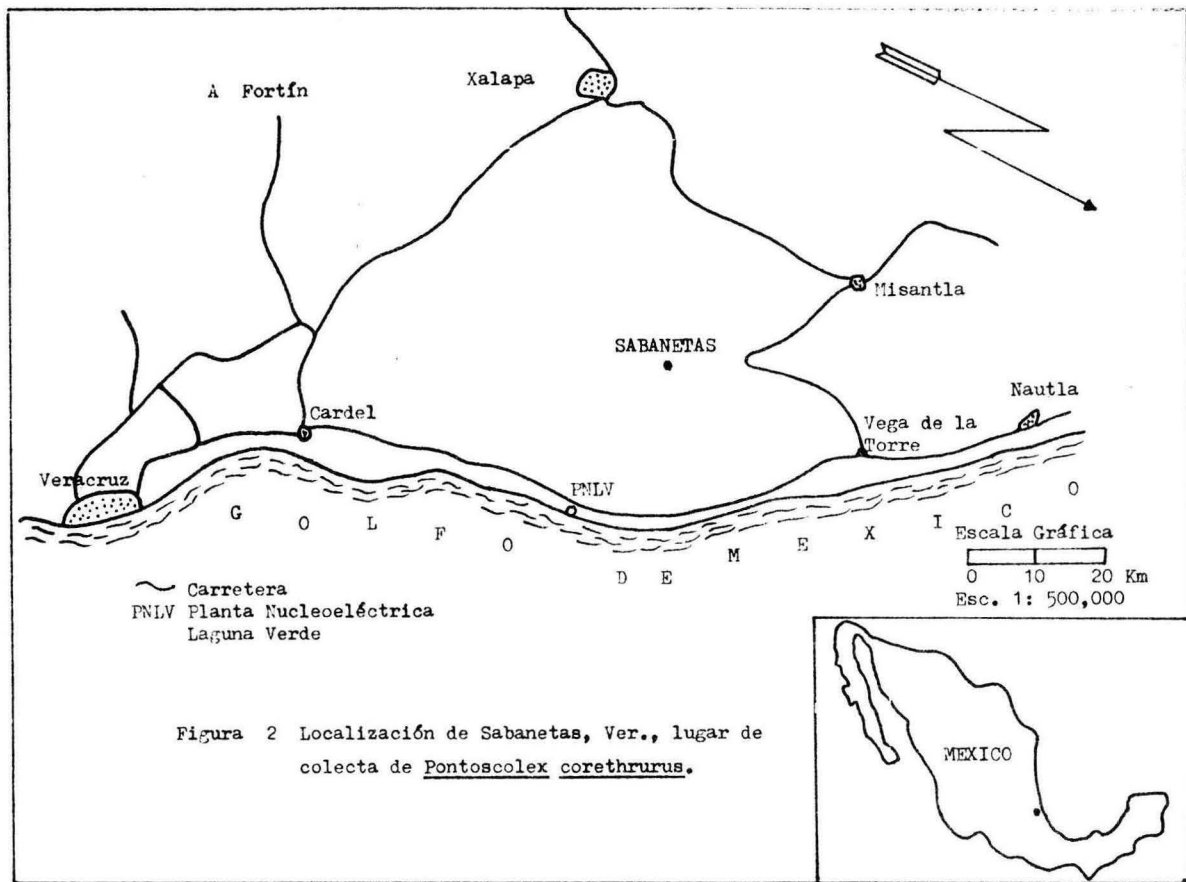
El suelo empleado en el presente trabajo manifiesta valores que se muestran en la tabla 2. Los porcentajes de arena, limo y arcilla indican, en el triángulo de textura, que este suelo se clasifica como migajón arcilloso. La capacidad de campo (pF 2.5) es muy cercana a 36% que es la humedad a la que se establecieron los cultivos, siendo el punto de marchitamiento permanente de las plantas de 18.3% (pF 4.2) donde la actividad de las lombrices es nula. El pH de los suelos fluctúa entre 4 y 9 (Worthen y Aldrich, 1980); para nuestro caso fue de 5.9 que corresponde a lugares húmedos y que su ligera acidez se debe a la pérdida de bases por lixiviación. El alto contenido de materia orgánica (6.2%) refleja la abundancia de reservas húmicas, lo cuál constituye un testimonio del pasado forestal de este pastizal y sobre todo el efecto de la montmorillonita (Lavelle et al, 1981). Asimismo la relación C/N que es

de 11.6 manifiesta una buena humificación de la materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico puede considerarse elevada dado que se trata de un suelo con abundante arcilla montmorillonita.

Flora y Fauna.

La región de estudio corresponde a pastizales inducidos que han sustituido a la selva baja subcaducifolia original, encontrándose manchones de este tipo de vegetación en laderas escarpadas y a orillas de algunos arroyos. El pastizal que nos ocupa se localiza a 800 msnm, donde predomina una especie de Paspalum sp cuya cobertura es regular y a nivel del suelo es total. La biomasa de raíces en estas áreas alcanza 30.2 Ton/ha, localizándose entre el 70 y 90% en los primeros 10 cm del suelo (Lavelle, Maury y Serrano, 1981).

La densidad de ganado vacuno es de un individuo por hectárea (Halfiter y Reyes, 1975; citado por Lavelle et al, 1981). La macrofauna de los pastizales está constituida en un 72.5% de la biomasa, por lombrices de tierra, un 26.0% de larvas de Coleóptera, e incluye otros grupos tales como Hymenóptera, Hemiptera, Díptera, Lepidóptera, Isóptera, Aranae, Myriápoda, Isópoda y Gasterópoda (Lavelle, Maury y Serrano, 1981).



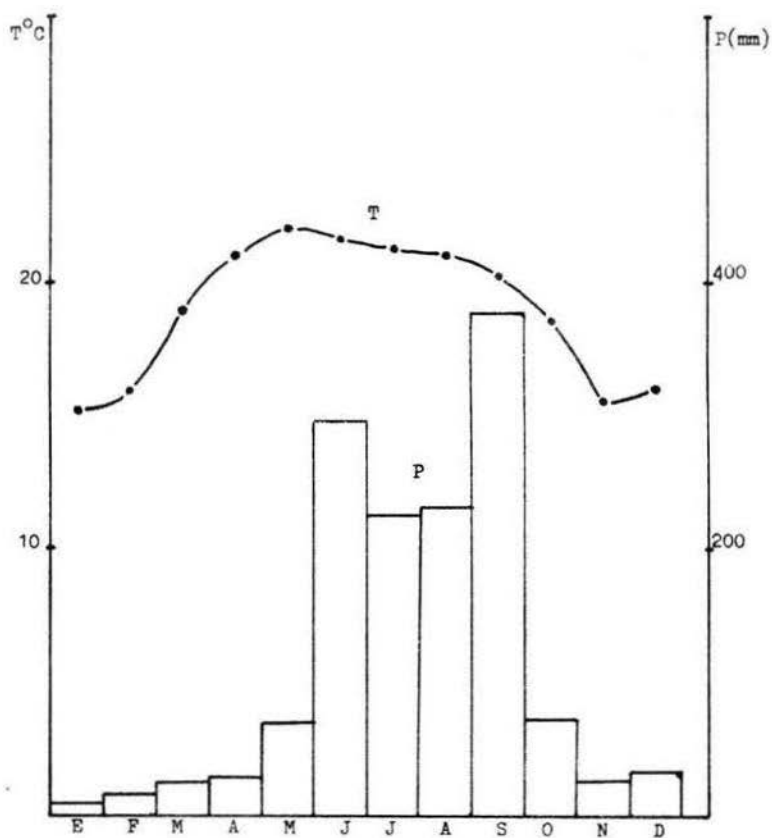
Temperatura Promedio Mensual (°C)

Año \ Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1980	-	-	-	-	-	-	21.9	21.8	20.6	18.1	14.0	15.5	
1981	14.4	16.1	18.8	20.6	23.3	21.7	21.4	20.3	20.1	19.2	17.1	16.5	
1982	16.2	15.7	19.3	21.4	20.9	21.8	20.7	21.1	-	-	-	-	
Prom.	15.3	15.9	19.0	21.0	22.1	21.7	21.3	21.1	20.3	18.6	15.5	16.0	Total 19.0

Precipitación Promedio Mensual (mm)

1980	-	-	-	-	-	-	216.2	196.0	426.3	101.9	43.7	21.5	
1981	22.2	10.8	11.5	46.8	19.8	494.7	354.8	390.9	329.1	44.5	11.0	47.7	
1982	0.6	26.3	42.4	13.3	122.9	97.7	107.6	107.7	-	-	-	-	
Prom.	11.4	18.5	26.9	30.0	71.3	296.2	226.2	231.5	377.7	73.2	27.3	34.6	Total Anual 118.7 1,424

Tabla 1 Valores máximos, mínimos y promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial correspondientes al periodo julio 1980- agosto 1982 para Sabanetas, Ver.



Gráfica 1 Variaciones promedio mensuales de temperatura y - precipitación pluvial para el período julio 1980-agosto 1982 de Sabanetas, Ver.

Tabla 2 Valores obtenidos en el análisis del suelo con el que se trabajó.

Fecha	sep/82	"Mesa de Sombreros"
Lugar	Est. A	
Prof. (cm)	0-10	
Arena (%)	40.92	
Limo (%)	27.44	
Arcilla (%)	31.64	
		Método
Clasific. Textural	Migajón Arenoso	Bouyoucos Normal
D.ap (g/ml)	1.08	Método de la Probeta
D.real (g/ml)	2.52	Picnómetro
Porosidad	57.14	$\frac{D.\text{real}-D.\text{ap}}{D.\text{real}} \times 100$ (Duchautour, 1978)
C.C. (%)	34.50	Olla de Presión
P.M.P. (%)	18.35	Membrana de Presión
pH	5.9	Relación 1:5
C.E. (mmhos)	0.170	Relación 1:5
C.I.C. (meq/100 g)	28.4	Acetato de Amonio Modificado
M.C. (%)	6.2	Walkley and Black
N _t (%)	0.31	Relación con materia orgánica 20:1
C (%)	3.6	Walkley and Black
C/N	11.6	Relación

MATERIAL Y METODO

El suelo y las lombrices utilizadas se colectaron de su ambiente natural de la estación A en "Mesa de sombreros" de Laguna Verde, Ver., del estrato de 0-10 cm. Las lombrices se obtuvieron por el método de extracción manual. El suelo es secado al aire libre, pulverizado y tamizado.

El método empleado para las condiciones experimentales está basado en la diferencia de propiedades físicas del suelo digerido y no digerido (Lavelle - et al, 1974).

El suelo en que vivieron las lombrices fue humedecido a 36% que resulta ser casi igual que la capacidad de campo (siendo esta de 34.5% con un pF de - 2.5) porque esto favorece sobremanera el desarrollo de las lombrices y conviene al método (Lavelle and Cruz, 1981). El suelo humedecido con agua destilada es forzado a través de un tamiz de abertura igual a 1.68 mm para obtener una estructura particular que nos permita separar de manera eficiente las deyecciones producidas a causa del suelo ingerido.

Se establecieron seis lotes a las temperaturas de 15, 20, 24, 27, 30 y - 35°C; los tres primeros colocados en laboratorios donde prevalecía una temperatura adecuada y los restantes en una estufa de cultivo BLUE-M, rango 0-65°C, exac. \pm 0.05°C y med. 95 X 50 X 62 cm. Los registros se efectuaron cada tercer día con termómetros de máxima y mínima de rango - 40 a 50°C, permitiéndonos esto calcular su promedio por evento (tabla 3) donde se observa la temperatura representativa de cada lote con su respectivo intervalo de confianza.

Cada lote consta de tres recipientes de plástico cuyas dimensiones son - de 12.5 X 11.0 X 5.0 cm de profundidad, en cada recipiente se introdujeron - cinco lombrices juveniles de un peso promedio de 250 mg.

Para preparar los cultivos, el suelo humedecido a 36% fue homogeneizado, se tomó un control de humedad inicial para cada lote y un final para cada recipiente con objeto de conocer la humedad real con la que se estaba trabajan-

do (tabla 4).

Cada lombriz fue colocada en una cápsula de porcelana con agua destilada para su limpieza, secada con papel absorbente y pesada en una balanza Sartorius tara sustractiva, rango 0-220 g, sensib. 1 mg e inmediatamente colocada en un nuevo medio de cultivo; estos fueron cerrados para evitar la pérdida de humedad, por lo que cada tercer día se aereaban para que no hubiese una carencia marcada de oxígeno.

En cada evento los lotes eran desmontados y remontados, esto es, el suelo se cambiaba y las lombrices se pesaban; en cada caso las deyecciones fueron separadas del suelo no ingerido y colocadas a 60°C durante 48 horas en un horno de secado MAPSA, rango 0-200°C, med. 40 X 30 X 30 cm, para que una vez ya secas fueran separadas por completo por simple tamizado.

Los cultivos se prolongaron hasta que las lombrices alcanzaron la madurez sexual y nos permitieron obtener información sobre su fecundidad. En las temperaturas donde hubo reproducción, los capullos producidos fueron separados y puestos a incubar en frascos de vidrio conteniendo suelo a una humedad de alrededor del 40% por ser esta muy adecuada a su desarrollo embrionario -- (Lavelle and Cruz, 1981), a su respectiva temperatura. Aquí también el suelo se cambió en cada evento, además de que cada tercer día eran revisados para poder determinar el porcentaje y tiempo de eclosión para cada temperatura.

Las determinaciones fisicoquímicas del suelo utilizado fueron realizadas en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados en Chapinigo (tabla 2).

El trabajo físico empleado para la fase experimental significa el tamizado de aproximadamente 160 Kg de suelo húmedo y representa 7875 días de cultivo/lombriz.

RESULTADOS

La información obtenida acerca del efecto de la temperatura sobre el crecimiento, consumo de tierra, fecundidad, tiempo de incubación y viabilidad de los capullos de Pontoscolex corethrurus, se resume en tablas y gráficas que a continuación se interpretan.

Mortalidad y Supervivencia

El lote colocado a 34.5°C , después de ocho días de experimentación, fue suprimido por presentar una tasa de mortalidad diaria de 8.3%.

La mortalidad en condiciones de laboratorio, durante el tiempo de experimentación, se manifestó con mayor incidencia en los primeros once eventos, — con un 30% del total de lombrices presentes; la mayor parte de éstas muertes ocurrieron a individuos inmaduros (87.9%) con peso promedio de 332 mg, por — 12.1% de adultos, con peso promedio de 621 mg. Estas mortalidades fueron mayores en las temperaturas de 27.0°C con 0.51% diario y 29.7°C con 0.27% (gráfica 2).

Consumo de Suelo

En la tabla 5 se presentan los consumos de suelo seco por evento por día para cada lote. De manera análoga, la tabla 6 proporciona los pesos iniciales, finales y promedio. A partir de éstas dos tablas se elaboró la tabla 7 que expresa las variaciones promedio en porcentaje de peso/día/lote/temperatura y — los consumos promedio de suelo seco por peso fresco promedio de lombriz/lote/temperatura; estos datos junto con las gráficas 3 y 4 permiten apreciar las — diferencias de consumo durante las fases juvenil y adulta.

Las curvas de la gráfica 3 (consumos, variaciones de peso e índice de capullos) fueron lisadas con el fin de suavizarlas e interpretarlas mejor. En — ésta gráfica, a 15.0°C las lombrices consumen en forma constante entre una y dos veces su peso fresco por día. En las temperaturas en que hubo reproducción (19.2 , 23.8 y 27.0°C), las lombrices consumen suelo hasta un máximo a —

27.0°C con 4.32 veces su peso fresco de suelo seco/día para los jóvenes y de 3.28 para los adultos. Antes de reproducirse, las lombrices consumen cada vez menos suelo, llegando a ser este valor ligeramente mayor de dos veces su peso fresco por día en plena reproducción para las temperaturas de 23.8 y 27.0°C, y menor para 19.2°C en donde se observa una clara constancia de consumo. En 29.7°C consumen suelo en un promedio de tres veces su peso fresco por día en los primeros cuatro eventos, después lo disminuyen quizá con la intención de reproducirse pero no lo logran, consumiendo finalmente alrededor de dos veces su peso fresco de suelo seco por día.

La gráfica la representa los consumos promedio de suelo consumido para inmaduros y adultos en función de la temperatura. Este consumo es máximo en el período de crecimiento, cuando las lombrices no han alcanzado la etapa adulta, siendo de 4.24 veces su propio peso y de 2.71 veces para los adultos; vemos entonces que los consumos se incrementan tanto en la fase inmadura como reproductiva conforme aumenta la temperatura hasta un máximo a 27.0°C, valor a partir del cual disminuyen notablemente hasta 3.11 y 2.25 veces, respectivamente.

Crecimiento

Con respecto a las variaciones de peso (gráfica 3), tenemos que a 15.0°C las lombrices suben y bajan de peso tratando sólo de conservar su vida. Entre las temperaturas de reproducción, las lombrices tienen un comportamiento general muy similar en cuanto a las variaciones de peso a través de su existencia, siendo éstas mayores en la etapa juvenil, presentándose a 19.2°C más conservadoras y a 27.0°C más irregulares; no obstante, en las tres temperaturas las variaciones de suelo decrecen conforme las lombrices van adquiriendo el estado adulto. Al presentarse la reproducción, se observa una íntima relación entre los consumos y las variaciones de peso, causando una estabilización en el peso de los reproductores; los pequeños altibajos que se aprecian son debidos a la puesta de capullos y a la recuperación de las lombrices, lo que hace más interesante el aspecto de la fecundidad con respecto a la temperatura. A 29.7°C las variaciones de peso son semejantes a las de las tempera-

turas en que hubo reproducción durante la fase juvenil con un máximo de 2.4%/día; pero como forman su clitelo y no tienen la capacidad de reproducirse, — las variaciones de peso son muy irregulares, llegando a tener un valor de — 0.49%/día e incluso no se pueden relacionar con los consumos de suelo.

La gráfica 4b representa las variaciones de peso promedio para inmaduros y adultos, siendo siempre mayor el incremento en peso por día para los inmaduros; es evidente que estas variaciones de peso se ven aumentadas por la temperatura que va de un mínimo de 0.37% por día a 15.0°C hasta un máximo de 2.74% por día a 27.0°C para los inmaduros y de 0.23% a 19.2°C hasta 0.80%/día a — 29.7°C para los adultos. Como puede observarse, en los jóvenes la mayor variación en peso está dada a 27.0°C y en los adultos hasta los 29.7°C donde no se presenta una disminución como en los jóvenes, debido a la no reproducción de las lombrices a ésta temperatura.

La gráfica 5, basada en la tabla 6, ilustra las variaciones del peso donde es muy claro el efecto de la temperatura sobre el crecimiento de las lombrices, puesto que conforme ésta aumenta, los pesos se incrementan.

Reproducción

La tabla 8 resume la información acerca de la reproducción. Indica el — evento en que empezaron a reproducirse las lombrices para cada temperatura, — así como el número de capullos por evento, el peso mínimo del reproductor, peso promedio de los capullos, tiempo de incubación, número de eclosiones y peso promedio de las lombrices eclosionadas. Los capullos se localizaron dentro de agregados de suelo en forma de esferas huecas, tienen forma de limón, son blancos de aproximadamente 3.5 mm de diámetro, fluctuando su peso promedio entre 30 y 37 mg para las diferentes temperaturas; conforme evolucionan en su — desarrollo embrionario, se observa una pérdida de humedad haciéndose los capullos ligeramente rugosos, van adquiriendo un color rosado característico — que se intensifica a un color rojizo antes de la eclosión. De cada capullo — emerge un sólo individuo.

La tabla 9 contempla los valores utilizados en el cálculo de la fecundidad. El peso mínimo del reproductor considerado para cada evento fue seleccionado en función de los pesos de las lombrices presentes y sus variaciones al final de dicho evento, así como de las cajas en que aparecieron los capullos y las observaciones pertinentes. El tiempo de experimentación considerado se refiere al número de días que comprendió la fase reproductiva, asimismo se utilizó el número total de capullos producidos en cada temperatura. El número de lombrices por evento se calculó considerando las lombrices presentes que tenían un peso igual ó superior al peso mínimo del reproductor, posteriormente se sumaron todas las lombrices presentes en los eventos de reproducción y se dividieron entre el número de éstos, con el fin de obtener el número promedio de lombrices capaces de reproducirse y poder calcular a partir de éstos datos la fecundidad potencial. La fecundidad se determinó considerando el número de capullos producidos, el número de adultos presentes en la fase reproductiva y el tiempo de reproducción en nuestra experiencia, para cada temperatura. Ejemplo:

$$F = \left(\frac{K}{\# \text{ adultos}} / \# \text{ días} \right) (365 \text{ días})$$

a 19.2°C

$$F = \left(\frac{31}{7.9} / 86 \right) (365) = (0.0455)(365) = 16.6 \text{ K/adulto/año}$$

resultando ser mayor para la temperatura de 27.0°C con 29.0 capullos/adulto/año y 16.6 y 27.2 K/adulto/año para las temperaturas de 19.2 y 23.8°C, respectivamente.

En relación a la reproducción, se hizo necesario determinar un índice de capullos por evento/temperatura (tabla 10), considerando el número de los migmos y el número de reproductores que se encontraban exclusivamente en las cajas en que hubo producción de capullos. Los valores correspondientes a ésta tabla se presentan en la gráfica 3 donde esencialmente se manifiesta la capacidad de reproducción de las lombrices y su recuperación. En esta misma gráfi

ca se puede distinguir los tiempos en que aparece la reproducción a las diferentes temperaturas, siendo de 82 y 47 días para las temperaturas de 19.2 y - 23.8°C, el tiempo más corto correspondió a 27.0°C con 35 días. A 19.2°C las lombrices presentan una reproducción muy conservadora demostrada por el peso de sus capullos (tabla 8), misma que van incrementando al paso del tiempo con un índice de capullos promedio de 0.42 K/adulto/evento. En la temperatura de 23.8°C, es interesante su continuidad reproductiva, siendo al principio mayor pero que tiende a estabilizarse con un índice de 0.61 K/adulto/evento. A 27.0°C, es donde se observan, con mayor frecuencia, los mayores índices de capullos con un máximo de 1.2 y un promedio de 0.62 K/adulto/evento. Sin embargo, nótese que conforme aumenta la temperatura, decrece el peso promedio de los capullos (tabla 8).

Por último, con el propósito de conocer que tanto podría afectar la temperatura de 29.7°C a sus facultades reproductivas, las lombrices aquí colocadas se trasladaron a 27.0°C en donde al cabo de 22 días produjeron cinco capullos de los cuáles eclosionó sólo un individuo, esto implica, que de alguna manera se vieron afectadas las facultades reproductivas como un efecto directo de la temperatura.

Viabilidad de los Capullos

El peso promedio de los capullos representa entre el 5 y 7% del peso mínimo del reproductor, siendo ligeramente mayor al peso promedio de las lombrices recién eclosionadas. El tiempo promedio de incubación (tabla 8 y gráfica 6), es bastante marcado a la temperatura de 19.2°C con 42 días en comparación a las de 23.8 y 27.0°C que son igual con 26 días; correspondiendo el tiempo mínimo de incubación a la temperatura de 27.0°C con 22 días y el máximo a 19.2°C con 63 días. En ésta misma gráfica se aprecia que conforme aumenta la temperatura, disminuye el número de eclosiones, obviamente en función del número de capullos puestos, siendo la más eficiente en este aspecto, la temperatura de 19.2°C con un 93.5%, ya que de 31 capullos 29 eclosionaron y a las temperaturas de 23.8 y 27.0°C sus respectivos porcentajes de eclosión fueron de 88.7 y 78.4%.

Análisis Estadístico

En un intento por confirmar el efecto de la temperatura sobre el consumo de suelo, la variación en peso de las lombrices y su índice de capullos, se recurrió a la estadística por medio de un análisis de variancia para cada caso. Los resultados obtenidos que se presentan en la tabla 11, denominados tablas ANDEVA, manifiestan que no existe una diferencia significativa para las variaciones de peso ($\Delta P\%/D$) y los índices de capullos (K/A), no siendo esto así para los consumos (\bar{C}/\bar{P}) donde se puede apreciar una diferencia significativa entre el valor de "F" obtenido en el proceso de los datos y el valor de "F" localizado en la tabla J con un 95% de confiabilidad.

Con el deseo de que ésto quede más claro, se elaboró la tabla 12 a partir de las tablas 7 y 10, que expresa los promedios de los factores antes mencionados con su respectivo intervalo de confianza en función de la temperatura. En las gráficas 7 y 8 se observa una tendencia general a consumir más suelo e incrementar su peso conforme se aumenta la temperatura hasta llegar a un máximo a 27.0°C, después del cuál disminuyen. En las gráficas 8 y 9, las incertidumbres son bastante grandes, lo que hace posible que en determinado momento no se pudiera reconocer una diferencia de variación de peso y reproducción como un efecto propio de la temperatura. En la gráfica 7 las incertidumbres son más reducidas, lo que permite visualizar las diferencias de consumos entre las temperaturas. Los traslapes en cada gráfica dan una mejor idea de lo sucedido.

Simbología de la tabla 3

$T^{\circ}\text{C}$ = Temperatura en grados centígrados.

I.C. = Intervalo de confianza.

$$\text{I.C.} = \frac{2\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

donde

σ = S = Desviación standard.

n = Número de datos de la muestra.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Tabla 3 Temperaturas eventuales y su promedio general registradas durante el período experimental 27 octubre-1982 al 6 abril-1983 para Pontoscolex corethrurus.

E	Fecha	T ^o C	LOTES EXPERIMENTALES				
			15.0	19.2	23.8	27.0	29.7
1	27 oct-4 nov.	15.2	18.0	24.0	-	-	34.5
2	4 - 12 nov.	14.2	17.5	24.9	-	30.0	
3	12-19 nov.	14.7	18.0	24.0	-	30.0	
4	19-29 nov.	14.7	19.9	24.7	-	30.0	
5	29 nov-5 dic.	13.5	20.1	25.0	-	30.0	
6	6-13 dic.	14.3	19.7	23.3	27.3	29.3	
7	13-20 dic.	11.6	19.4	23.3	24.8	30.6	
8	20-27 dic.	11.3	19.0	22.7	27.3	30.0	
9	27 dic-3 ene.	14.0	19.3	23.6	28.2	31.0	
10	3-10 ene.	14.7	19.2	22.8	27.2	31.0	
11	10-17 ene.	14.9	18.7	22.8	27.0	30.7	
12	17-24 ene.	14.8	18.7	23.8	25.6	30.5	
13	24-31 ene.	15.8	19.3	24.3	25.8	30.3	
14	31 ene-7 feb.	17.5	18.8	23.8	26.7	30.3	
15	7-14 feb.	17.0	19.2	26.0	28.0	28.6	
16	14-21 feb.	16.5	17.9	23.7	27.3	27.6	
17	21-28 feb.	15.5	19.2	23.0	27.3	28.2	
18	28 feb-7 mar.	17.5	19.2	24.0	27.2	27.2	
19	7-14 mar.	17.2	19.7	23.0	27.2		
20	14-22 mar.		20.5	24.3	27.3		
21	22-30 mar.		21.0	23.8	27.7		
22	30 mar-6 abr.		20.5	24.0	27.2		
	I.C.	0.82	0.39	0.36	0.43	0.58	

Tabla 4 Humedades eventuales y su promedio general registradas durante el período experimental 27 octubre-1982 al 6 abril-1983 para Pontoscolex corethrurus.

№	Fecha	Humedad %
1	27 oct-4 nov.	32.62 \pm 2.71
2	4-12 nov.	36.32 \pm 1.92
3	12-19 nov.	36.63 \pm 2.12
4	19-29 nov.	35.33 \pm 2.11
5	29 nov-6 dic.	36.39 \pm 1.67
6	6-13 dic.	36.58 \pm 1.70
7	13-20 dic.	36.71 \pm 2.18
8	20-27 dic.	36.05 \pm 2.45
9	27 dic-3 ene.	36.65 \pm 1.84
10	3-10 ene.	35.40 \pm 1.40
11	10-17 ene.	35.02 \pm 1.12
12	17-24 ene.	36.62 \pm 1.36
13	24-31 ene.	34.62 \pm 0.54
14	31 ene-7 feb.	33.78 \pm 0.71
15	7-14 feb.	34.84 \pm 1.30
16	14-21 feb.	34.92 \pm 1.09
17	21-28 feb.	35.17 \pm 0.83
18	28 feb-7 mar.	34.84 \pm 0.91
19	7-14 mar.	35.47 \pm 0.87
20	14-22 mar.	35.49 \pm 0.61
21	22-30 mar.	36.40 \pm 2.93
22	30 mar-6 abr.	35.76 \pm 1.42
	Promedio	35.53 \pm 1.54

Simbología de las tablas 5 y 6

- $T^{\circ}C$ = Temperatura promedio en grados centígrados.
- E = Número de evento, representa cada uno de los cambios de tierra.
- D = Número de días que comprende cada evento.
- C = Consumo de tierra seca por lote (g).
- \bar{C} = Consumo promedio de tierra seca por lote entre el número de días de cada evento (g).
- \bar{P}_i = Peso inicial promedio de las lombrices presentes por lote (mg).
- \bar{P} = Peso promedio de las lombrices por lote, esto es, la suma de los pesos iniciales más los finales entre dos, expresado en gramos.
- \bar{P}_f = Peso final promedio de las lombrices presentes por lote (mg).

Tabla 5 Consumos de Pontoscolex corethrus por evento para cada temperatura.

Temperatura			15,0		19,2		23,8		27,0		29,7	
E	Fecha	D	c	\bar{c}	c	\bar{c}	c	\bar{c}	c	\bar{c}	c	\bar{c}
1	27 oct-4 nov.	8	15.8	2.0	43.2	5.4	65.9	8.2				
2	4-12 nov.	8	28.8	3.6	52.3	6.5	108.2	13.5			124.7	15.6
3	12-19 nov.	7	39.6	5.7	46.8	6.7	106.4	15.2			146.4	20.9
4	19-29 nov.	10	50.0	5.0	87.7	8.8	192.9	19.3			188.8	18.9
5	29 nov-6 dic.	7	50.1	7.2	107.4	15.3	178.9	25.6			160.3	22.9
6	6-13 dic.	7	71.9	10.3	103.8	14.9	130.6	18.7	94.3	13.5	144.7	20.7
7	13-20 dic.	7	63.1	9.0	134.5	19.2	146.7	21.0	112.3	16.0	131.6	18.8
8	20-27 dic.	7	34.2	4.9	124.8	17.9	134.8	19.3	114.1	16.3	196.1	28.0
9	27 dic-3 ene.	7	25.2	3.6	65.3	9.3	103.8	14.8	120.6	17.2	106.5	15.2
10	3-10 ene.	7	36.1	5.2	66.1	9.4	62.1	8.9	89.8	12.8	84.4	12.1
11	10-17 ene.	7	26.3	3.8	66.4	9.5	70.0	10.0	98.6	14.1	86.3	12.3
12	17-24 ene.	7	42.1	6.0	81.7	11.7	92.8	13.2	108.0	15.4	115.2	16.5
13	24-31 ene.	7	21.2	3.0	58.8	8.4	61.4	8.8	113.8	16.3	69.5	9.9
14	31 ene- 7 feb.	7	45.7	6.5	81.0	11.6	69.3	9.9	141.8	20.3	87.5	12.5
15	7- 14 feb.	7	28.8	4.1	60.8	8.7	62.3	8.9	75.7	10.8	107.4	15.3
16	14-21 feb.	7	81.6	11.7	110.7	15.8	115.9	16.6	84.4	12.1	183.6	26.2
17	21-28 feb.	7	36.6	5.2	62.2	8.9	76.0	10.9	65.5	9.4	94.8	13.5
18	28 feb-7 mar.	7	72.1	10.3	103.1	14.7	103.5	14.8	92.5	13.2	120.6	17.2
19	7-14 mar.	7	44.9	6.4	67.2	9.6	65.3	9.3	81.8	11.7		
20	14-22 mar.	8			130.5	16.3	111.9	14.0	76.0	9.5		
21	22-30 mar.	8			73.5	9.2	76.5	9.6	60.3	7.5		
22	30 mar-6 abr.	7			89.0	12.7	83.1	11.9	63.9	9.1		

Tabla 6 Pesos inicial, final y promedio de Pontoscolex corethrurus por evento para cada temperatura.

T ^o C		15.0			19.2			23.8			27.0			29.7		
E	D	P _i	P _f	P̄	P _i	P _f	P̄	P _i	P _f	P̄	P _i	P _f	P̄	P _i	P _f	P̄
1	8	241	229	3.41	231	262	4.88	217	250	3.38						
2	8	229	241	3.29	262	267	3.69	250	322	4.00				333	374	5.30
3	7	241	259	3.50	267	274	3.79	322	374	4.87				374	425	5.99
4	10	259	258	3.62	274	300	4.02	374	468	5.89				425	442	6.51
5	7	258	283	3.65	300	368	4.30	468	562	6.64				442	592	6.87
6	7	283	302	3.80	368	415	4.70	562	587	6.89	234	294	3.14	592	638	7.39
7	7	302	313	4.00	415	440	5.13	587	595	6.79	294	355	3.57	638	664	7.48
8	7	313	261	3.73	440	442	5.28	595	603	6.58	355	356	3.91	664	709	7.19
9	7	261	301	3.65	442	507	5.69	603	618	6.71	356	463	4.27	709	736	7.55
10	7	301	315	4.00	507	501	6.04	618	576	6.28	463	452	4.35	736	745	7.40
11	7	315	309	3.90	501	507	6.04	576	612	5.63	452	530	4.42	745	725	7.35
12	7	309	310	3.72	507	513	6.12	612	598	5.44	530	568	4.93	725	911	8.17
13	7	310	291	3.60	513	510	6.13	598	611	5.44	568	606	5.29	911	766	8.38
14	7	291	310	3.61	510	512	6.13	611	604	5.47	606	628	5.55	766	751	7.58
15	7	310	323	3.80	512	556	6.41	604	583	5.34	628	619	4.99	751	808	7.79
16	7	323	324	3.89	556	581	6.83	583	617	5.40	619	651	4.44	808	856	8.31
17	7	324	349	4.04	581	537	6.71	617	619	5.56	651	606	4.40	856	815	8.35
18	7	349	376	4.35	537	578	6.68	619	647	5.69	606	670	4.47	815	873	8.45
19	7	376	375	4.50	578	574	6.92	647	677	5.96	670	630	4.23			
20	8				574	601	7.05	677	673	6.07	630	667	3.90			
21	8				601	581	7.08	673	677	6.07	667	673	4.03			
22	7				581	601	7.09	677	741	6.38	673	725	4.20			

Simbología de la tabla 7

$\Delta P\%/D$ = Variaciones promedio del peso en porcentaje entre el número de días por lote. Se ha calculado a partir de la tabla 1 y de la siguiente ecuación:

$$\frac{\bar{P}_f - \bar{P}_i}{\bar{P}_i} / D \times 100 = \Delta P\%/D$$

\bar{C}/\bar{P} = Consumo promedio por peso promedio de lombrices por lote. Significa el número de veces que la lombriz consume su propio peso fresco de tierra seca por día. También obtenidos de los datos de las tablas 4 y 5

Tabla 7 Expresa las variaciones promedio en porcentaje de peso/dfa/lote/temperatura ($\Delta P\%/D$) y los consumos promedio por peso promedio/lote/temperatura (\bar{C}/\bar{P}) - para Pontoscolex corethrurus.

T ^o C	E	Fecha	15.0		19.2		23.8		27.0		29.7	
			$\Delta P\%/D$	\bar{C}/\bar{P}	$\Delta P\%/D$	\bar{C}/\bar{P}	$\Delta P\%/D$	\bar{C}/\bar{P}	$\Delta P\%/D$	\bar{C}/\bar{P}	$\Delta P\%/D$	\bar{C}/\bar{P}
1	27oct-4nov.	-0.62	0.58	1.68	1.11	1.90	2.44					
2	4-12 nov.	0.65	1.09	0.24	1.77	3.60	3.38				1.54	2.94
3	12-19 nov.	1.07	1.62	0.37	1.76	2.31	3.12				1.95	3.49
4	19-29 nov.	-0.04	1.38	0.95	2.18	2.51	3.27				0.40	2.90
5	29nov-6dic.	1.38	1.96	3.24	3.57	2.87	3.85				4.85	3.33
6	6-13 dic.	0.96	2.70	1.82	3.15	0.63	2.71	3.66	4.29	1.11	2.80	
7	13-20 dic.	0.52	2.25	0.86	4.08	0.19	3.09	2.96	4.49	0.58	2.51	
8	20-27 dic.	-2.37	1.31	0.06	3.38	0.19	2.93	0.04	4.17	0.97	3.89	
9	27dic-3ene.	2.19	0.99	2.10	1.64	0.35	2.21	4.29	4.03	0.54	2.01	
10	3-10 ene.	0.66	1.29	-0.17	1.56	-0.97	1.41	-0.34	2.95	0.17	1.63	
11	10-17 ene.	-0.27	0.96	0.17	1.57	0.89	1.78	2.46	3.18	-0.38	1.68	
12	17-24 ene.	0.05	1.61	0.17	1.91	-0.33	2.44	1.02	3.13	3.66	2.01	
13	24-31 ene.	-0.87	0.84	-0.08	1.37	0.31	1.61	0.95	3.07	-2.27	1.18	
14	31ene-7feb.	0.93	1.81	0.06	1.89	-0.16	1.81	0.52	3.65	-0.28	1.65	
15	7-14 feb.	0.60	1.08	1.23	1.35	-0.50	1.67	-0.20	2.17	1.08	1.97	
16	14-21 feb.	0.04	3.00	0.64	2.31	0.83	3.07	0.74	2.72	0.85	3.16	
17	21-28 feb.	1.10	1.29	-1.08	1.32	0.05	1.95	-0.99	2.13	-0.68	1.62	
18	28feb-7mar.	1.10	2.37	1.09	2.20	0.65	2.60	1.51	2.95	1.02	2.04	
19	7-14 mar.	-0.04	1.42	-0.09	1.39	0.66	1.56	-0.85	2.76			
20	14-22 mar.			0.59	2.31	-0.07	2.30	0.73	2.43			
21	22-30 mar.			-0.41	1.30	0.07	1.57	0.11	1.87			
22	30mar-6abr.			0.49	1.79	1.35	1.86	1.10	2.17			
	Promedio	0.37	1.55	0.63	2.04	0.79	2.39	1.04	3.07	0.88	2.40	

Simbología de la tabla 8

E = Evento.

Fecha = Corresponde al tiempo de colecta de capullos, es decir, el final de cada evento.

K = Número de capullos.

P_{minR} = Peso mínimo de los reproductores (mg).

\bar{P}_K = Peso promedio de los capullos producidos (mg).

t_{inc} = Tiempo promedio de incubación (días).

NE = Número de eclosiones.

\bar{P}_{Lecl} = Peso promedio de las lombrices eclosionadas (mg).

Tabla 8 Resume la información obtenida acerca del efecto de la temperatura durante la fase reproductiva de Pontoscolex corethrurus en condiciones de laboratorio.

T°C		19.2						23.8						27.0					
E	Fecha	K	FminR	$\bar{p}K$	\bar{t}_{inc}	NE	$\bar{p}Lecl$	K	FminR	$\bar{p}K$	\bar{t}_{inc}	NE	$\bar{p}Lecl$	K	FminR	$\bar{p}K$	\bar{t}_{inc}	NE	$\bar{p}Lecl$
6	13 dic.							1	906	40	-	-	-						
7	20 dic.							3	617	37	27	2	35						
8	27 dic.							3	656	39	31	2	39						
9	3 ene.							7	573	31	26	6	31						
10	10 ene.							2	653	34	-	-	-	1	654	30	-	-	-
11	17 ene.	1	605	44	51	1	32	7	581	34	25	7	32	0	-	-	-	-	-
12	24 ene.	0	-	-	-	-	-	4	619	31	26	4	28	1	680	34	-	-	-
13	31 ene.	0	-	-	-	-	-	2	660	35	28	2	37	3	635	33	31	3	27
14	7 feb.	4	533	37	-	4	-	1	563	29	28	1	34	0	-	-	-	-	-
15	14 feb.	1	660	37	63	1	31	3	637	31	24	3	32	5	574	31	26	3	35
16	21 feb.	2	649	40	45	2	31	0	-	-	-	-	-	5	661	33	23	4	29
17	28 feb.	4	607	63	40	3	27	6	571	34	25	6	29	6	612	29	25	6	26
18	7 mar.	2	672	40	40	2	33	2	654	37	28	2	41	5	613	27	22	4	23
19	14 mar.	3	602	36	39	3	26	4	581	37	25	4	31	2	631	29	22	2	26
20	22 mar.	5	550	37	36	5	28	5	692	35	24	4	33	5	548	31	24	4	29
21	30 mar.	3	561	34	35	3	27	6	660	37	28	6	32	2	763	27	34	2	27
22	6 abr.	6	585	33	33	5	29	6	595	32	26	6	32	2	712	31	26	1	31
	Total	31	533			29		62	563			55		37	548			29	
	Promedio			37	42		29			34	26		33			30	26		28

Simbología de las tablas 9 y 10

- P_{minR} = Peso mínimo del reproductor considerado para cada temperatura (mg).
- t_{exp} = Tiempo de experimentación a partir de la reproducción (días).
- K = Número de capullos.
- N^oL = Número promedio de lombrices por evento. Considerando las lombrices presentes cuyo peso era igual ó superior al peso mínimo del reproductor.
- F = Fecundidad, igual al número de capullos/adulto/año. Se determinó en función del número de capullos producidos, el número de lombrices - adultas presentes y el tiempo durante la fase reproductiva.
- N^oA = Número de adultos presentes.
- K/A = Índice de capullos por adulto para cada evento por temperatura.

Tabla 9 Fecundidad de Pontoscolex corethrurus y datos relacionados con la misma en función de la temperatura.

	LOTES EXPERIMENTALES		
T°C	19.2	23.8	27.0
PminR	533	563	548
t _{exp}	86	121	93
K	31	62	37
N°L	7.92	6.88	5.00
F	16.6	27.2	29.0

Tabla 10 Representa el índice de capullos (K/A) por adulto/evento/temperatura para Pontoscolex corethrurus.

LOTES EXPERIMENTALES									
T °C	19.2			23.8			27.0		
E	K	N°A	K/A	K	N°A	K/A	K	N°A	K/A
6				1	4	0.25			
7				3	3	1.00			
8				3	4	0.75			
9				7	9	0.78			
10				2	3	0.67	1	1	1.00
11	1	2	0.50	7	7	1.00	0	-	0
12	0	-	0	4	6	0.67	1	3	0.33
13	0	-	0	2	6	0.33	3	3	1.00
14	4	7	0.57	1	2	0.50	0	-	0
15	1	4	0.25	3	5	0.60	5	7	0.71
16	2	4	0.50	0	-	0	5	5	1.00
17	4	9	0.44	6	8	0.75	6	5	1.20
18	2	5	0.40	2	4	0.50	5	5	1.00
19	3	5	0.60	4	8	0.50	2	6	0.33
20	5	9	0.55	5	9	0.55	5	6	0.83
21	3	5	0.60	6	8	0.75	2	6	0.33
22	6	9	0.67	6	8	0.75	2	5	0.40
I.C.			0.13			0.12			0.24

Tabla 11 Resultados del análisis de variancia (ANDEVA) para la variación en peso, consumo de tierra e índice de capullos para Pontosclex corethrurus.

$\Delta P\%/D$

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
Entre grupos	4.8149	4	1.2037	0.7680
Dentro de grupos	144.1879	92	1.5672	
Total	149.0029	96		
$F_{0.05}(4, 120) = 2.45$				

\bar{C}/\bar{P}

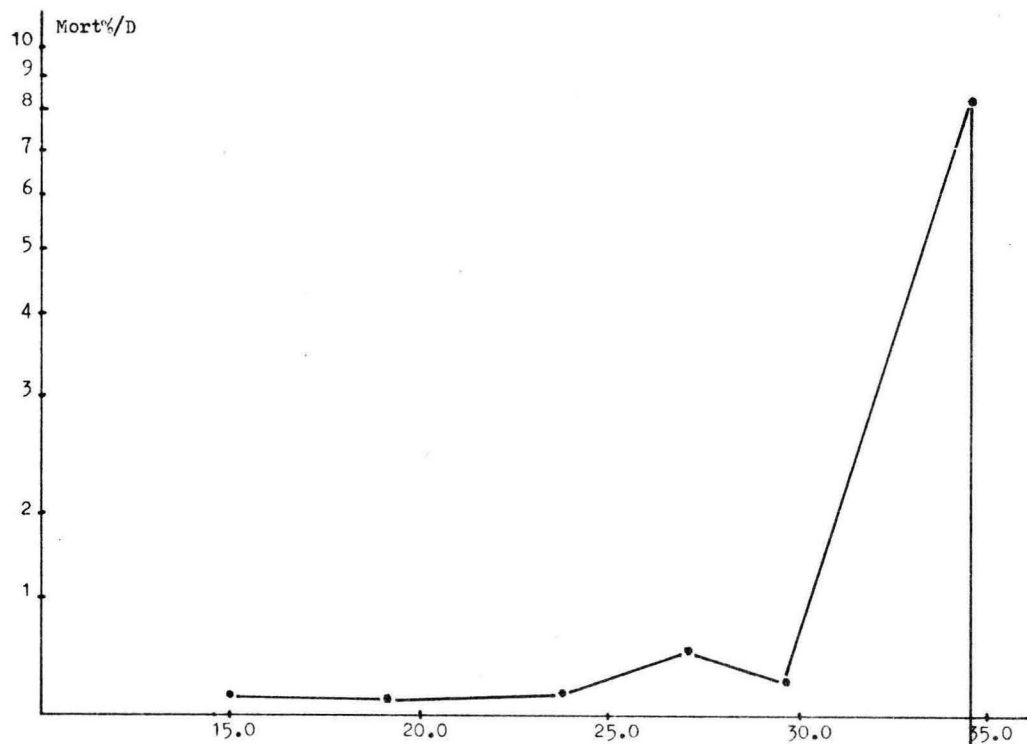
Fuente de variación	SC	GL	CM	F
Entre grupos	22.3068	4	5.5767	9.7721
Dentro de grupos	52.5020	92	0.5706	
Total	74.8089	96		
$F_{0.05}(4, 120) = 2.45$				

K/A

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
Entre grupos	0.315	2	0.158	1.680
Dentro de grupos	3.640	39	0.093	
Total	3.955	41		
$F_{0.05}(2, 40) = 3.23$				

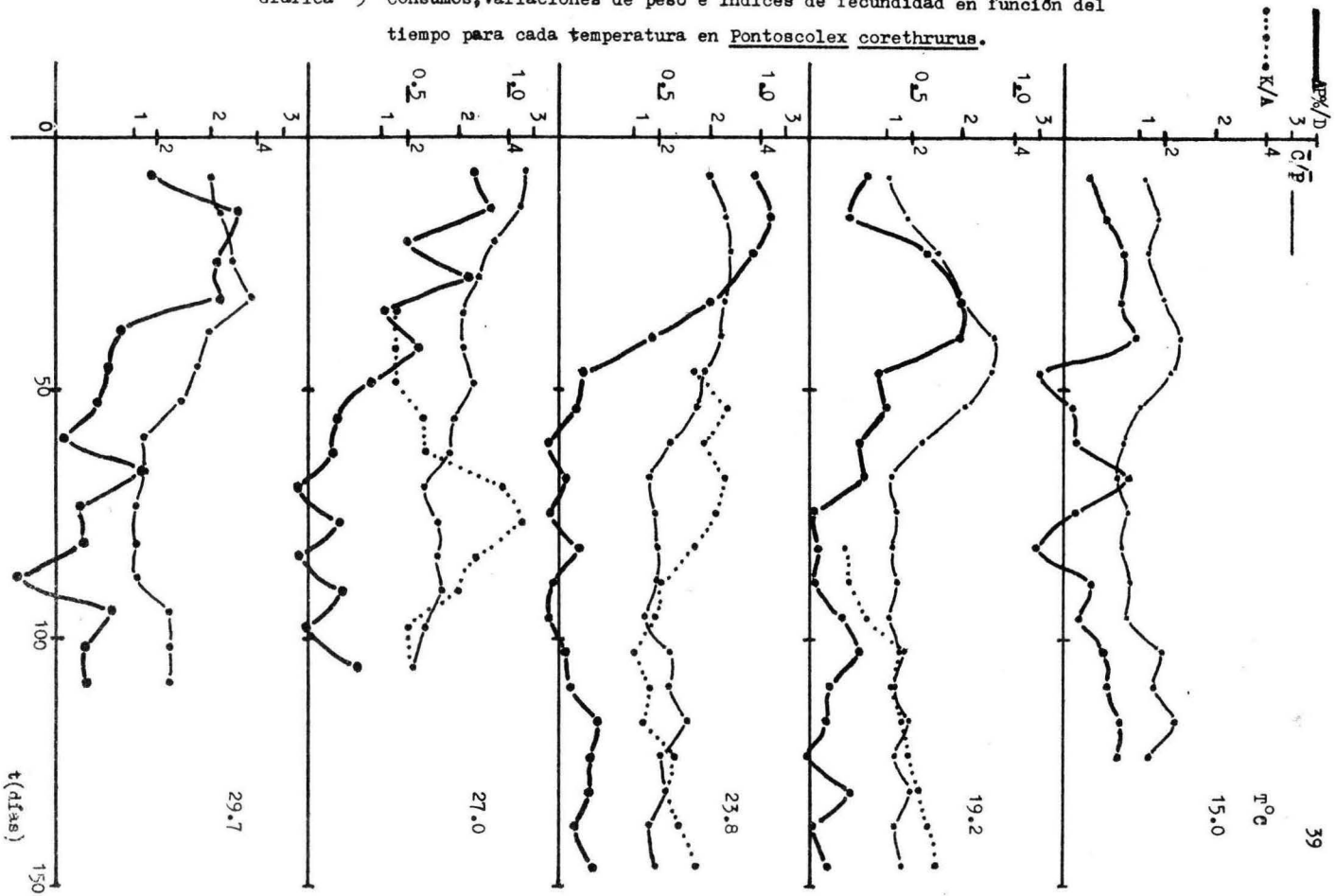
Tabla 12 Promedios para Pontoscolex corethrurus de las variaciones de los pesos, consumos de tierra e índices de capullos para cada temperatura, con sus respectivos intervalos de confianza.

	T ^o C	15.0	19.2	23.8	27.0	29.7
$\Delta P\%/D$	Promedio	0.37	0.63	0.79	1.04	0.89
	n	19	22	22	17	17
	Desv.St.	0.99	0.96	1.17	1.52	1.61
	I.C.	0.47	0.43	0.47	0.62	0.63
\bar{C}/\bar{P}	Promedio	1.56	2.04	2.39	3.07	2.40
	n	19	22	22	17	17
	Desv.St.	0.65	0.81	0.71	0.81	0.79
	I.C.	0.38	0.39	0.37	0.45	0.44
K/A	Promedio		0.42	0.61	0.62	
	n		12	17	13	
	Desv.St.		0.22	0.24	0.41	
	I.C.		0.13	0.12	0.24	

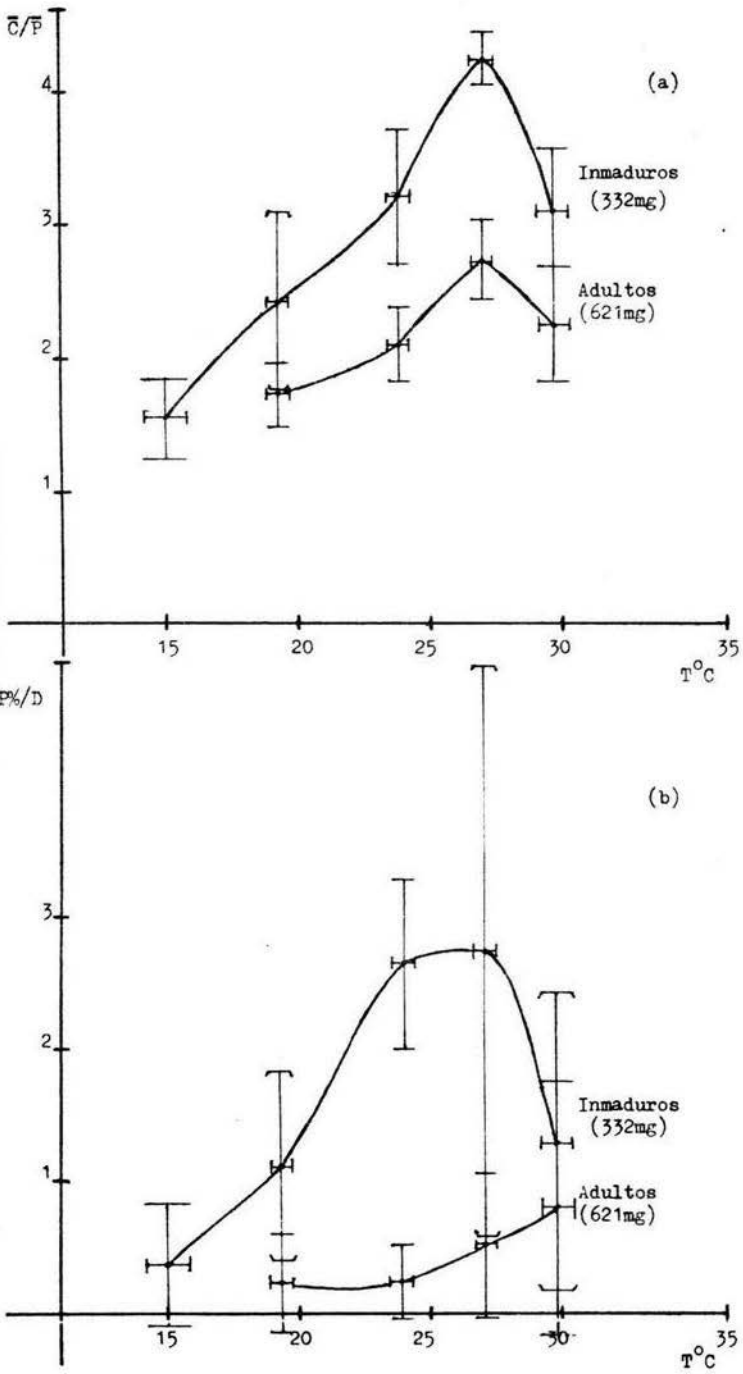


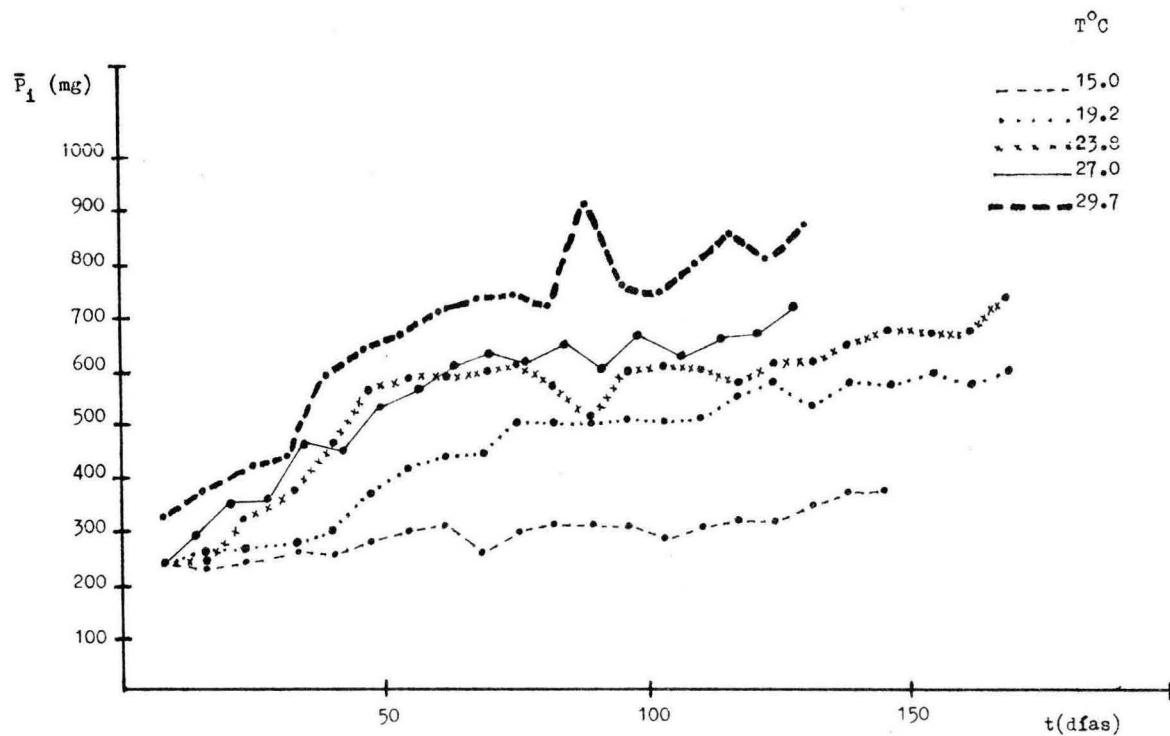
Gráfica 2 Porcentaje diario de mortalidad para Pontoscolex corethrurus a diferentes temperaturas en escala semi-logarítmica.
 LLS=Límite letal superior.

Gráfica 3 Consumos, variaciones de peso e índices de fecundidad en función del tiempo para cada temperatura en Pontoscolex corethrurus.

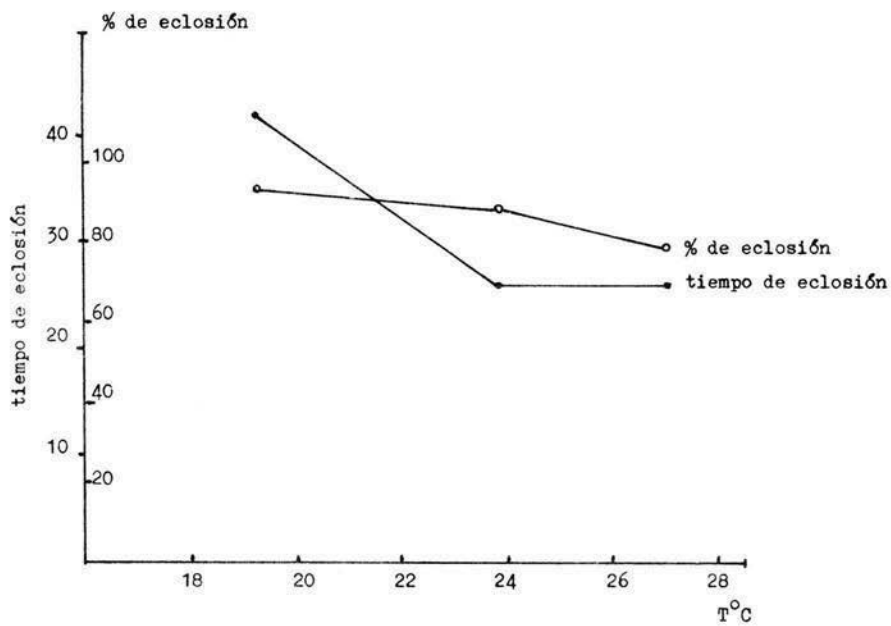


Gráfica 4 (a) y (b) Variaciones promedio de consumo de suelo/día (4a) e incrementos en peso/día (4b) en función de la temperatura para Pontosclex corethrurus.

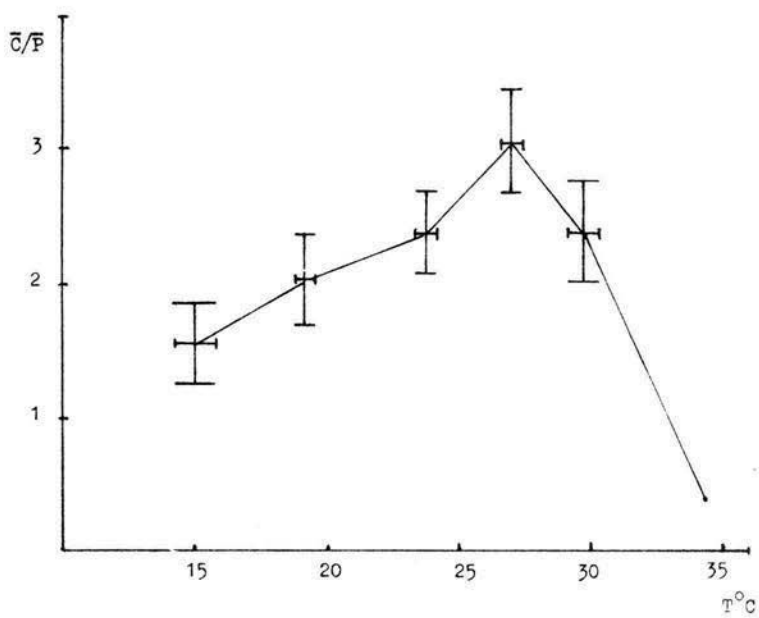




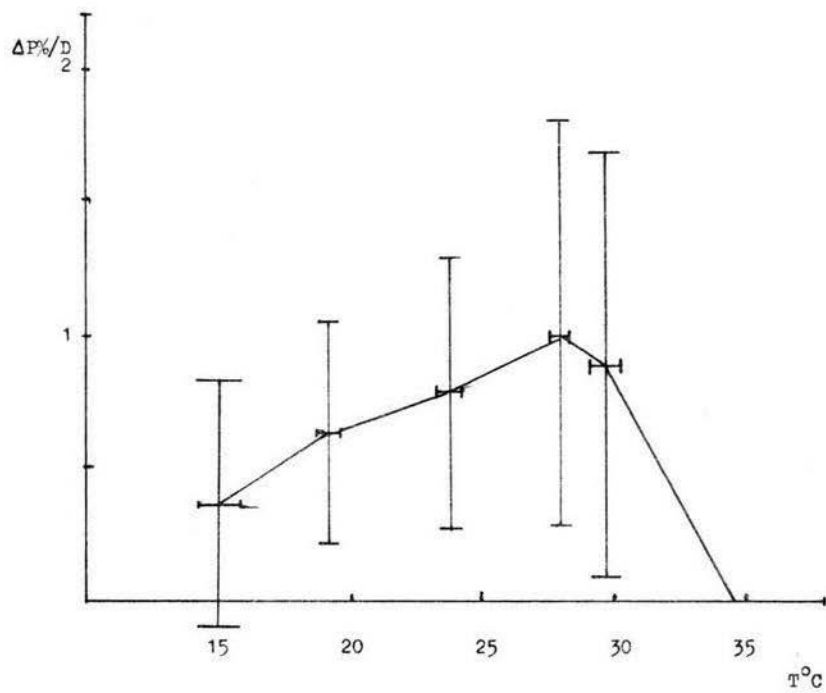
Gráfica 5 Variaciones de los pesos promedio iniciales de Pontoscolex corethrurus en función del tiempo para cada temperatura.



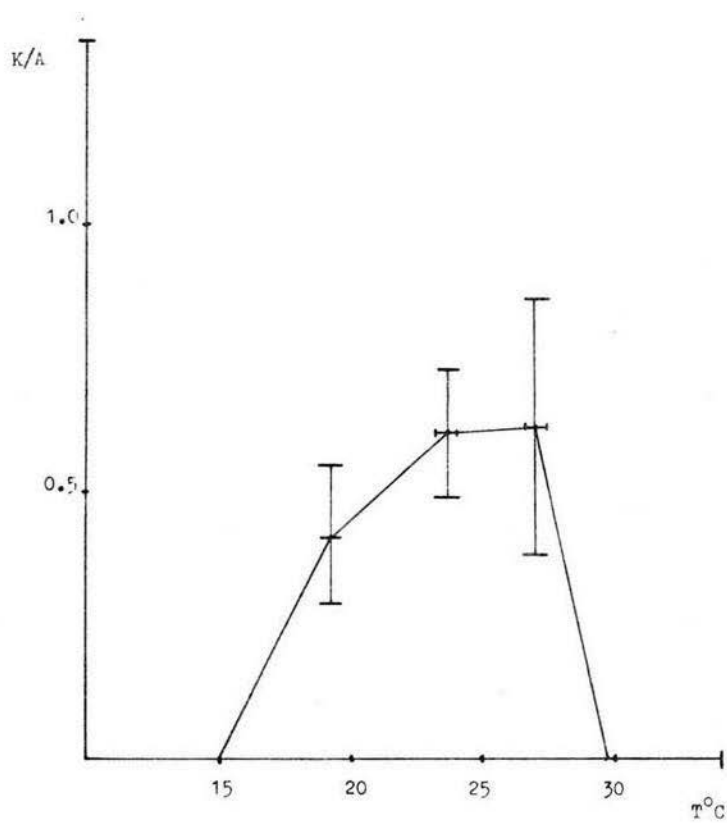
Gráfica 6 Tiempos y porcentajes de eclosión a diferentes temperaturas para Pontoscolex corethrusus.



Gráfica 7 Consumos de tierra seca por peso fresco por día para cada temperatura en Pontoscolex corethrusus.



Gráfica 8 Variaciones de los pesos en porcentaje por día para -
cada temperatura en Pontoscolex corethrurus.



Gráfica 9 Índice de capullos para Pontosclex corethrurus en cada temperatura.

DISCUSION

Mortalidad y Sobrevivencia

Las lombrices colocadas a 34.5°C dejan de alimentarse, bajan de peso y -
 tienden a morir con 8.3% mort/dfa. No obstante, a partir de nuestros resulta-
 dos (gráfica 2) podemos decir que la temperatura parece tener un efecto mñi-
 mo a 15.0 y 19.2°C con respecto a la mortalidad durante la fase juvenil con -
 0.14% y 0.12% de mortalidad diaria; así como en la fase adulta en todas las -
 temperaturas experimentales, ya que de un total de 33 muertes, tan sólo cua-
 tro murieron en esta fase. Sin embargo, a las temperaturas de 23.8, 27.0 y --
 29.7°C la situación cobra relevancia dado que de 19 individuos juveniles muer-
 tos, 13 caen en este intervalo de temperatura. En la misma gráfica se presenta
 una característica que se aparta de la lógica y es la referente a que hay
 una mayor mortalidad a 27.0°C con 0.51% por día que a 29.7°C con 0.27%; este
 hecho pudiera deberse a factores externos como lo es el manejo de las lombrices
 en que de alguna manera hayan sido lesionadas. La muerte de una lombriz y
 su rápida desintegración debida a la temperatura, podría causar el envenena-
 miento de otras lombrices (Lavelle, com.pers.). Otro motivo de su muerte es -
 que predisponen a la materia para su descomposición por hongos y bacterias --
 por medio de sus deyecciones, lo que facilita el florecimiento de éstos y aun-
 dado a la inactividad de algunas lombrices, pudiera provocar que fueran infec-
 tadas. A pesar de lo mencionado, se puede apreciar un incremento de la morta-
 lidad con el aumento de temperatura, siendo mínima entre 15 y 20°C , la cuál -
 es muy similar a la de su ambiente natural.

Es evidente que cada especie de lombriz tiene un rango de actividad con
 respecto a la temperatura, pero como ésta depende de las condiciones ambien-
 tales, vemos que se presenta una correspondencia entre los tipos ecológicos y -
 la temperatura, teniéndose que los epígeos soportan temperaturas más bajas y
 los endógeos, que en su mayoría son tropicales, temperaturas más elevadas.

Para comprender mejor ésta situación, tenemos que Eisenia foetida es un
 epígeo que generalmente se encuentra en zonas frías, se alimenta de estiér-

col y busca las temperaturas comprendidas entre 16 y 23°C, siendo letal a 25°C (Edwards and Lofty, 1977). Lumbricus terrestris es un anécico de las regiones templadas, vive dentro del suelo y se alimenta de hojarasca, su rango de actividad termal va de 2 a 25°C, con un óptimo a 10°C y letal a 28°C (Wolf, - 1938a; citado por Satchell, 1971; ver Burges y Raw, 1971; Edwards and Lofty, 1977). Ahora bien, si sabemos que en los trópicos las lombrices de tierra tienen un rango de temperatura tolerable que va de 7.5 a 38.5°C y que fuera del cuál es letal, se puede considerar que Pontoscolex corethrurus no es una excepción puesto que su temperatura mínima de actividad ha sido de 14.0°C y su máxima superior letal de 34.5°C con un 66% de muertes en ocho días.

Consumo de Suelo

El consumo de suelo por las lombrices de tierra en la naturaleza se presenta muy variable, ya que depende principalmente, de la especie, la estructura en peso de los individuos, la humedad, la temperatura y el contenido de materia orgánica (Lavelle, 1978). Actividad que en determinado momento pudiera ser nula (estado de reposo); sin embargo, llegan a consumir toneladas de suelo por hectárea por año.

Pontoscolex corethrurus a 27.0°C consume suelo que va de 4.2 g/g peso fresco/día para los jóvenes a 2.7 para los adultos, en comparación al consumo por los geófaagos (Millsonia anomala, Dichogaster terrae-nigrae, Millsonia ghanensis y Chuniodrilus zielae) de las sabanas de Lamto, Costa de Marfil, - que es máximo en fase inmadura (de 8 a 36 g/g de peso fresco/día), estabilizándose en el estado adulto entre 3 y 6 g/g peso fresco/día para todas las especies, siendo este consumo de 60.9% en los diez primeros centímetros de una sabana herbácea (Lavelle, 1978).

Se ha estimado en función de su biomasa y los resultados promedio de consumos, cantidades anuales de suelo que removerían (consumo potencial) individuos de P.corethrurus, teniendo que a 15.0, 19.2, 23.8, 27.0 y 29.7 consumirían 486, 640, 750, 946 y 753 Ton/ha, respectivamente.

También se ha calculado a partir de los resultados, biomasa, temperatura más cercana al promedio anual de su ambiente y a la humedad, considerando que durante ocho meses prevalecen las condiciones adecuadas para su actividad, la cantidad de suelo que pudiera ingerir P.corethrurus en su medio, siendo este valor de 421 Ton/ha/año, sin considerar que al suelo utilizado se le haya dado una estructura particular, por 500 Ton/ha/año que obtiene Lavelle (1978) - para Millsonia anomala en Lamto, en condiciones naturales.

Como se puede ver, los consumos de P.corethrurus a nivel individual son mínimos en comparación a otras especies geófagas tropicales; sin embargo, a nivel de población el consumo de suelo cobra relevancia. Por lo tanto, la cantidad de suelo que remueve P.corethrurus en su medio no es nada despreciable si consideramos que la mayor parte del suelo ingerido lo reincorporan en forma de complejos y nutrientes más útiles agrónomicamente que la tierra no ingerida (Barois, 1982). En este sentido, las lombrices de tierra no tienen comparación con otros organismos del suelo.

Crecimiento

Pontoscolex corethrurus sigue un patrón muy similar al de M.anomala con respecto a la notable variación de los pesos antes y después de la reproducción; encontrándose que conforme aumenta la temperatura, se incrementa el crecimiento y disminuye el tiempo en que alcanzan el estado adulto, en donde se mantienen relativamente estables puesto que están en íntima relación con la producción de capullos. Teniendo P.corethrurus una variación promedio de peso durante la fase juvenil de 0.37% por día a 15.0°C y de 2.74% a 27.0°C por --4.2% por día a 16.9°C y de 16.5% a 29.8°C para M.anomala (Lavelle, 1978). -- Otro ejemplo lo proporcionan Edwards and Lofty (1977) en el que Allolobophora chlorotica tarda, desde la eclosión hasta la maduración sexual, de 17 a 19 semanas a 15.0°C y 13 semanas a 18.0°C.

A 29.7°C, las lombrices crecen con extraordinaria rapidez (gráfica 5), - incluso algunas de ellas lograron alcanzar más de un gramo de peso, lo que de alguna manera les inducía a reproducirse, manifestándose ésto en la formación

de clitelos, los que al paso del tiempo degeneraban y hacían que las lombrices bajaran un poco de peso; éste suceso se repetía constantemente, todo parecía indicar que las lombrices en determinado momento se reproducirían, pero esto no sucedió, lo que explica la caída de la curva para juveniles y el incremento en peso para los adultos de la gráfica 4b a 29.7°C. En los últimos eventos ya no hubo formación de clitelos, lo que significa que a ésta temperatura se desarrollan aparentemente bien pero no se reproducen.

Reproducción:

Uno de los aspectos más importantes en el estudio de P. corethrurus es el referente a su fecundidad; puesto que se trata de una especie de gran adaptación a otros ambientes, sobre todo más húmedos, casi saturados (Fragoso, com. pers.). Esta especie manifiesta un rango de reproducción muy estrecho con respecto a la temperatura, puesto que sólo se ha logrado reproducir entre 18 y 28°C, lo que se ve compensado con su resistencia física y su reproducción partenogénica (en donde no se requiere de la presencia de dos lombrices para producir otro individuo), lo que le brinda una gran capacidad reproductiva. Calculándose en base a las condiciones ambientales más parecidas a las de su medio y a los resultados obtenidos, una fecundidad natural de alrededor de 11 capullos/adulto/año por 1 a 6 para cuatro especies geófitas de las sabanas tropicales de Lanto, Costa de Marfil (Agastrodilus opisthogynus y M.ghanensis con 1, Dichogaster terrae-nigrae con 2 y M.anomala con 6 capullos/adulto/año), lo que explica en gran medida su amplia distribución mundial, en contraste con otras especies geófitas cuya distribución es restringida (Lavelle, 1979; Lavelle, com.pers.).

La fecundidad se determinó en base a la interpretación de los resultados y es de hacer notar que ésta fecundidad experimental es un tanto reservada ya que sólo se determinó la mínima fecundidad potencial probada y que existe la posibilidad de que ésta sea incrementada, si en lugar de considerar el peso mínimo de los reproductores, se considera su peso promedio, así como una mayor humedad (Lavelle and Cruz, 1981).

Viabilidad de los Capullos

El tiempo de incubación registrado para P. corethrurus va de 22 a 63 días (tabla 8), dependiendo de la temperatura, demostrándose una vez más que conforme ésta aumenta, disminuye el tiempo que tardan en eclosionar. A 27.0°C, encontramos que los capullos de esta especie eclosionan en un tiempo que cae en el intervalo para diversas especies tropicales de Lamto, siendo este de 15 a 48 días y en el que se aprecia una gran similitud con M. anomala ya que su tiempo promedio de incubación es de 23 días por 26 para P. corethrurus.

Al determinar el número de individuos que podrían agregarse a la población a partir de la fecundidad potencial y del porcentaje de eclosión para cada temperatura, nos damos cuenta que a 23.8°C es de aproximadamente 24 individuos por 15 y 23 de las temperaturas de 19.2 y 27.0°C, respectivamente. Por lo que la temperatura más eficiente al respecto es la de 23.8°C; nótese que no siempre es la mayor fecundidad la que agrega más individuos a la población.

Por otra parte también se estimó el número de lombrices que se agregarían a la población en condiciones naturales, siendo de alrededor de 10 individuos/adulto/año a partir de la fecundidad calculada en su ambiente y el porcentaje de viabilidad a la temperatura de 19.2°C.

Análisis Estadístico

El análisis de variancia se ha confirmado con las curvas e incertidumbres de las gráficas 7, 8 y 9, mismas que nos han ayudado a comprender, de una manera más objetiva, las variaciones que se presentan en los consumos, pesos y fecundidad como efectos de la temperatura. Las diferencias encontradas dentro de los grupos y las similitudes observadas entre los grupos, representadas por los intervalos de confianza, son en parte, producto indirecto de la temperatura, ya que dicho factor trae como consecuencias el desencadenamiento de mecanismos fisiológicos que repercuten en la respiración, producción de muco y reproducción, independientemente de que las lombrices poseen un carácter intrínseco para una actividad cíclica durante toda su vida (Lavelle, com. pers.).

CONCLUSION

Durante el desarrollo del trabajo y teniendo como variable de experimentación a la temperatura, se llegó a conocer algunos aspectos biológicos generales de la lombriz de tierra Pontoscolex corathrurus como son el crecimiento, el consumo de suelo, la fecundidad, tiempo de incubación y porcentaje de eclosión de los capullos.

Los consumos de suelo son mayores conforme se aumenta la temperatura hasta un máximo a 27.0°C con un promedio de 3.07 veces su peso fresco por día, empezando a decrecer después de esta temperatura por no ser favorecida la reproducción a 29.7°C . Por otro lado, los consumos de suelo son mayores en fase inmadura con un máximo a 27.0°C de 4.24 veces su peso fresco por día; presentando en etapa adulta una tendencia a conservar un peso mínimo que está en función de la producción de capullos con un consumo de suelo promedio de 2.20 veces.

Asimismo el crecimiento de las lombrices se intensifica al aumentar la temperatura, alcanzando un máximo a los 29.7°C , siendo negativo a 34.5°C con lo que irremediamente mueren. A 15.0°C el crecimiento es mínimo por lo que no alcanzaron el estado adulto; una temperatura inferior a ésta no es recomendable puesto que de ninguna manera se favorecería el desarrollo. Es notable el crecimiento en fase juvenil, siendo marcadamente mayor que en la adulta.

La reproducción se manifiesta entre las temperaturas de 18.0 y 28.0°C . - La fecundidad aumenta con el incremento de temperatura, alcanzando un máximo a 27.0°C con 29 capullos/adulto/año; sin embargo, la viabilidad disminuye de 93.55% en 19.2°C hasta 78.38% a 27.0°C . Considerando la fecundidad y el porcentaje de eclosión, resulta que la temperatura de 23.8°C es la más eficiente en cuanto al número de individuos que se agregan a la población.

Por lo tanto podemos decir que la actividad de Pontoscolex corethrurus - no manifiesta una tolerancia muy fuerte a este factor, siendo ésta entre 14.0 y 30.0°C con sus diferencias en consumo de suelo, crecimiento y reproducción. Sin embargo, son el modo de reproducción y su alta fecundidad, las características más sobresalientes que determinan su amplia distribución.

Como era de esperarse, la temperatura es un factor determinante que actúa tanto en forma directa como indirecta sobre la estructura, biomasa y densidad de las poblaciones de lombrices de tierra, como lo es P. corethrurus.

BIBLIOGRAFIA

- Altavinyté, O et al. 1977. The effect of Lumbricidae on plant humification and soil organism biocenoses under application of pesticides. Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecol. Bull (Stockholm) 25: 222-228.
- Barnes, Robert. 1979. Zoología de los invertebrados. Interamericana. 3^a Edición. México. pp 276-292.
- Barois, I. 1982. Interrelations entre Pontoscolex corethrurus (Oligochete), microflora et matière organique d'un vertisol du Mexique (Laguna Verde, Veracruz). Université Paris VI. México-Francia. pp 1-50 inédito.
- Bouché, M.B et Kretzschmar. 1977. REAL: Un modèle du rôle écologique et agronomique des lombriciens. Soil Organisms as Components of Ecosystems. — Ecol. Bull (Stockholm) 25: 402-408.
- Boul, S.W et al. 1980. Soil genesis and classification. Second Edition. U.S.A. pp 232-238.
- Burges, A y Raw, F. 1971. Biología del suelo. Omega. Barcelona, España. pp 307-378.
- Burns, D.R and Stiles, A.K. 1977. Laboratory explorations in general zoology. pp 159-166.
- Cockrum, E.L y Mc Cauley, W.J. 1967. Zoología. Interamericana. México. pp 225-231.
- Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. 1976. Biología: Interacción de experimentos e ideas. Limusa. México. pp 77-116; 277-279.
- Dindal, D.L et al. 1977. Earthworm communities and soil nutrient levels as affected by municipal wastewater irrigation. Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecol. Bull (Stockholm) 25: 284-290.
- Duchaufour, Ph. 1977. Pédologie 1 : Pédogenèse et classification. Masson, — Paris, Francia. pp 276-287.
- Duchautour, P. 1978. Manual de edafología. Toray-Masson, S.A. México. pp 27-48.
- Edwards, C.A and Lofty, J.R. 1977. Biology of earthworms. Chapman and Hall. — Second Edition. London, England. 333 pp.
- Eisen, G. 1900. Researches in American Oligochaeta, with special reference to those of the Pacific coast and adjacent islands California Academy of — Sciences. Third Series. Zoology. Vol. II, No 2. pp 86-109.

- Evans, A.C. 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil — fertility. II Some effects of earthworms on soil structure. *Ann. Appl. Biol.*, 35: 1-13.
- Evans, A.C and Guild, W.J. 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. IV On the life cycles of some british Lumbricidae. *Ann. Appl. Biol.*, 35: 471-484.
- Poth, H.D. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Continental. México. pp 306-309.
- García, T.A. 1981. Experimentos en microbiología del suelo. CECSA. México. pp 11-35.
- Gates, G.E. 1973. Contributions to north american earthworms (Annelida). Bulletin of Tall Timbers Research Station, Florida. No 14: 1-12.
- Ghilarov, M.S. 1977. Why so many species and so many individuals can coexist in the soil. *Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecol. Bull. (Stockholm)* 25: 593-597.
- Gómez, P.A. 1980. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. CECSA. 91 pp.
- Grassé, P. 1960. *Traité de zoologie. Tomo V Premier fascicule.* Masson et Cie, editeur Paris, France. pp 399-407; 410-415; 463-470.
- 1976. *Zoología (Invertebrados).* Toray-Masson, S.A. Barcelona, — España. pp 316-325.
- Guild, W.J. 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil — fertility. III The effect of soil tipe on the structure of earthworms — populations. *Ann. Appl. Biol.*, 35: 181-192.
- Jeanson, C. 1968. *Essai de Pédozoologie experimentale: Morphologie d'un sol — artificiel structuré por les lombricides.* Thèse. Mem. Mus. Hist. Nat. — Paris, Serie A, XLVI (3): 311-357.
- Kaestner, A. 1967. *Invertebrate zoology.* Interscience Publishers. New York, — U.S.A. pp 520-541.
- Kale, R.D and Krishnamoorthy, R.V. 1982. Cyclic fluctuations in the populations and distribution of three species of tropical earthworms in a farm yard garden in Bangalore (India). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 19(1): 61-71.
- Kaplan, D.I. et al. 1980. Phisicochemical requeriments in the environment of — the earthworm Eisenia foetida. Great Britain. *Soil. Biol. Biochem.* Vol.

12. pp 347-352.
- Kaplan, D.L et al. 1980. Role of the Pheretemoid worms, Amyntas hawayana and A. rodericensis in soils and recycling. U.S.A. Rev. Ecol. Biol. Sol. -- 17 (2): 165-171.
- Kretzschmar, A. 1982. Éléments de l'activité saisonnière des vers de terre - en prairie permanente. Rev. Ecol. Biol. 19(2): 193-201.
- Lavelle, P., Douhalei, N et Sow, B. 1974. Influence de l'humidité du sol sur la consommation et la croissance de Millsonia anomala (Oligochaetes -- Acanthodrilidae) dans la Savane de Lamto. Ann. Univ. d'Abidjan. 7 (I): 305-314.
- 1975. Consommation annuelle de terre par une population naturelle de vers de terre (Millsonia anomala Omodec, Acanthodrilidae-Oligochetes) dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Rev. Ecol. Biol. Sol. 12 (1): 11-24.
- 1978. Les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire): - peuplements, populations et fonctions dans l'écosystème. Thèse Doctorat, Paris VI. Publ. Lab. Zool., E.N.S., 12, 301 pp.
- 1979. Relations entre types écologiques et profils démographi- ques chez les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Rev. Ecol. Biol. Sol. 16 (I): 85-101.
- 1981. Proyecto: Monitoreo ecológico de una planta nucleoeléctri- ca (Informe). Instituto de Ecología. Comisión Federal de Electricidad. México. 116 pp.
- 1981. La función de las lombrices de tierra en los suelos. Memo- rias del XIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Del 29 de nov. al 3 de dic. Tomo 1. San Luis Potosí, S.L.P. México. pp 523-535.
- 1981. Stratégies de reproduction chez les vers de terre. Acta -- Ecológica. Ecología Generalis. Vol. 2, N° 2: 117-133.
- Lavelle, P., Maury, M y Serrano, V. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna -- del suelo de la región de Laguna Verde, Ver. México. Época de lluvias. Inst. Ecol. Publ. 6 pp 75-105.
- Lavelle, P and Cruz, I. 1982. Soil ingestion, growth and fecundity of the -- earthworm Pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae) in relation to -- soil water content. VIII Intl Colloquium of Soil Zoology. Louvain-la-

- Neuve (Belgium). Inédito.
- Lavelle, P., Zaidi, Z and Schaefer. 1983. Interactions between earthworms, -- soil organic matter and microflora in an African savanna soil. VIII Intl Colloquium of Soil Zoology. Louvain-la-Neuve (Belgium). pp 253-259.
- Lavelle, P. 1983. The soil fauna of tropical savannas. II. The earthworms. -- Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands. pp - 485-503.
- Ljungström, O.P. 1970. Introduction to the study of earthworm taxonomy. -- Pedobiologia. Biol. 10 (5): 265-285.
- Lohm, U. 1977. Soil organisms as components of ecosystems. Ecol. Bull. -- (Stockholm) 25: 284-290; 501-503; 593-597.
- Martinucci, G and Giuseppe, S. 1980. Lumbricids and soil types in prealpine - and alpine woods. Boll. Zool. 46 (4): 279-298.
- Murphy, P.W. 1962. Progress in soil zoology. London, England. pp 294-299.
- Nielson, R.L. 1952. Earthworms and soil fertility. New Zealand. Grassland -- Association. Proceedings. pp 158-167.
- Odum, E. 1978. Ecología. Tercera Edición. Interamericana. pp 179-259.
- Petal, J et al. 1977. Effect of ants and earthworms on soil habitat modifica- tion. Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecol. Bull (Stockholm) 25: 501-503.
- Rodríguez, A.J y Ramírez, G.J. 1982. Informe Ambiental. Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde. C.F.E. Ingeniería Ambiental. Climatología de Sabanas. Inédito.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Atlas nacional del medio ffsi co. pp 80, 81, 93.
- Soil Conservation Service U.S. Department of Agriculture. 1975. Soil Taxonomy. Agriculture Handbook N° 436. pp 75-77; 80; 375-376.
- Sokal, R and Rohlf, F. 1969. Biometry: The principles and practice of statisti- cs in biological research. W.H. Freeman and Company. pp 175-203.
- Tréhen, P et Bouché, M.B. 1983. Place des lombriciens dans les processus de restauration des sols de lande. VIII Intl Colloquium of Soil Zoology. -- Louvain-la-Neuve (Belgium). pp 471-486.
- Wayne, D. 1982. Bioestadística. Limusa. México. pp 193-237.
- Worthen, E y Aldrich, S. 1980. Suelos Agrícolas: su conservación y fertiliza- ción. 2a Edición. Uthea. México. pp 42-45; 154-158; 264-265.