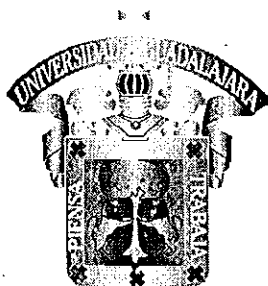


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO



DINAMICA POBLACIONAL DE LA LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) EN LA
PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS (C.U.C.B.A.)

T E S I S
QUE PRESENTA LA BIÓLOGA
JUANA AMÉRICA LOZA LLAMAS
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN:
MANEJO EN ÁREAS DE TEMPORAL
ZAPOPAN, JALISCO DICIEMBRE DEL 2000

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA DE :

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO EN ÁREAS DE TEMPORAL**

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR:

DRA. MARTHA REINES ÁLVAREZ

ASESOR:

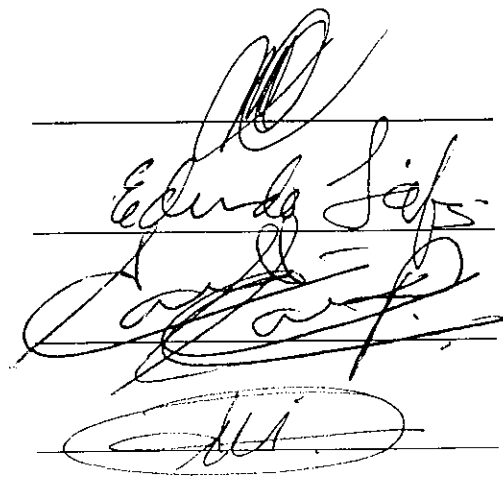
DR. EDUARDO LÓPEZ ALCOCER

ASESOR:

MC. SANTIAGO SÁNCHEZ PRECIADO

ASESOR:

MC. PORFIRIO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ



The image shows four handwritten signatures, each written over a horizontal line. The signatures are in cursive and appear to be the names of the members of the Special Council mentioned in the text to the left. The first signature is the most prominent and appears to be 'Eduardo López Alcocer'. The other three signatures are less legible but correspond to the other members listed.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra Magna Casa de Estudios, por abrirme las puertas al sendero de la universalidad del conocimiento.

A la Dra. Martha Reinés Álvarez, mi directora de tesis, por su desinteresada trasmisión del conocimiento así como el de compartir su amistad y cariño.

Al Honorable Consejo Particular integrado por Dr. Eduardo López Alcocer, Dr. Enrique Pimienta Barrios, MC Santiago Sánchez Mercado, MC Porfirio González Gutiérrez cada uno, mi más sincero agradecimiento por el apoyo recibido durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Sergio Contreras Rodríguez, por su apoyo recibido durante el desarrollo de toda esta investigación.

A Belem, Joel, Lupita, Thisbet y Yolanda por su cooperación y apoyo en la toma de datos.

Al Ing. Oscar Reyna Bustos por su apoyo en proporcionarme los datos de la fauna acompañante de la Planta Piloto.

Araceli, Gloria, Mercedes y Sandra por ese entusiasmo y apoyo en los momentos difíciles.

A todas aquellas personas que de una manera directa o indirecta participaron en la elaboración de este trabajo.

D E D I C A T O R I A

A Dios, por ser esa fuerza universal que le da directriz, esperanza, confianza y fortaleza a mi vida.

A mi hijo ALTAIR, por ser el aliciente de mi vida y demostrarle que en esta vida cada instante es de elección y que las acciones es lo que hace que se materialicen nuestros ideales, así como que el ser feliz ante todo es la principal meta de nuestra vida.

A mis padres, mi más profundo agradecimiento, por su apoyo emocional, psicológico y espiritual, además por haber unido sus energías para darme la oportunidad de existir.

A mis hermanos y sobrinos, por ser una de mis fortalezas emocionales indispensables. Mis votos por que nos mantengamos unidos por el lazo indestructible del amor.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS:	i
ÍNDICE DE GRÁFICAS:	ii
ÍNDICE DE ANEXOS Y CUADROS:	iii
RESUMEN:	iv, v
INTRODUCCIÓN:	1
OBJETIVOS:	4
HIPÓTESIS:	4
MATERIALES Y MÉTODOS:	5
Muestras:	9
Biomasa:	11
Fauna acompañante:	11
Determinación de biomasa:	12
Casting o humus:	12
Temperatura:	13
Alimentación:	13
Riego:	14
REVISIÓN DE LITERATURA:	
Antecedentes históricos:	15
Ubicación taxonómica de las lombrices de tierra:	33
Especies de interés para la Lombricultura:	34
Características de Eisenia andrei (Bouche, 1972):	34
Morfología externa:	35
Morfología interna:	35
Reproducción:	36
RESULTADOS:	
1.- DENSIDAD DE POBLACIÓN:	38
Localización:	38
Niveles:	43
Lugar:	47
Tiempo:	50
Adultos:	51
Juveniles:	57
Fragmentos:	60
Capullos:	62
2.- FACTORES CLIMÁTICOS (TEMPERATURA Y HUMEDAD):	64
3.- PRODUCCIÓN DE CASTING O ABONO ORGÁNICO:	65
4.- PRODUCCIÓN DE BIOMASA:	67
5.- FAUNA ACOMPAÑANTE:	71
6.- CORRELACIONES:	72
CONCLUSIONES:	73
BIBLIOGRAFÍA:	74
ANEXOS:	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.-	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA EN EL CUCBA	6
FIGURA 2.-	PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA	8
FIGURA 3.-	LUGAR (CENTRO Y BORDE) DE EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA	9
FIGURA 4.-	NIVELES DE LOS CANTEROS	10
FIGURA 5.-	MUESTRA DEPOSITADA EN MONTÍCULOS	10

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1.-	TOTAL DE ORGANISMOS POR LOCALIDAD	39
GRAFICA 2.-	PROMEDIO DE ORGANISMOS POR LOCALIDAD	40
GRAFICA 3.-	PESO EN GR. DE LOS ORGANISMOS POR LOCALIDAD	41
GRAFICA 4.-	PROMEDIO DEL PESO EN GR. DE LOS ORGANISMOS POR LOCALIDAD	42
GRAFICA 5.-	TOTAL DE ORGANISMOS POR NIVEL	43
GRAFICA 6.-	PROMEDIO DE ORGANISMOS POR NIVEL	44
GRAFICA 7.-	PROMEDIO DEL PESO EN GR. DE LOS ORGANISMOS POR NIVEL	45
GRAFICA 8.-	PESO EN GR. DEL TOTAL DE ORGANISMOS POR NIVEL.....	46
GRAFICA 9.-	TOTAL DE ORGANISMOS POR LUGAR	47
GRAFICA 10.-	PROMEDIO DE ORGANISMOS POR LUGAR	48
GRAFICA 11.-	PESO EN GR. DE LOS ORGANISMOS POR LUGAR	49
GRAFICA 12.-	PROMEDIO DE PESO EN GR. DE ORGANISMOS POR LUGAR.....	49
GRAFICA 13.-	PROMEDIO DEL NUMERO DE ORGANISMOS POR MES	50
GRAFICA 14.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR LUGAR	51
GRAFICA 15.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR LUGAR DESARROLLADOS EN SOMBRA	52
GRAFICA 16.-	PROMEDIO DE PESO DE ADULTOS POR LUGAR	52
GRAFICA 17.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR NIVEL	53
GRAFICA 18.-	PROMEDIO DE ADULTOS (LOCALIDAD) EN LOS NIVELES.....	53
GRAFICA 19.-	PROMEDIO DEL PESO DE ADULTOS POR NIVEL	54
GRAFICA 20.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR MES	54
GRAFICA 21.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN SOMBRA.....	55
GRAFICA 22.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN MEDIA SOMBRA ...	55
GRAFICA 23.-	PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN SOL.....	56
GRAFICA 24.-	PROMEDIO DE JUVENILES POR LOCALIDAD	57
GRAFICA 25.-	PROMEDIO DE JUVENILES POR NIVEL	58
GRAFICA 26.-	PROMEDIO DE PESO DE JUVENILES POR NIVEL	58
GRAFICA 27.-	PROMEDIO DE JUVENILES POR MES	59
GRAFICA 28.-	PROMEDIO DE JUVENILES POR MES UBICADOS EN SOMBRA	59
GRAFICA 29.-	PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR LUGAR.....	60
GRAFICA 30.-	PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR NIVEL	61

GRAFICA 31.-	PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR MES	61
GRAFICA 32.-	PROMEDIO DE NUMERO DE CAPULLOS POR LOCALIDAD.....	62
GRAFICA 33.-	PROMEDIO DE NUMERO DE CAPULLOS POR LUGAR	62
GRAFICA 34.-	PROMEDIO DE NUMERO DE CAPULLOS POR NIVEL	63
GRAFICA 35.-	PROMEDIO DE NUMERO DE CAPULLOS POR MES	63
GRAFICA 36.-	TEMPERATURA PROMEDIO POR MES	64
GRAFICA 37.-	PRODUCCIÓN DE HUMUS EN KG. (PROMEDIOS) POR CANTEROS	65
GRAFICA 38.-	PRODUCCIÓN DE HUMUS EN KG. POR CANTEROS	66
GRAFICA 39.-	PROMEDIO DE BIOMASA POR NIVEL	67
GRAFICA 40.-	PROMEDIO DE BIOMASA POR LA LOCALIZACIÓN DE LOS CANTEROS ..	68
GRAFICA 41.-	PROMEDIO DEL NUMERO DE LOMBRICES POR LA LOCALIZACIÓN DE LOS CANTEROS	68
GRAFICA 42.-	PROMEDIO DE BIOMASA EN GR. POR LUGAR	69
GRAFICA 43.-	NUMERO DE LOMBRICES POR LUGAR	69
GRAFICA 44.-	BIOMASA POR MES	70
GRAFICA 45.-	NUMERO DE LOMBRICES POR MES	70

ÍNDICE DE ANEXOS Y CUADROS

ANEXO 1.-	CUADROS DE SUMATORIAS DE ORGANISMOS Y PESOS POR LOCALIDAD, LUGAR Y NIVEL	
	CUADRO 1.- SUMATORIAS DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR LOCALIDAD.....	81
	CUADRO 2.- SUMATORIA DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR NIVEL	81
	CUADRO 3.- SUMATORIAS DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR LUGAR	81
ANEXO 2.-	PROMEDIO DE ORGANISMOS Y PESOS POR LOS FACTORES DE : LOCALIDAD, LUGAR, NIVEL Y TIEMPO.	
	CUADRO 4.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LOCALIDAD	82
	CUADRO 5.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL	82
	CUADRO 6.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN SOL	82
	CUADRO 7.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN SOMBRA	82
	CUADRO 8.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN MEDIA SOMBRA	83
	CUADRO 9.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR	83
	CUADRO 10.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN SOMBRA	83
	CUADRO 11.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN SOL	83
	CUADRO 12.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN MEDIA SOMBRA	83
	CUADRO 13.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR TIEMPO	84
	CUADRO 14.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR TIEMPO EN SOMBRA	84
	CUADRO 15.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR TIEMPO EN SOL	85
	CUADRO 16.- PROMEDIO DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR TIEMPO EN MEDIA SOMBRA	85
ANEXO 3.-	PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO	86
ANEXO 4.-	FAUNA ASOCIADA EN LA PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA	87

RESUMEN

Es sabido que son numerosos los problemas que presenta la humanidad desde el siglo pasado, sin embargo los podríamos resumir en tres grandes rubros, que son salud, alimentación y medio ambiente; como una respuesta ineludible e inaplazable para resolver estos problemas, surge el desarrollo sostenible, el cual conlleva a un crecimiento ambiental, social y económico equitativo.

Una de las biotecnologías que coadyuvan a resolver los problemas antes mencionados es la Lombricultura, la cual la podemos definir como "La utilización de la lombriz como agente biológico en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala". En este sentido el presente trabajo lleva como objetivo principales el "Estudiar la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana *Eisenia andrei*, (Bouche, 1972) durante el periodo de un año, En la planta piloto de Lombricultura del C.U.C.B.A", para poder conocer como se relacionan los factores climáticos: temperatura, humedad y sombra en el desarrollo de la población, además de poder determinar el volumen de producción anual de abono orgánico y producción de pie de cría (biomasa) de lombriz de tierra en esta área.

El presente trabajo se realizó en la Planta Piloto de Lombricultura del CUCBA y el procedimiento metodológico se baso en la extracción de muestreos a través del método de cuadrado absoluto en cada uno de los canteros cada mes. Se obtenían 2 muestras una en el borde y otra en el centro del cantero y a dos profundidades a los 10 y 20 cm. Con el objeto de conocer la distribución horizontal y vertical de los organismos. De cada muestra se separaban los lombrices adultos (cliteladas), las juveniles, fragmentos y capullos, las cuales se contaban y pesaban respectivamente. Además de pesar el humus de la muestra para conocer la producción del abono en cada cantero. Así mismo se pesaba una muestra de casting de 10 gr. Para que por diferenciación de peso se conoció la humedad

que presentaba cada cantero. Para conocer como influía la temperatura en el crecimiento de las lombrices se tomaba tres veces los siguientes datos: temperatura ambiente (sombra, media sombra y sol) y en los canteros a los 10 y 20 cm. De profundidad.

Entre los resultados obtenidos pudimos observar que el 80 % de los organismos colectados correspondieron a las lombrices juveniles, además que hubo un mayor desarrollo de estos organismos en los canteros ubicados en la media sombra. La suma total de los organismos que se colectaron en las tres localidades (sol, sombra y media sombra) fueron 290,974 en el año. En relación a la profundidad en el cual crecieron las lombrices se pudo ver que el 85.3% de la población se encontró en los 10 primeros cm. Conocimos que las juveniles crecieron mejor en el centro mientras los adultos y capullos su presencia fue mayor en el borde. La relación entre las lombrices con el peso húmedo de las muestra fue altamente significativa lo que nos indicó que el sustrato deberá de contener humedad suficiente para que se desarrolle la población. La relación entre la temperatura máxima y biomasa expresada en gr. Fue de tipo negativo, lo que corroboró que la especie estudiada se adapta mejor a climas templados

De lo anterior pudimos concluir que en relación a la distribución vertical de los diferentes estadios el 85 % de la población de lombrices se encontró en el primer nivel lo que nos indicó un buen manejo. Los adultos prefieren el borde, demostrándose que acuden para la puesta de capullos, donde fueron colectados la mayoría de estos; las juveniles prefieren desarrollarse en el centro donde encontraron mayor cantidad de alimento. La relación entre el número de juveniles con el peso húmedo de la muestra, así como la puesta de capullos, fue alta, lo que indico que el sustrato debe de contener una humedad entre el 70 y 80%. La fauna acompañante presente en los canteros fue de invertebrados mismos que compiten por alimento. Por ultimo pudimos concluir por la relación que existe entre la temperatura y la biomasa que la especie estudiada *Eisenia andrei* se adapta mejor a los climas templados.

INTRODUCCION:

Desde los tiempos de Charles Darwin se conoce que muchas especies de lombrices de tierra juegan un papel importante en el desarrollo y mantenimiento del suelo (Darwin, C. 1881). Aún así el conocimiento científico de las lombrices no es amplio, por tal razón los investigadores se han interesado por estos vermes, ya que se desconocen aspectos de su biología, su ecología y sus beneficios.

Es sabido que son numerosos los problemas que presenta la humanidad desde el siglo pasado, sin embargo los podríamos resumir en tres grandes rubros, que son salud, alimentación y medio ambiente; como una respuesta ineludible e inaplazable para resolver estos problemas, surge el desarrollo sostenible, el cual esta basado en la diversidad social, cultural y biológica (Enkerlin 1997)

Lo avanzado de la tecnología actual no ha garantizado un adecuado manejo de los recursos naturales; en realidad los efectos de estas se van conociendo conforme se utilizan, por lo tanto es primordial conocer nuestros recursos y decidir cuales son las tecnologías apropiadas en el marco de sustentabilidad.

Una de las biotecnologías con que se cuenta actualmente y que esta siendo utilizada en muchos países desde hace algún tiempo, es la Lombricultura. Esta se define como "La utilización de la lombriz como agente biológico en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala" (Reinés et al 1981)

La Lombricultura es una alternativa en la solución de los problemas de alimentación que existen a escala mundial, ya que las lombrices pueden ser un suplemento alimenticio para ganado, cerdos, aves, peces y humanos. La proteína de la lombriz es no convencional de alta calidad biológica.

Las deyecciones de estos organismos son un excelente fertilizante orgánico que al utilizarlo en los diferentes cultivos aumenta su producción (Reinés, 1998). Otro fin de la vermicultura es el manejo de la materia orgánica.

La descomposición de los desperdicios orgánicos provenientes de la industria agropecuaria, papelera, azucarera, tequilera, etc., a través del proceso de Lombricultura transforma estos en productos inocuos, por lo que coadyuva a solucionar los problemas de tipos ambiental al eliminar ecológicamente estos, aunado a esto sirven como un desodorizante ambiental ya que elimina olores y elimina o reduce microorganismos dañinos. Al incorporar el humus de lombriz al suelo ayuda a su rehabilitación.

El tercer problema existente en el planeta es la salud. De las lombrices se extraen fármacos que han sido utilizados como antitumorales, para combatir la diarrea, viruela, en la alimentación postparto de las mujeres parturientas, como antipiréticos, etc. (Reinés, 1998)

Son numerosos los países que han desarrollado la Lombricultura entre los que podemos mencionar, Francia, Italia, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Perú, Taiwán, Cuba y México entre otros. Pero en los años cuarenta es cuando esta biotecnología nace en los Estados Unidos, trasladándose al viejo continente, donde se establece en Italia. (Werner y Cuevas, 1996). A partir de la década de los ochenta regresa a nuestro continente, donde en Chile alcanza un gran desarrollo. En este país zonas desérticas fueron convertidas en verduros, lo cual requirió grandes cantidades de materia orgánica después de lo cual se detuvo su desarrollo. Aunque en México se inicia el desarrollo en esa misma época no logra alcanzar una gran aceptación (Martínez, 1999).

En las últimas décadas el desarrollo biotecnológico del manejo de las lombrices se ha aplicado para la transformación de residuos orgánicos de diferente naturaleza en vermicomposta, como una alternativa para revalorizar esos recursos. La Lombricultura se ha extendido tanto a escala mundial, como en nuestro país empleando paquetes tecnológicos importados, o adecuando el uso de la lombriz de tierra (roja californiana) *Eisenia foetida andrei* (Savigny, 1826). Y otras especies (García, 1999).

- La Lombricultura en México ha logrado su mayor desarrollo en los últimos tres años, es importante mencionar que en sus mayorías estos proyectos no han recibido una asesoría adecuada, considerándose que han surgido como proyectos empíricos (Martínez, 1999). Con relación a las instituciones que trabajan en investigación sobre esta biotecnología, son: el Instituto de Ecología de Jalapa, el Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo, las universidades de Veracruz, de Guanajuato, de Nuevo León, Autónoma de México, ECOSUR, DGETA, Instituto Politécnico Nacional así como la Universidad de Guadalajara.

En un 80% la investigación ha sido orientada a la producción de abono y hacia el manejo de los desechos de la agroindustria cafetalera, o bien a resultados en campo de la aplicación de dicho abono, de aquí la importancia que tiene este trabajo de estudiar como se desarrolla la lombriz de tierra en las condiciones ambientales de México con el objeto de conocer los momentos óptimos de su ciclo de vida para el manejo de la población, según sean los objetivos de la planta piloto.

La Universidad de Guadalajara inicia en 1993 trabajos relacionados con la Lombricultura al vincularse con al Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, Cuba, en base a un convenio cúpula, que como objetivo principal plantea el implementar una planta piloto de Lombricultura en el Centro

Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales, con el fines de realizar investigaciones, desarrollar la docencia y la difusión. Esta es prácticamente la primera experiencia de información y fomento de esta biotecnología en el occidente de México.

Una vez implementada la planta piloto es su tarea principal el realizar una investigación referente al estudio de la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana *Eisenia andrei*, la cual intenta explicar los cambios en el número de organismos, ya que estos últimos dependen de las modificaciones en la reproducción, la mortalidad y la dispersión (Krebs, 1985), ya que los responsables de estos cambios pueden ser agentes extrínsecos (ambiente físico y químico, depredadores, aprovechamiento de alimentos en su cantidad y calidad, etc.) y agentes intrínsecos (fisiológicos y conductuales).

De lo anterior, podemos conocer como ejercen influencia los factores que fueron medidos, como la temperatura, la humedad y el pH, para el manejo de la población, la cual se refleja en la cantidad de lombrices en sus distintos estadios, en la producción de humus, así como en la reproducción.

La humedad es uno de los factores abióticos más importantes, para el desarrollo de las lombrices, la humedad óptima del sustrato para el desarrollo es del 80% (Reinés, 1998). Mientras que Martín, (1998), dice que la temperatura y humedad del suelo, combinan sus efectos para determinar el movimiento de la población.

Otro factor importante que influye en el desarrollo de estos organismos es la temperatura, la cual difiere en los distintos niveles del suelo con la del aire en 3°C aproximadamente. Todas las actividades de las lombrices están reguladas por la temperatura; la duración del desarrollo, la fecundidad, periodo de incubación y el metabolismo; el rango de temperatura permisible para el desarrollo varía según la especie (Reinés, 1998).

No se conoce hasta el momento estudios que se hayan realizado sobre la dinámica poblaciones en un área cuyo objetivo principal sea el cultivo masivo de lombrices a no ser los de Reinés (En prensa), pero sin embargo hay investigaciones que han sido realizadas por distintos autores, sobre la densidad de población, crecimiento y desarrollo de diversas especies de lombrices en zonas agrícolas y con vegetación así como en laboratorio.

CUCBA



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

OBJETIVOS:

Los objetivos del presente trabajo son:

1. - Estudiar la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana *Eisenia andrei*, (Bouche, 1972) durante el periodo de un año, en la planta piloto de Lombricultura del C.U.C.B.A.
 - 1.1 Conocer como se relacionan los factores climáticos: temperatura, humedad y sombra en el desarrollo de la población.
 - 1.2 Determinar el volumen de producción anual de abono orgánico, en las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
 - 1.3 Determinar la producción de pie de cría (biomasa) de la lombriz roja californiana *Eisenia andrei*, en la planta piloto de Lombricultura.
 - 1.4 Caracterizar la fauna asociada a la comunidad de descomposición

HIPOTESIS :

En la localización geográfica de la planta piloto de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y agropecuarias, la ubicación de los canteros directamente al sol o a la sombra, incidirá en la densidad de población así como en su distribución tanto vertical como horizontal de los diferentes estadios del desarrollo.

MATERIALES Y METODOS:

Esta investigación se realizó en la Planta piloto de Lombricultura que tiene como objetivo principal la investigación, capacitación y fomento de esta biotecnología en la región.

La Planta Piloto de Lombricultura se localiza en el Km. 15.5 carretera a Nogales, Municipio de Zapopan, Jalisco, su localización geográfica es la siguiente: $20^{\circ} 44.880'$ latitud Norte y una longitud Oeste de $103^{\circ} 30.690'$.

Actualmente la planta piloto de Lombricultura se encuentra en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (Figura 1) en aproximadamente $1,000 \text{ m}^2$ y está dividida en tres condiciones de luz solar: sombra proporcionada por especies del género *Pinus* (canteros 1, 2, 3, 4, 5) media sombra proporcionada por malla en los canteros del 6 al 10 y al sol directamente los canteros del 11 al 18.

Cabe mencionar que el diseño y la implantación de los canteros de la planta piloto en sombra, media sombra así como al sol se hizo para conocer el comportamiento de las lombrices en las condiciones climáticas del lugar teniendo en cuenta su particularidades de semiaridez, (Figura 2).

Para cumplir con los objetivos de esta investigación de realizar el estudio de la dinámica poblacional, se tomaron muestras durante doce meses en cada uno de los canteros, durante el periodo comprendido de junio de 1998 a agosto de 1999.

EDIFICIOS

- A.- DIV. DE CS. AGRONOMICAS; DIV. DE CS. VETERINARIAS; DIV. DE CS. BIOLÓGICAS; COORD. DE SERVICIOS GENERALES; COORD. DE POSTGRADO; COORD. DE INVESTIGACIÓN; UNIDAD DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA; UNIDAD DE SERVICIO SOCIAL; UNIDAD DE DIFUSIÓN; UNIDAD DE PATRIMONIO; UNIDAD DE PROTECCIÓN CIVIL Y UNIDAD DE ZOOLOGÍA.
- B.- DEPTO. DE CS. AMBIENTALES; INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE Y COMUNIDADES HUMANAS; LAB. DE ENSEÑANZA EN SALUD AMBIENTAL; SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA; CUBICULOS DE PROFESORES; MAESTRIA EN CS. DE LA SALUD AMBIENTAL; MAESTRIA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL Y BAÑOS.
- C.- VIDEO-AULA; COMITÉ ESTUDIANTIL DE BIOLOGIA Y AULAS.
- D.- DEPTO. DE PRODUCCIÓN FORESTAL; CENTRO DE ESTUDIOS DEL MEDIO FISICO; LAB. DE CS. BASICAS; LAB. DE ZOOLOGÍA; CUBICULOS PROFESORES; ALMACEN DE EQUIPO TOPOGRÁFICO; AULAS Y BAÑOS GENERALES.
- E.- UNIDAD DE TRANSPORTE; LAB. DE SUELOS Y AGUA; LAB. DE MUESTRAS; COMITÉ ESTUDIANTIL DE AGRONOMIA; LAB DE DOCENCIA DE CS. AMBIENTALES Y AULAS.
- F.- DEPTO. DE PRODUCCIÓN ANIMAL; AREA DE DOCENCIA; LAB. DE NUTRICION ANIMAL; COMITÉ ESTUDIANTIL DE VETERINARIA; CENTRO DE COPIADO; AULAS Y BAÑOS.
- G.- DEPTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA; LAB. DE BOTÁNICA; LAB. DE ANÁLISIS DE SEMILLAS; LAB. DE TAXONOMIA DE INSECTOS; LAB DE ENTOMOLOGIA; LAB. DE PARASITOLOGIA VEGETAL; LAB. DE FITOPATOLOGIA; CUBICULOS DE PROFESORES Y AULAS.
- H.- COORD. DE CONTROL ESCOLAR; ARCHIVO DE CONTROL ESCOLAR; COORD. DE CARRERA DE AGRONOMIA, BIOLOGIA Y VETERINARIA; COORD. DE CARRERA DE TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO; ARCHIVO DE LAS COORDINACIONES DE CARRERA; UNIDAD DE NOMINA; UNIDAD MEDICA Y BAÑOS.
- HI.- RECTORIA; SECRETARIA PARTICULAR; SECRETARIA ACADEMICA, ADMINISTRATIVA; COORD. DE FINANZAS, DE PERSONAL, DE SERVICIOS ACADÉMICOS; UNIDAD DE PERSONAL ACADEMICO, DE ADMINISTRATIVO, DE BECAS E INTERCAMBIO, DE SUMINISTROS, DE CONTABILIDAD, DE PRESUPUESTO, RECEPCIÓN Y BAÑOS.
- I.- INST. DE BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA; LAB. DE BIOTECNOLOGÍA, DE ECOSISTEMATICA, DE CULTIVO "In vitro", DE CULTIVO DE GRANA O COCHINILLA, DE FICOLOGÍA, HERBARIO DE DOCENCIA, CENTRO DE ESTUDIOS DE ZOOLOGÍA, CUB. DE PROFESORES, DIBUJO CIENTÍFICO Y BAÑOS.
- II.- CAFETERIA DE BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA; LAB. DE ETNOBOTANICA, DE PALIONOLOGIA, DE CACTOLOGIA, DE MICOLOGIA; SALA DE MONTAJE; RECEPCIÓN; HERBARIO.
- K.- SALA DE CULTIVO DE HONGOS, INVERNADERO Y BODEGA.
- L.- DEPTO DE BIOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR; DE ECOLOGÍA; INST. DE FISIOLÓGIA CELULAR; LAB. DE DOCENCIA, DE ECOLOGÍA TERRESTRE, DE GENETICA, DE ECOSISTISTEMAS MARINOS, DE ACUICULTURA, DE ECOFISIOLOGIA VEGETAL, DE MICROBIOLOGIA, DE NEUROCIENCIAS, DE INMUNOLOGIA, DE GENETICA, DE PEPTIDOS NATURALES, AREA COMUN, CUBICULOS Y BAÑOS.
- M.- DEPTO DE SALUD PUBLICA; LAB. DE RESIDUOS TOXICOS I, DE FISICOQUÍMICA ALIMENTARIA, DE RESIDUOS TOXICOS II, DE MICOTOXICOLOGIA, DE PARACLINICOS, DE MICROBIOLOGIA; SALA DE JUNTAS Y LECTURAS; CUBICULOS DE PROFESORES; AREA DE SECRETARIAS; AULA Y BAÑOS.
- N.- DEPTO DE VETERINARIA; SALA DE NECROPCIAS; VESTIDORES; PATOLOGÍA; PRACTICAS HISTOLÓGICAS; TALLER DE ANATOMIA; ANFITEATRO, ANATOMIA I; PRACTICAS FISIOLÓGICAS; DE NEUROMORFOLOGIA; CROMATOGRAFÍA; BACTEREOLOGIA INMUNOLOGICA I, II; CUBICULOS DE PROFESORES.
- Ñ.- DELEGACIONES SINDICALES DE AGRONOMIA, VETERINARIA Y BIOLOGIA; SALA DE JUNTAS, RECEPCIÓN Y BAÑOS.
- O.- CAFETERIA UNIVERSITARIA.
- P.- UNIDAD DE BIBLIOTECA; AREA DE AUTOAPRENDIZAJE; DE ACERVO; CENTRO DE COPIADO Y BAÑOS.
- Q.- UNIDAD DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO Y AUDITORIO DE USOS MULTIPLES.
- R.- COORD. DE TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE; UNIDAD DE MULTIMEDIA INSTITUCIONAL, DE COMPUTO Y TELECOMUNICACIONES PARA EL APRENDIZAJE; ALMACEN; AULAS; RECEPCIÓN Y BAÑOS.
- S.- ALMACEN GENERAL Y BANCO DE GERMOPLASMA Y CIPROS.
- T.- APICULTURA GUUEPA.
- U.- BODEGA DE FORRAJES; AULAS Y BAÑOS GENERALES.
- V.- REPRODUCCIÓN Y GENETICA ANIMAL.
- W.- BOVINOS.
- X.- BORREGOS Y CAPRINOS.
- Y.- AREA DE ALIMENTACIÓN DE ANIMALES.
- Z.- PORQUERIZAS.
- Z1.- LABORATORIO DE INSECTOS BENÉFICOS.
- Z2.- SUB-ESTACION ELECTRICA, AGUA, GAS Y GENERADOR ELECTRICO.



FIGURA.-1 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA EN EL CUCBA.

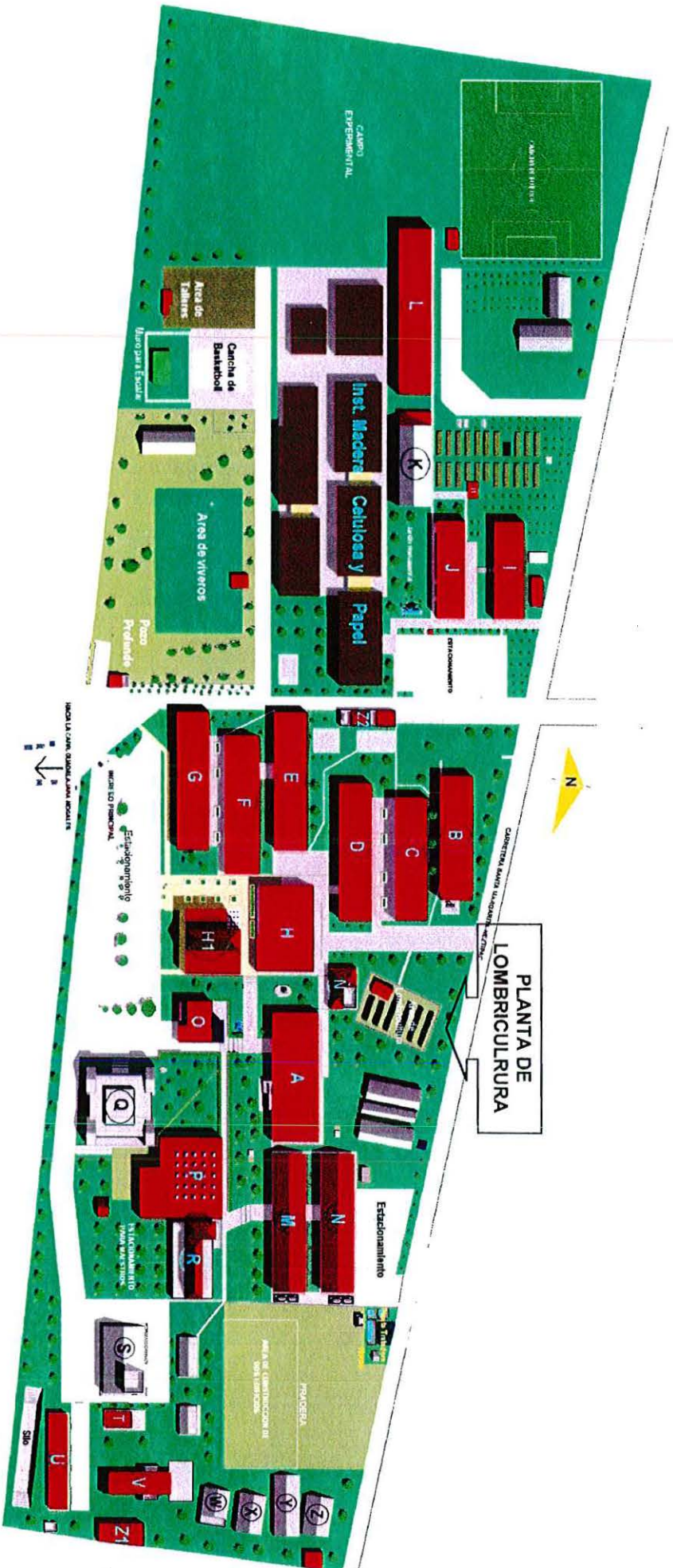
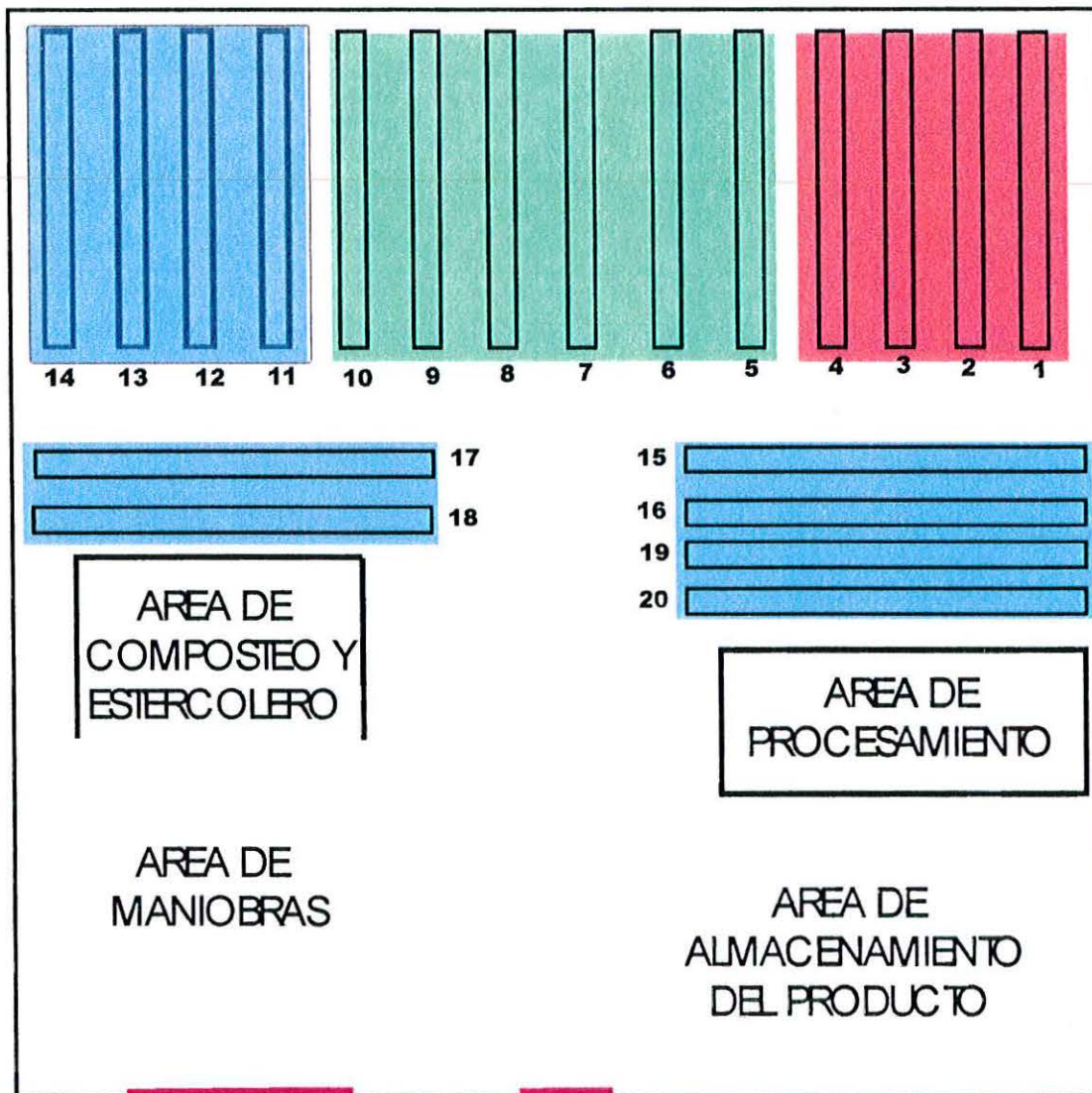


FIGURA 2. PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA



- AREA DE CANTEROS CRIA Y PRODUCCION CON SOMBRA DE ARBOLADO
- AREA DE CANTEROS CRIA Y PRODUCCION CON MEDIA SOMBRA
- AREA DE CANTEROS CRIA Y PRODUCCION SIN SOMBRA
- ENTRADAS
- CERCA PERIMETRAL DE MALLA CICLONICA

Con el fin de conocer la distribución horizontal de los organismos se seleccionaron dos lugares para extraer las muestras, una al centro y otro al borde del cantero (Figura 3). Así mismo para estudiar la distribución vertical de las lombrices se consideraron dos niveles, los diez centímetros superficiales correspondieron al nivel uno y los siguientes diez centímetros, es decir, de 10 al 20cm al segundo nivel.

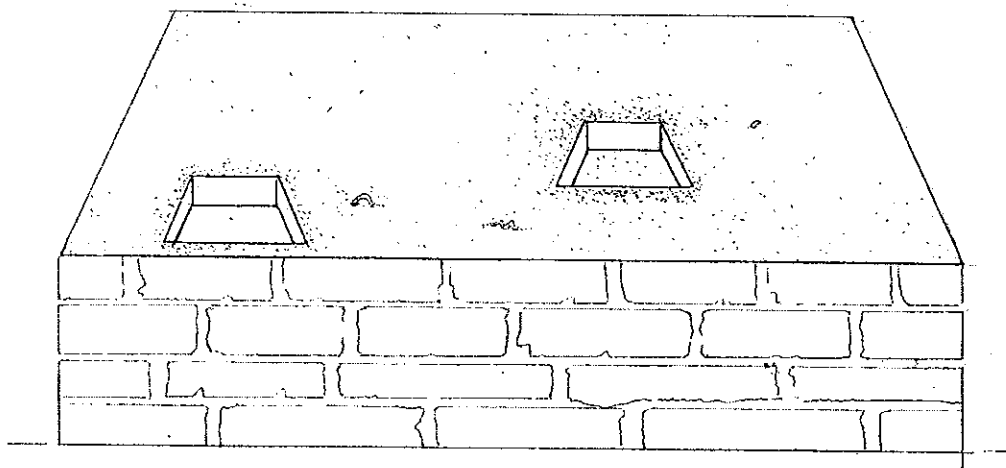


Figura 3. Lugar (centro y borde) de extracción de las muestras.

Muestreos.-

La extracción de las muestras se realizó a través del método de cuadrado absoluto de volumen utilizando un cuadrado de 16 X 16 X 10 cm. (Gorky 1968; Kazmarek 1971) modificado. Para lo cual se construyó una sonda cuadrada de acero inoxidable. El monolito de suelo se extrajo introduciendo el perforador en el lugar seleccionado por sitio y nivel. El suelo ligeramente comprimido en el interior de la sonda se traslada en bandejas al laboratorio para su revisión.

Después de la extracción de la muestra correspondiente al primer nivel, y sin intervalo se introdujo la sonda en la misma perforación para obtener la muestra correspondiente al segundo nivel evitando el escape los organismos al ser perturbado el lugar (Figura 4).

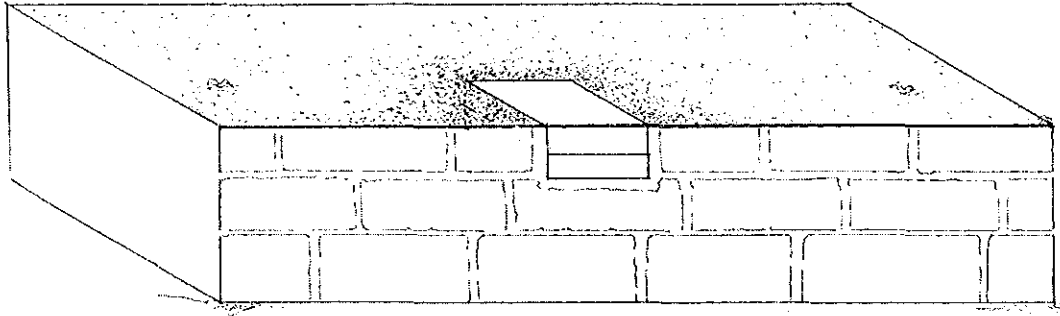


Figura 4. Niveles de los canteros.

La muestra se colocaban en dos montículos (Figura 5), con el objeto de que las lombrices se trasladaran al centro y poder manualmente separar la biomasa y el humus, una vez analizada la muestra se devolvía al mismo lugar.

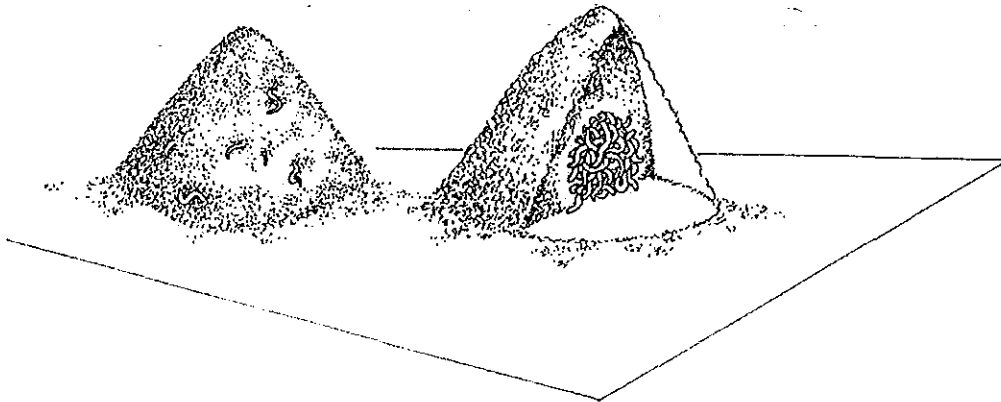


Figura 5. Muestra depositada en montículos.

Biomasa.-

La población de lombrices de cada muestra se separó manualmente con apoyo de pinzas sin dientes y agujas de disección.

Los especímenes se clasificaron en los diferentes estadios (adultos, juveniles y capullos). Para la clasificación de las adultos y juveniles se tuvo en cuenta la presencia o no de clitelo.

También se clasificaron los fragmentos separándolos en (anteriores y posteriores), considerando solo a la hora de contar los especímenes los fragmentos anteriores con el objetivo de no introducir errores.

Los especímenes clasificados de la forma anteriormente señalada se colocaron en contenedores plásticos previamente rotulados.

En planillas confeccionadas al efecto se colocaron los datos que a continuación se listan:

- Número de adultas (cliteladas).
- Número de juveniles (no cliteladas).
- Número de fragmentos anteriores.
- Total de organismos.
- Número de capullos.
- Peso de adultas en gr.
- Peso de juveniles en gr.
- Peso de fragmentos (anteriores y posteriores) en gr.
- Fauna acompañante.

Fauna acompañante.-

Se realizaron observaciones en la planta piloto para identificar la fauna que cohabita en los canteros con las lombrices, además de observar los animales que arribaban a estas instalaciones como son aves y roedores.

Para la extracción de los invertebrados se procedió de igual manera, separándolos taxonómicamente para su conteo.

Determinación de la biomasa.-

Para poder pesar a los organismos previamente se limpiaron en agua corriente para eliminar el humus adheridos a sus cuerpos, se colocaron posteriormente sobre papel absorbente para quitar el exceso de agua. El peso de los organismos se realizó en una báscula de precisión decimal, digital, marca Sartorius. Para el cálculo de la biomasa se considero peso/ M²

Casting o humus.-

Una vez separada la biomasa de la muestra, el humus se revisaba minuciosamente para apartar todos los capullos y organismos que hubieran quedado, pesándolo para conocer la producción del abono. Además se extrajo 10 gr. la cual se introdujo en recipientes pesafiltro 50 c.c, previamente rotulados, con el objetivo de determinar la humedad en el laboratorio.

La determinación de la humedad de las muestras se determinó por del método de doble pesada en una balanza analítica de 0,1 mg de precisión.

El porcentaje de humedad se determina por el método de Martínez F.; M. Valdés, y A. Bahamonde y col (EN PRENSA).

El porcentaje de la humedad se calcula por la siguiente formula:

$$\% \text{ H}_2\text{O} = \frac{B \cdot C}{C \cdot A} \times 100$$

El contenido del porcentaje de humedad resultados del análisis del humus de lombriz se expresan sobre la base de humus "seco en estufa" a 105 °C hasta peso constante, para lo cual se transfieren los pesafiltro tarados, aproximadamente 10 gr. de humus de lombriz y se lleva a la estufa a 105^oC durante toda una noche o por 18 horas. Después se pasaron tapados a una desecadora durante 30 minutos. Pasado dicho tiempo se pesan en la balanza analítica.

Donde:

A = Peso constante del crisol o pesafiltro a 105^oC

B = Peso del crisol + muestra seca al aire

C = Peso del crisol + muestra seca a 105 °C

El factor para corregir los resultados analíticos en base seca (fch) se calcula por:

$$\text{factor de corrección de la humedad (fch)} = \frac{100 + \% \text{ Humedad}}{100}$$

Temperatura.-

Se tomó la temperatura del ambiente y en el sustrato de los canteros así como la máxima y mínima del aire por día. Las observaciones de las temperaturas se tomaron tres veces al día para conocer la variación y determinar las medias diarias (9:00, 13:00 y a las 17:00 hrs.) Para la temperatura ambiente se empleo un termómetro marca Brannan (England), colocándolo 5 minutos tanto en el sol, como en la sombra y a media sombra, antes de realizar la observación.

La lectura de las temperaturas en el sustrato de los canteros se realizó a dos niveles a los 10 cm. y a los 20 cm de profundidad con un termómetro Brannan 50 °C. Al azar se eligieron 2 canteros en la sombra (7 y 8), dos a media sombra (2 y4)así como dos al sol (15 y 18).

La temperatura máxima y mínima del aire por día se determinó a la sombra en las instalaciones de la planta piloto.

Alimentación.-

Los canteros fueron alimentados con estiércol bovino procedente del Rancho La Cofradía perteneciente al C.U.C.B.A,. Antes de ser utilizado para la alimentación de las lombrices, el estiércol se deposito en el área de composteo con el fin de estabilizar la temperatura y el pH.

La estabilización del material se logró con riegos frecuentes, siendo considerado como alimento para las lombrices con una temperatura entre los 22 y 24 °C y un pH entre 8 y 9.5.

El pH del alimentado se determinó con papel indicador de pH, y ocasionalmente con Potenciómetro digital en caso de duda. Para lo cual se tomó 10 gr. del material seco al aire colocándose en un beaker de 100 ml, posteriormente se adicionó 50 ml de agua destilada y agitándose a intervalos regulares durante 3 ó 4 ocasiones en el período de 1 hora hasta que quedó homogénea.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Enseguida se introducía la tira de papel por un minuto para compararlo después con la tabla de colores.

La lectura de temperatura se realizó al introducir el termómetro a los 10, 20 y 30 cm. en varias partes de la pila de alimento almacenado.

El alimento era transportado con carretillas a los canteros cuando veíamos que las lombrices habían consumido alrededor del 80%, (esto ocurría en un periodo de aproximadamente una semana).

El alimento fue depositado en el centro de los canteros de forma tal de que quedara un margen de 10 cm. La capa de comida no debe exceder los 15 cm. de grosor nivelándose posteriormente con un rastrillo con el fin de que las lombrices pudieran trabajar en una mayor superficie.

Riego.-

Se realizó todos los días con una manguera, procurando que la capacidad de campo estuviera al 80%, esta era determinada por el escurrimiento del agua de los canteros manualmente o empíricamente tomando una porción de humus en el puño de la mano la cual al oprimirla el goteo debería de ser continuo.

El riego se realizaba todos los días en el transcurso de la mañana o después de las cuatro de la tarde; suspendiéndose dicha actividad en épocas de lluvias y en temporadas de calor se regaba en la mañana y en la tarde para mantener la temperatura adecuado para el desarrollo de las lombrices.

REVISION DE LITERATURA:

Antecedentes Históricos.-

La lombriz es conocida desde tiempo inmemorial como un animal ecológico por definición, ya en el antiguo Egipto se consideraba como un animal enormemente valioso, a tal extremo que tenían previsto castigos muy rigurosos, promulgados en un edicto, durante el reinado de los Faraones, hace más de 2 000 años a. c. en el cual se protegía a la lombriz de quien pretendiese dañarla o exportarla de esa región (Ferruzzi, C.1987). Ellos estaban conscientes de que la fertilidad del valle del Nilo, se debe en parte al incansable trabajo de estos maravillosos animales subterráneos.

Posteriormente Aristóteles filósofo griego (384-322 a.C.), considerado una de las inteligencias más notables que ha producido la humanidad, reconoció en unos de sus libros que las lombrices eran "como los intestinos de la tierra". Muchos siglos después el gran naturalista sueco Carlos Von Linneo (1707-1789), quién en su sistema de clasificación del reino animal dio inicio a la taxonomía moderna, denominó a la lombriz de tierra *Lumbricus terrestris*, que actualmente pertenece a las anélidas.

En 1777 Gilbert White, escribió " el gusano de tierra en apariencia ínfimo eslabón de la cadena de la naturaleza, dejaría si desapareciera un lamentable vacío" ya que cierran el ciclo de la vida. No fue sino hasta 1881 que el científico naturalista británico Charles Darwin al observar que esos gusanos crean una capa de suelo con sus excrementos, además de participar en la fertilidad de la tierra, publicó una nota al respecto en la Sociedad Geológica de Londres. Un año antes de su muerte escribió su último libro, donde describió la actividad de las lombrices de tierra titulado " *la formación de la capa vegetal a través de las acciones de las lombrices*" y con sus observaciones encontró que cerca de un año, dichos animales creaban lentamente medio centímetro de suelo. (Darwin, 1881).

Con anterioridad muchas personas, incluyendo hombres de ciencias consideraban a las lombrices de tierra como una peste, al pensar erróneamente que devoraban las raíces de las plantas, lo cual hacen esto solo cuando están muertas o putrefactas, devolviendo a la tierra los elementos contenidos en estos materiales orgánicos.

En la década de 1940, muchas hipótesis darwinianas fueron corroboradas científicamente y la función y actividad de las lombrices en la transformación de los residuos orgánicos en el suelo, mantenimiento de la estructura, incremento

del drenaje, aireación, aumento de la capacidad de retención de agua y mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Paralelamente, en esa década, numerosos investigadores de diferentes países comienzan a desarrollar la cría experimental de lombrices con diversas finalidades. En 1947 Hug Carter en EEUU inició la producción de lombrices, personaje un poco excéntrico, estableció su primer criadero de lombrices en un ataúd, ya en 1973, su producción estaba en condiciones de suministrar a las tiendas de caza y pesca más de 15 millones de lombrices al año (Ferruzzi, 1987). Sin embargo la paternidad de la cría de lombrices en cautiverio se le adjudicó a Thomas Harret (1948), por haber sido el primero en demostrar la viabilidad de las criadas a gran escala, pero verdaderamente no es hasta mediados del siglo XX que se comenzó a emplear la lombricultura para la producción de avena y proteína animal.

Estudios posteriores sobre la influencia de los factores abióticos en la dinámica poblacional de las lombrices, mostraron que el uso de fertilizantes y pesticidas influyen fuertemente sobre el tamaño de las poblaciones de lombrices en suelos agrícolas. Estos conocimientos sobre los requerimientos fisiológicos de las lombrices de tierra contribuyeron al establecimiento de un manejo más eficaz, permitiendo su cultivo bajo condiciones controladas a escala mayores de este invertebrado con la finalidad de obtener humus, degradación de materiales contaminantes urbanos e industriales, así como la obtención de una biomasa proteica con un alto valor nutricional.

- La lombriz de tierra es un invertebrado excepcionalmente prolífico, resistente, vivaz, de carne sólida y de un insaciable apetito, capaz de digerir cualquier residuo que contenga materia orgánica en estado de putrefacción, fermentadas o en estado fresco, tales como estiércoles, residuos de cosechas, basura doméstica, urbana, lodos, celulosa, etc. En un producto con gran contenido orgánico altamente humificado, elevado contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, oligoelementos y lo que es más importante cientos de millones de microorganismos saprófitos activos que al ser incorporado al suelo contribuyen al equilibrio ecológico y a la transformación de los minerales del suelo, liberando en forma soluble elementos inorgánicos requeridos como nutrientes por las plantas.
- La conversión de los residuos orgánicos en biomasa de lombriz es muy eficiente, por cada tonelada de material orgánico adecuado como alimento, las lombrices pueden alcanzar hasta 100 kg. sobre la base de peso seco la eficiencia de conversión es del orden del 10%, muy superior si lo comparamos con la producción de proteína microbiana utilizada para la alimentación animal. La única dificultad es la separación de las lombrices del producto final.

Investigaciones realizadas en la planta piloto de Rothamsted, muestran que el proceso resulta altamente económico y que la utilización de las lombrices en la

nutrición animal no es portadora de agentes parásitos o patógenos a los animales en ceba, por otra parte es un suplemento proteico muy bueno con elevada cantidad de aminoácidos esenciales tales como la lisina, metionina, además de contener sobre la base a peso seco un 60-70% de proteína, 7-10 % de ácidos grasos 8-20 % de carbohidratos, 2-3 % de minerales, y un amplio espectro de vitaminas entre las cuales se encuentran niacina y las del complejo B12.

Estas magníficas propiedades de las lombrices como proteínas son utilizadas en la alimentación de cerdos, peces, aves de corral, etc. Por otra parte en Asia se emplea la harina de lombrices en la preparación de ciertos platillos, en Japón se le atribuye propiedades afrodisiacas y extraen medicamentos y confección de bebidas, en Filipinas se mezclan con pienso en la alimentación de peces, camarones, ranas y consumo humano (Catalán, 1981).

Muchos son los factores que afectan a la distribución de las lombrices, las características físicas y químicas del suelo, el tipo de vegetación, el manejo del suelo, pero en la mayor parte de los suelos los factores primarios que determinan la población son los suministros mínimos de agua y comida. (Meinicke, 1995)

Lee 1985, en su artículo lombrices de tierra: su ecología y su relaciones con el suelo, menciona que el grado de acidez o alcalinidad es un factor importantísimo ya que en sitios que tenían un valor de pH menor de 4.0 generalmente no se encontraron lombrices de tierra. Por otra parte Staff (1987) nos dice que el pH es el factor principal que determinan las diferencias entre las poblaciones de las lombrices.

Se encontró que la población juvenil y adulta y los capullos disminuyeron significativamente conforme al incremento de la labranza. La especie dominante fue *Aporrectodea tuberculata* (Berry, 1993)

Andersen 1987, realizó investigaciones de ecología de las lombrices presentes en un suelo arable, donde la fluctuación anual en densidad en las poblaciones de campo son fuertemente dependientes del régimen de temperatura, La estructura y diversidad de la comunidad de lombrices varió entre las cuencas, influida por los modos de cosechar, situación geográfica y cultivos. La más grande diversidad de lombrices y los niveles más altos de población, se

Los cambios en la humedad del suelo durante el año no causan fluctuaciones en el número de lombrices pero sugiere que la disponibilidad de alimento es un factor limitante de consideración para su distribución. Nemerth, 1982

Martín 1992, menciona que el movimiento vertical de la lombriz esta determinado por factor bióticos (comportamiento individual) y abióticos (temperatura y humedad del suelo), esos factores combinan sus efectos para

determinar el movimiento de la población la relativa contribución de esos factores para el determinismo de ese movimiento vertical se ha calculado usando

En los últimos años, los oligoquetos han sido estudiados con distinto propósito, entre ellos para reciclar desechos agro-industriales, basuras urbanas, lodos residuales, entre otros que constituye un factor positivo en la descontaminación ambiental, Además, se emplean como agentes para el mejoramiento de suelos y como fuente proteica con diversos usos. De lo anterior surge la necesidad de conocer como crecen, se desarrollan y como actúan en el medio, por lo que investigadores de varios países se han dado a la tarea de trabajar en estos temas, dichos estudios los han desarrollado tanto en el campo como en el laboratorio.

Las siguientes investigaciones nos muestran como ejercen influencia los factores ambientales (temperatura, humedad y ph) y nutricionales en la dinámica poblacional de distintas especies de lombrices de tierra; bajo condiciones de campo:

Reynolds (1970) realizó un estudio en hábitat de suelos forestales y tierra de pastos en Tennessee, para conocer la abundancia de la lombriz encontrando que existen una gran variedad que va desde 2 a 96 individuos/m².

La abundancia varía entre 14 a 242 individuos/m² en un trabajo realizado por Reynolds (1972) en 6 sitios heterogéneos maderables en Indiana.

Nemerth, 1982 realizó un estudio para conocer las poblaciones de lombrices presentes en un bosque tropical venezolano y se encontró que la densidad de las lombrices era relativamente baja, entre 33 y 68 individuos /m². La biomasa en los 30 cm superiores del suelo varía entre 8.7 y 16.6 gr./m². Los cambios en la humedad del suelo durante el año no causan fluctuaciones en el número de lombrices pero sugiere que la disponibilidad de alimento es un factor limitante de consideración para su distribución. Nemerth, 1982

Andersen 1987, realizó investigaciones de ecología de las lombrices presentes en un suelo arable, donde la fluctuación anual en densidad en las poblaciones de campo son fuertemente dependientes del régimen de temperatura y pueden ser descritas por un índice anual de temperatura, C sub (1). Los efectos de la precipitación son mayores durante el verano. La distribución vertical es gobernada por ambas, temperatura y precipitación. La producción de lombrices se incrementó durante el periodo activo, otoño-invierno. Más del 90% de la respiración anual (O sub (2) tomado) tiene lugar durante este periodo

Ciertos aspectos de la realización de la lombriz han sido considerados en relación al concepto bio-indicador, es importante en condiciones ambientales, particularmente en relación a las fluctuaciones a corto y largo plazo. La tendencia general en la dinámica de los capullos ha sido evaluada

relacionándola con sitios de alta y baja calidad agrícola. Una sustentabilidad mayor del hábitat resulta de la combinación de ubicación básicos (factores climáticos, edáficos) y factores agrícolas temporales que traen un incremento en los parámetros de número de capullos y biomasa de los capullos, mientras que los parámetros medios de la masa de capullos aparenta ser más flexible a los cambios temporales y puede reflejar mejor las condiciones de ubicación más estables (Christensen,1990).

Del Val, 1991, menciona que las lombrices están presentes en la tierra agrícola de 500 a 2,000 gr./ha. Y constituyen la tercera biomasa mayor después de las plantas y los microorganismos. Hace hincapié que en los criaderos de lombrices debe de vigilarse principalmente la temperatura (15 a 23 °C), y el pH (7), además que la humedad debe de ser 40 %.

Daniel, 1992 realizo un trabajo sobre la dinámica de población de *Lumbricus terrestris* L. en una pradera, durante el período de abril de 1987 a septiembre de 1988, donde después del segado el material vegetal fue incorporado a la parcela como alimento para las lombrices; en ambos años la precipitación fue regularmente distribuida, el suelo nunca estuvo seco. Las fluctuaciones en la densidad de la población son principalmente debido a las juveniles, las adultas fueron constantes. Las juveniles eclosionaron al final de la primavera otoño, L. Terresris, creció menos en el campo que en laboratorio; las jóvenes alcanzaron un alto peso del cuerpo al principio de la madurez, pero menor peso en el adulto. Por lo tanto se puede concluir que existió un intensa competencia intra-específica por el recurso del alimento, basándose en observaciones de este estudio sobre las características del ciclo de vida se confirmó que esta especie de lombriz es más selectiva que otros miembros de la Fam. Lumbricidae.

Martín 1992, menciona que el movimiento vertical de la lombriz esta determinado por factor bióticos (comportamiento individual) y abióticos (temperatura y humedad del suelo), esos factores combinan sus efectos para determinar el movimiento de la población la relativa contribución de eso factores para el determinismos de ese movimiento vertical se ha calculado usando técnicas de optimización matemáticas

Se estudiaron poblaciones de lombriz en dos localidades agrícolas en el Estado de Iowa. Los muestreos se realizaron a través del método de corazones de suelo, colectados en otoño de 1989, primavera y otoño de 1990. Los suelos en la localidad uno fueron cultivados con maíz en monocultivo con el sistema de labranza, en la segunda localidad fue maíz con cero labranza. Se encontró que la población juvenil y adulta y los capullos disminuyeron significativamente conforme al incremento de la labranza. La especie dominante fue *Aporrectodea tuberculata* (Berry, 1993)

Reddy, 1993, en dos tipos de suelos (alfisol y vertisol) ubicados en un pastizal en el trópico semiárido, el alfisol presentó un pH ácido, mientras que el vertisol un pH alcalino. La fertilidad nativa fue más alta en el vertisol. El alfisol se encontró poblado por *Octochaetona phillotti*, mientras que el vertisol por *Barogaster annandalei*. La población total de *O. phillotti*, se encontró en un rango entre 19 y 96 ind./m², dividida en juveniles (3.2 y 25.6 ind./m²). La población de pre-adultos entre 5.3 y 53.6/m² y la población adulta entre 0 y 28.8/ m². La población total de *B. annandalei*, se encontró en un rango entre 3.2 y 58.3 ind./m².. su población juvenil entre 0 y 26.6 por m², la población de pre-adultos entre 0 y 10.6 por metro cuadrado, mientras la población de adultos entre 0 y 22.4 por m². Las lombrices emigraron a capas profundas entre el invierno y verano; *O. phillotti*, se encontro a un aprofundidad máxima de 40 cm. Mientras que *B. annandalei* a una profundidad de 45 cm en un estado quiescente.. los factores físicos del suelo fueron en conjunto más determinantes en la variación estacional del tamaño de las poblaciones que los factores químicos.

Se estudiaron la diversidad, densidad y biomasa de las poblaciones de lombrices en diferentes tierras de pastoreo alpinas. Se registraron cinco especies. Tres se encontraban presentes en casi todas: *Octolasion tyrtuum lacteum* las especies dominantes y *Lumbricus rubellus rubellus* y *Dendrobaena octaedra*. *D. rubida tenuis* y *Allolobophora handlirschi* presentes respectivamente en una y dos poblaciones. En el Firmetum (altitud 2 500m) algunos caras no tienen lombrices mientras en las otras se encontraron 20 a 40 individuos/ m² y 5 a 6 gr./m² (peso fresco). Más abajo, en el Seslerietum (2 400m), el Curvuletum (2 360m) y en el Nardetum. (2 100m) se encontraron 196, 90 y 84 individuos/ m² y 47, 17 y 8 gr./m² respectivamente. (Cuendet, 1984)

Bohlen, 1995, realizó un experimento en la Cuenca Experimental de los Montes Apalaches del Norte cerca de Coshocton, Ohio, para estudiar los factores que influyen la estructura y biodiversidad de la comunidad de lombrices en cuencas agrícolas experimentales. Muestrearon las comunidades de lombrices en siete cuencas, de 1990 a 1992. Seis especies de lombrices estuvieron presentes. El total de la biomasa de lombrices varió de 2 a 32 g m super (-2) y los niveles de población variaron de 10 a 350 gusanos m super (-2). La estructura y diversidad de la comunidad de lombrices varió entre las cuencas, influida por los modos de cosechar, situación geográfica y cultivos. La más grande diversidad de lombrices y los niveles más altos de población, se presentaron en una cuenca no cultivada y otra en la que previamente hubo centeno y no cultivos en el largo plazo. Así como en una cuenca arada rudimentariamente. Sin embargo, especies de lombrices difieren en su respuesta a la sequía, *Lumbricus rubellus* la más sensible a la sequía y *Aporrectodea spp* la más tolerante a la sequía.

Coderre, (1995), nos dice que la biomasa y abundancia de lombrices de tierra redujeron notablemente en un bosque de maple de azúcar perturbado en relación a un bosque sano, en 1988 la abundancia fue de 8 veces más así como la biomasa 34 veces más en el bosque sano. Concluye que la abundancia y

biomasa de la lombriz de tierra, se redujo en los sitios que estaban perturbados ya que presentaban concentraciones de pH (menor a 4.5) y Ca⁺⁺ bajos

Curry, 1995, estudio en un período de tres años la población de lombrices en un campo de cereal de invierno en Irlanda y sus efectos sobre el suelo y la vuelta de nitrógeno fue evaluado, encontrando que la media anual de la densidad de población fue de 346-471 individuos por m² , y la media de biomasa fue de 56.9-61.2 gr./m² .De las 12 especies encontradas *Allolobophora chlorotica* y *Aporrectodea caliginosa* fueron las más abundantes; la producción de casting en el laboratorio fue de 362 mg a 5°C y 2353 mg. a 15°C en el caso de *A. caliginosa* y de 242 mg. A 5°C a 713 a 10 °C en juveniles de *Lumbricus terrestris*. La egestión anual de suelo por la población de campo fue estimada como 18-22 kg./m²; la producción de tejido estuvo en el rango de 81.7 a 218.5 gr./m², mientras la vuelta de nitrógeno resultado de la mortalidad fue calculada entre el rango de 1.5-3.9 gr./m² dependiendo del año y del método de cálculo. Las lombrices fueron estimadas a contribuir un adicional de 3.4-4.1 gr. de Nitrógeno mineral a través de la excreción, producción de moco e ingestión de suelo

Emmerling, 1995, la distribución de la macrofauna del suelo fue estudiada en fluvisoles, bajo largos períodos de uso agrícola de inundación, el principal factor ambiental en el decremento del número de especies, abundancia, y peso fresco de biomasa de isopodos y diplopodos fue el gradiente de actividad agrícola. Este gradiente también influyó a la comunidad de lombrices incrementando la biomasa fresca y el peso individual de los adultos.

Muchos son los factores a afectan a la distribución de las lombrices, las características físicas y químicas del suelo, el tipo de vegetación, el manejo del suelo, pero en la mayor parte de los suelos los factores primarios que determinan la población son los suministros mínimos de agua y comida. (Meinicke,1995)

Meinicke,1995, menciona que en un área que estuvo bajo cultivo continuo de trigo, la población de lombrices del área que recibió 35 ton./ha. de estiércol anualmente, fue de tres a cuatro superior a las áreas que no habían recibido estiércol. Así mismo en una pastura permanente, la población de lombrices en un área que recibió 35 ton./ha. De estiércol y 0.75 ton/ha de guano cada cuatro años, se volvió tres veces mayor que el área sin abono.

Bennour, 1997, se encontró en un estudio con *Aporrectodea caliginosa*, que su zona de actividad fue en un área de los primeros diez centímetros de la superficie orgánica en los campos de la localidad de Benena en Libia. El suelo fue caracterizado como franco-arcilloso, pH 7.3 y 4.2 % de materia orgánica, el estudio se realizó de octubre a diciembre de 1993 y de marzo a abril de 1994.

Blair, 1997, desarrollo un experimento para conocer los cambios de depósitos de N en el suelo en respuesta a la manipulación de las poblaciones de las lombrices en ecosistemas agrícolas con diferentes fuentes de Nitrógeno. Los resultados indican que los efectos netos de la actividad de las lombrices puede variar con prácticas de manejo de ecosistemas agrícolas. Las lombrices pueden incrementar en N la disponibilidad reduciendo la inmovilidad microbica y realizando la mineralización. Sin embargo, crecientes cantidades de suelo NO sub(3) a fines de la estación de crecimiento y la concentración aumentada en los horizontes de suelos inferiores, podrían conducir a un aumento en pérdidas por lixiviación de sistemas fertilizados inorgánicamente.

En el sur de Australia, el uso de lombrices como un indicador potencial de sustentabilidad fue investigado a través de un estudio de 95 parcelas sembradas con trigo, cebada o guisantes, en un área de alrededor de 3 500 km². La media anual de precipitación variaba entre menos de 350 mm a más de 500 mm, y los suelos varían de arenas gruesas y arcillas ligeras hasta greda pesada. El suelo de las tierras de cultivo de temporal en el sur de Australia han sido colonizadas por cuatro especies inmigrantes de lombrices, *Aporrectodea rosea* (Savigny), *Aporrectodea trapezoides* (Duges), *Microscolex dubius* (Fletcher) y *Microscolex phosphoreus* (Duges); las poblaciones están generalmente dominadas por *A. rosea*. Labranza de conservación, reteniendo residuos de las plantas y reduciendo el cultivo está siendo promovido como deseable al desarrollar sistemas de cultivo sostenible y la relación inversa entre la abundancia de lombrices y la intensidad del cultivo ($r = -0.69^{***}$) da apoyo a las lombrices como un indicador potencial de sustentabilidad. La distribución y abundancia de lombrices depende no solamente del manejo relacionado con la producción, sino también del suelo local y los factores climáticos. La densidad y la biomasa fueron significativamente más altas en parcelas con precipitación anual más alta e inversamente correlacionadas con niveles de arenas gruesas. A una escala apropiada, los datos ecológicos tanto en la composición de las especies como los grupos funcionales dentro de las comunidades de lombrices pueden constituir indicadores útiles sobre la producción agrícola y su sustentabilidad. (Bucherfield, 1997)

Derouard, (1997), estudió los efectos a corto plazo (experimentos en macetas) de tres especies seleccionadas de lombrices, en parámetros físicos de suelo y la producción de *Oryza sativa* (arroz), *Arachis hipogea* (cacahuates) y *Zea mays* (maíz), en Lamto (Costa de Marfil). La lombriz *Millsonia anomala* compactó significativamente el suelo y disminuyó la infiltración de agua en tanto *Chuniodrilus zielae* y *Hyperiodrilus africanus* tuvo el efecto opuesto, en tanto que la asociación de *C. zielae* y *Millsonia*, resultó en una compactación moderada. Las plantas tuvieron respuestas específicas a las actividades de las lombrices. *Arachnis* no respondió en tanto que el maíz tuvo una mayor producción arriba, en tanto que disminuyó la producción de raíces; el arroz produjo más raíces ante la presencia de gusanos. Las especies de lombrices de

tierra tuvieron diferentes efectos, la asociación de *M. anomala* y *C. zizelae* fue el tratamiento más eficiente.

Manna. 1997, realizó un experimento fuera de puertas, usando contenedores de polietileno para conocer el crecimiento y reproducción de la lombriz de tierra *Perionyx excavatus*, como respuesta de valuar distintos residuales orgánicos (paja de soya, de trigo, de garbanzo, rastrojo de maíz y basura de ciudad) como alimento. El rastrojo de maíz fue el más conveniente; el crecimiento de la población aumento en todos los sustrato en un rango de temperatura entre los 24 a 30 °C, acelerando la descomposición de los residuos con la adición de lombrices, el cual resulto con un relación baja de C/N.

Muys, 1997, realizó un estudio para comprobar la efectividad de especies de lombrices como bio indicadores de la calidad de un entorno boscoso, fue probada por un conjunto de 180 parcelas en bosque bajo templado (Flandes, Bélgica). En estas parcelas, las muestras de lombrices fueron tomadas junto con estudios de la vegetación y parámetros adicionales sobre la calidad del terreno. Se realizó un ecograma, donde la biomasa de lombrices por especie, por categoría ecológica y en su totalidad, estaba relacionada con los índices de crecimiento de bosque para fresno (*Fraxinus excelsior*) y hayas (*Fagus sylvatica*).

Zou, 1997, examinó la densidad y la estructura de comunidades de la lombriz de tierra a lo largo de una secuencia de sucesión en una comunidad vegetal de un pastizal tropical abandonado en Puerto Rico. La secuencia cronológica de estas comunidades de plantas era pastos, pasto-enredaderas-helechos, arbustos y pequeños árboles y bosques. La mayor densidad de la lombriz de tierra fue en el pastizal (831 lombrices), decreciendo al ir avanzando la sucesión secundaria y alcanzando los niveles más bajos (32 lombrices) en el bosque. El contenido de agua en el suelo y los valores de pH no variaron a lo largo de los cambios sucesionales. Concluye que el desarrollo de la sucesión de pastizales a bosques dominados por especies leñosas reduce la densidad de la lombriz de tierra y diversifica la estructura de comunidad en suelos tropicales.

Butt, 1998 implementó una investigación para conocer la reproducción de las lombrices *Lumbricus terrestris* L. Después del primer apareamiento, donde los Individuos maduros vírgenes se alojaron en pequeños grupos y permitieron el acceso el uno al otro bajo la continua observación de video. Tras la cópula las lombrices fueron aisladas y de ahí en adelante su masa y el número de capullos que produjeron fueron registrados mensualmente. Individuos apareados produjeron capullos hasta 12 meses después del apareamiento mientras que los no apareados no produjeron capullos. No hay relación discernible entre la producción de capullos y la duración de la cópula, la longevidad del individuo o la masa individual al aparearse. Ambos partes contribuyeron a la producción de capullos viables pero dentro de las parejas apareadas había una diferencia media de cuatro capullos. El tiempo medio de supervivencia después del

apareamiento fue de 9 y 11 meses para los apareados y los no apareados respectivamente.

Whalen 1998, nos dice que las poblaciones de lombrices fueron cuantificadas en un agroecosistema de maíz de trilla convencional el cual recibió durante 6 años adiciones de abono orgánico o fertilizante inorgánico. Las lombrices fueron muestreadas mensualmente durante el otoño de 1994, primavera y otoño de 1995 y 1996. La especie de lombriz dominante fue *Lumbricus terrestris* L, y *Aporrectodea tuberculata* (Eisen), con 50-60% y 8-13% respectivamente de la biomasa anual de lombrices. La biomasa de lombriz fue significativamente mayor en las parcelas donde se añadió el abono orgánico comparada con las parcelas que se aplicó fertilizante inorgánico. La fluctuación estacional del número de lombrices y biomasa fueron atribuidos a los cambios de temperatura y humedad del suelo así como al periodo de cultivo. Las condiciones de clima desfavorable se presentaron en el verano y otoño de 1995, causando una disminución significativa de la biomasa.

Araujo, 1999, comparó la población de lombrices en un suelo de savanna natural contra un suelo de savanna modificado como sistema agroforestal; este sistema fue complementado con materia orgánica como principal fertilizante durante 25 años. La población de lombrices fue de 1.6 a 4.8 veces más alta en el sistema agroforestal que en la sabana natural, los autores concluyen que la materia orgánica presente en el suelo y la humedad afectaron la distribución de lombrices, lo que puede ser considerado como una medida agroecológica para promover la sustentabilidad en los suelos arenosos de savanna, este estudio se desarrolló en la ecotonía de bosque savanna en el Estado de Amazonas, Venezuela.

Biradae, 1999, realizó un estudio con la lombriz de tierra *Perionyx excavatus*, para conocer como influía las variaciones estacionales en el crecimiento y la reproducción, las lombrices fueron cultivadas en estiércol de vaca por 16 semanas en tres estaciones, encontrando que la máxima masa ganada, la tasa de crecimiento, la producción de capullos y la temprana madurez, fue registrado durante la estación monzónica, siendo atribuida al bajo rango de fluctuaciones de temperatura y alta humedad, comparado con lo sucedido durante el invierno y verano, además que la tasa de crecimiento en todas las estaciones fue inversamente proporcional al número de capullos producidos.

Así mismo los siguientes experimentos realizados bajo condiciones de laboratorio, nos reflejan como los factores ambientales (temperatura, humedad y ph) y nutricionales ejercen influencia en la dinámica poblacional en las diversas especies de oligoquetos.

Abbott, 1981, en su experimento de laboratorio demostró que las lombrices con mucho alimento registraron una ganancia de peso más rápida que aquellas con poco o nada de comida suplementaria. Las lombrices perdieron peso con

dietas pobres en nitrógeno, pero esto no fue rectificado por suplementos como comida inorgánica con nitrógeno adicionado a los suelos en las dos semanas anteriores.

Pearce, 1984 dice que el pisoteo del ganado en zonas de pastoreo reduce considerablemente la densidad y biomasa de las lombrices. Pues las especies de la superficie fueron más severamente afectadas mientras que la profunda y escondida *Allolobophora longa* se mostró particularmente resistente. Todas las especies mostraron un desplazamiento inclinado en distribución vertical. Un experimento de laboratorio demostró la gran efectividad de *A. longa* en mejorar los efectos de la compactación de suelo. Los cambios en la población de lombrices debido al pisoteo animal es probable que faciliten la recuperación del drenaje del suelo una vez que cese el pisoteo animal.

Viljoen, 1989, realizó un experimento donde los especímenes juveniles de la lombriz de tierra, *Eudrilus eugeniae* fueron expuestos a diferentes niveles de humectación a 25°C. Los gusanos fueron criados en estiércol de vaca sin paja u orina con un tamaño de partícula > 500 y <1,000 μ m. Se encontró que un nivel de humedad del 80% es el más favorable. Los niveles de humedad entre 70% y 75% también sostuvieron las especies bastante bien pero los niveles mayores de 80% y menores a 70% fueron desfavorables.

Un estudio en laboratorio fue realizado con la lombriz roja africana *Eudrilus eugeniae*, donde se sometieron a distintas temperaturas en un período de 8 días; la disposición de la comida y otros factores ambientales fueron mantenidos constantes. Las lombrices no sobrevivieron a temperaturas menos a los 12 °C y todas sucumbieron a los 50 días a temperaturas de 30 °C o más. Fue notorio que las altas temperaturas favorecen el crecimiento, pero la fecundidad es alta a temperaturas en el rango de 22 a 25 °C. Por lo tanto estas lombrices pueden ser mayor candidatas para la vermicultura en regiones con clima tropicales y moderadas (Viljoen, 1992)

Muyima, 1994 Este estudio concierne al efecto de la humedad en el crecimiento, maduración y producción de capullos de *Dendrobaena veneta*. Las preferencias de humedad de estas lombrices fueron estudiados con la ayuda de torres cilíndricas de humectación llenas con estiércol vacuno, desmenuzado a partículas de tamaños entre 500 y 1000 μ m y humectadas. Se permitió que se desarrollara un gradiente de humectación en las torres y después de que las lombrices fueron introducidas fueron mantenidas a 15°C y a una humedad relativa de 47.7%. Los juveniles fueron expuestos a diferentes contenidos de humedad en los frascos de vidrio y llenados con estiércol vacuno y mantenidas a 15°C. La mayor frecuencia para esta especie fue entre 77.9 y 78.7%, mientras que su preferencia de humedad varió entre 67.4 a 84.3%. Para la producción de capullos la mayor frecuencia fue entre 73.1 y 79.9%. El contenido óptimo de humedad para el crecimiento y maduración de los juveniles fue 75%.

Muyima, 1994 Este estudio concierne al efecto de la humedad en el crecimiento, maduración y producción de capullos de *Dendrobaena veneta*. Las preferencias de humedad de estas lombrices fueron estudiados con la ayuda de torres cilíndricas de humectación llenas con estiércol vacuno, desmenuzado a partículas de tamaños entre 500 y 1000 μm y humectadas. Se permitió que se desarrollara un gradiente de humectación en las torres y después de que las lombrices fueron introducidas fueron mantenidas a 15°C y a una humedad relativa de 47.7%. Los juveniles fueron expuestos a diferentes contenidos de humedad en los frascos de vidrio y llenados con estiércol vacuno y mantenidas a 15°C. La mayor frecuencia para esta especie fue entre 77.9 y 78.7%, mientras que su preferencia de humedad varió entre 67.4 a 84.3%. Para la producción de capullos la mayor frecuencia fue entre 73.1 y 79.9%. El contenido óptimo de humedad para el crecimiento y maduración de los juveniles fue 75%.

La respuesta de las poblaciones de la lombriz se evidencia en la importancia de las disponibilidad de proteína, que determina la distribución y la abundancia, esto puede ser verificado en un experimento que se realizó durante 40 días en laboratorio, en el cual a las lombrices (*Allolobophora caliginosa*) se les proporcionó varias dietas con distinto porcentaje de nitrógeno que se vio reflejado en el peso, con hojas de *Phalaris tuberosa*, con 2.0 de N, su cambio de peso fue negativo con 26 % en peso bruto, así en estiércol en la superficie y estiércol incorporado con un porcentaje de nitrógeno de 3.3 aumento la lombriz en un 71 y 111 por ciento. (Meinicke, 1995)

Además de aumentar el peso con dietas ricas en nitrógeno, producen más capullos que las lombrices (*Lumbricus terrestris*) alimentadas con dietas pobres en nitrógeno, ya que en una prueba en laboratorio se obtuvo el promedio de capullos producidos por cinco lombrices en tres meses, cuando se alimentaron con rastrojo de avena, excrementos de bovinos y ovinos, la puesta de capullos fue de 12.0, 73.2 y 76.0 respectivamente. (Meinicke, 1995)

Butt, 1997. En su experimento determinó la producción de *Allolobophora chlorotica* bajo condiciones prolongadas y controladas. Estas incluyen manipulación de temperatura y de la densidad de las lombrices en etapas seleccionadas del ciclo vital. Las lombrices maduras se mantuvieron, durante un periodo de 12 meses a temperaturas constantes de 10, 15 y 29 grados C. La tasa media reproductiva fue de 27.3 gusanos capullo super(-1) año super(-1) a 20 grados C, comparada con 17.8 y 9.9 a 15 y 10 grados C respectivamente. La incubación de capullos tomó aproximadamente 90, 51 y 40 días a 10, 15 y 20 grados C respectivamente. El valor medio de los capullos y de las masas de larvas fue registrado respectivamente a 7 mg y 6mg. La incubación de los capullos varió de 54 a 65%. Todos los capullos viables produjeron una sola

camada. El sedimento de los capullos ocurrió solo a 10 cm de la superficie del suelo.

La distribución de la lombriz *Dendrobaena octaedra* Sav. fue estudiada en un gradiente de acidez al este de una planta procesadora de gas en las colinas del este de las Rocallosas canadienses. Muestras de suelo fueron tomadas tres veces en 1995 y 1996 a 50 metros (pH= 2.9) 150 metros (pH= 6.1) y 250 metros (pH= 5.7) al este del bloque se sulfuro y se les extrajo el calor para las lombrices. No se encontraron poblaciones de lombrices en los sitios de mayor acidez Los experimentos de laboratorio demostraron que los juveniles criados en suelo del sitio de mayor acidez experimentaron un crecimiento significativamente menor y una relativa supervivencia comparados con aquellos criados en el suelo sin impacto. (Carcamo, 1998)

Edwards, 1998, en el ciclo de vida de *Peryonix excavatus* y su potencial como procesadora de materia orgánica fue estudiada en un rango de 15 a 30 °C de temperatura y cinco fuentes de alimento orgánico (estiércol de borrego, de cerdo, de caballo, de pavo y lodos de aguas negras). Los rangos de crecimiento máximos se encontraron en temperaturas superiores a los 30 °C, pero disminuyó el tiempo a la madurez sexual; sin embargo los rangos más altos de reproducción ocurrió a los 25 °C tanto en estiércol de borrego y en lodos de aguas negras. El crecimiento de las lombrices fue similar en estiércol de borrego de cerdo y lodos de aguas negras, pero las lombrices no se desarrollaron bien en estiércol de caballo y crecieron pobremente en excretas de pavo.

En condiciones de laboratorio en un período de 240 días, se realizaron observaciones cuantitativas en el crecimiento y producción de capullos de la lombriz de tierra *Metaphire houletti*, alimentadas con estiércol de vaca, de caballo y poco de roble, resultando que la tasa de crecimiento fue mayor en el estiércol de caballo con 4.08 mg. Por lombriz (-1). Después de un período de incubación de 31.9 +/- 1.2 días, el 82 % de los capullos eclosionaron. La madurez sexual se alcanzó de los 45 a 47 días de eclosionadas; fue mayor la tasa de crecimiento de las lombrices solas o individuales que en grupo en todos los sustratos (Kaushal, 1999).

Maboeta, 1999, fueron estudiadas las lombrices (rojas africanas), exponiéndolas en un sustrato orgánico, como alimento contaminado con nitrato de plomo durante un período de 76 días, con el objeto que efectos se presentaban en el crecimiento y reproducción de la *Eudrilus eugeniae*, cuyos resultados revelaron que el crecimiento fue afectado de manera negativa, mientras de tasa de maduración y la producción de capullos no fueron afectadas. De acuerdo a otros estudios sobre *Eisenia foetida*, la viabilidad de los capullos se vio afectada negativamente por plomo, constituyendo esto un punto definitivamente de toxicidad sensitiva.

Los siguientes trabajos fueron excluidos del marco teórico, con el fin de resaltar los estudios que se han realizado en relación a la especie que nos interesa en esta investigación, que es la *Eisenia andrei*, así con la especie y *Eisenia fetida*, por ser pocos los trabajos que se han desarrollado y pertenecer al mismo género.

Contrario a lo que menciona Tomlin and Miller, que el ciclo de vida de *Eisenia foetida*, se completa en 51.5 días a 25 C , Gaddie and Douglas, 1975 dice que el ciclo es de 60 – 90 días

Reinecke, 1981, nos revela en su estudio sobre la influencia de la temperatura en la reproducción de la lombriz *Eisenia foetida*, que la producción de capullos aumentó linealmente con el aumento en la temperatura en el rango de 10 a 25°C. Fluctuando la temperatura durante el día no tiene una marcada influencia en la producción total de capullos a niveles de temperatura de 10, 15 y 25°C. Una diferencia significativamente alta en la producción de capullos ocurrió en una temperatura constante de 20°C y una temperatura media de 20°C (que fluctuó diurnamente entre 12 y 28°C). La producción máxima de capullos se obtuvo a 25°C con cada lombriz produciendo un capullo cada segundo día. La investigación también mostró que la temperatura influye en el número de larvas por capullo. A una temperatura de 25°C, salieron menos lombrices por capullo que a 20°C.

Neuhauser, 1984, nos dice que el crecimiento y reproducción de la lombriz fue comparado durante y después de que fuesen expuestas las lombrices a concentraciones subletales de cinco metales: cadmio, cobre, plomo, níquel y zinc. La mayoría de las concentraciones de metales condujeron al decremento de la tasa de crecimiento. *E. fetida* fue capaz de compensar el crecimiento que permite recuperar los valores control aproximados de masa después de que el metal fue removido de su fuente de comida. *E. fetida* parece ser capaz de compensar el crecimiento más que su reproducción. Este estudio demostró que el metal afecta a las lombrices reduciendo su crecimiento normal y proceso reproductivo cuando son removidas de ambientes altamente contaminados con metales e introducidas a ambientes que no contienen concentraciones excesivas de metales.

Fayole, 1985, nos menciona el método más eficaz de inoculación de *Eisenia fetida andrei* en el estiércol de puerco, consiste en suministrarles con todo y el medio de donde fueron originalmente extraídos y dejando que migren hacia los lodos. La producción de biomasa de la lombriz usando animales jóvenes con una tasa de crecimiento de 6.3 a 19.1 g de gusanos frescos/kg de lodo húmedo en 46 días. LA máxima fecundidad (0.4 capullos/gusano/semana) se obtiene a 25°C durante las primeras tres semanas. el tipo de lodo (materia degradada), la presencia de poli electrólitos y de cobre puede explicar esta baja fecundidad.

Hand, 1988, estudió la conveniencia de utilizar el estiércol vacuno como sustrato para la lombricultura por *Eisenia fetida*. Se le puso especial atención a los efectos de la lombriz en la descomposición y estabilización del estiércol, y a las interacciones entre *E. fetida* y la microflora del sustrato. Una comparación de dos métodos de lombricultura mostraron que el máximo de alimentación de estiércol fue más eficiente en promover el crecimiento y la producción de capullos de lombrices que mezclar el estiércol con materiales sólidos. Los desechos de papel fueron más efectivos como un material base que como suelo o turba.

Tomlin and Miller, 1989, en su investigación realizada en condiciones de laboratorio, observó que el ciclo de vida de *Eisenia foetida* depende fuertemente de la temperatura ya que este varía de 51.5 a 166 días a una temperatura de 25 °C y 13 °C. El incremento de temperatura reduce los porcentajes de la eclosión de capullos de 57.3% y 60.8% a 13 °C y 16 °C y a 41.2 % a 25 °C en el número de lombrices jóvenes producidas por capullo. La tasa de desarrollo está directamente relacionada con la temperatura. La lombriz se ve afectada en su desarrollo a temperaturas bajas como son las del invierno. Las bajas temperaturas afectan también en el comportamiento y en la producción de capullos.

Cruzeau, 1992, desarrolló un experimento para conocer tres ingeniosas formas de explotar los desechos triturados domésticos en baldíos que se asocian con tres tipos de colonias de lombrices. El primer tipo de colonizador es el adecuado a la selección de especies de ambientes inestables (*Dendrobaena rubida tenuis*, Eisen, 1874; *Eisenia fetida*, Savigny, 1826; *Eisenia andrei*, Bouche, 1972). Los mecanismos de análisis tienen que ver con los parámetros demográficos y parámetros comparativos (tiempo de generación, natalidad y fecundidad). Este análisis es en relación a la forma reproductiva (*Dendrobaena rubida tenuis* partenogenética; *E. fetida* y *E. andrei* anfigónicas). Parámetros de la historia de vida de las lombrices de D.r. *tenuis* apareadas y no apareadas son similares. *E. andrei* y *E. fetida* producen capullos sólo tras aparearse. *E. andrei* mostró la capacidad de preservar la viabilidad del esperma del macho por al menos 54 semanas después de la última inseminación y la fecundidad es más baja para las lombrices apareadas.

Reineche, 1992, realizó un estudio para conocer la sustentabilidad de *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* y *Eisenia fetida* (Oligochaeta) para la lombricultura en Sudáfrica en términos de sus requerimientos de temperatura. Ya que estas lombrices tienen potencial como descomponedores de desechos o como posible fuente de proteínas, un estudio fue tomado en exteriores como en interiores de la población de lombrices en contenedores artificiales para acceder a la influencia de tanto altas como bajas temperaturas en las diferentes especies. El resultado fue comparado con el que se obtuvo de una población control que se mantuvo a temperaturas presumiblemente favorables de 25° C. Los resultados mostraron que *Eisenia fetida* tiene un rango mayor de tolerancia

a la temperatura que *Eudrilus eugeniae* y *P. excavatus* que hace que esta especie pueda ser cultivada en áreas con temperaturas mayores (tan altas como 43° C) así como en áreas de suelos con temperaturas bajas (incluso bajo los 5° C). Las otras dos especies pueden tener una aplicación limitada en exteriores en sistemas de lombricultura. Las temperaturas de invierno en la subregión sureña de África y no las temperaturas del verano parecen ser el factor limitante en la aplicación de *Eudrilus eugeniae* y *P. excavatus* en lombricultura de exteriores.

Van Gestel, 1992, realizó estudios de reproducción de la lombriz *Eisenia andrei*, en un sustrato de suelo artificial, donde observó una variación considerable en la producción de capullos y en el crecimiento. La producción de capullos fue reducida con suelos de pH alto (mayores o iguales a 7.0), y fue óptimo a 20°C y con un contenido de humedad del 85% en el suelo artificial. Esta humedad excede la capacidad del campo. La influencia de estos factores ambientales puede, sin embargo, no explicar completamente la variación en la producción de capullos y el crecimiento.

La acumulación y eliminación de cadmio, cromo y zinc y sus efectos en el crecimiento y reproducción de la lombriz de tierra *Eisenia andrei* fue determinado en un suelo artificial. El cadmio a la más baja concentración en suelos experimentales (10 mg/kg) redujo significativamente la producción de capullos, mientras que las concentraciones de cadmio en las lombrices al final de la tercer semana de exposición fueron significativamente incrementadas dependiendo de la dosis en todas las concentraciones probadas. La reproducción fue completamente recobrada a la tercer semana del periodo de recuperación en un suelo no tratado, aunque las concentraciones de cadmio en las lombrices siguieron siendo significativamente elevadas. Aparentemente, los residuos persistentes de cadmio en las lombrices estaban fuertemente unidos y no están exentos de tener efectos tóxicos en la reproducción. El cromo fue significativamente acumulado y la reproducción de la lombriz significativamente reducida a concentraciones de 100 mg/kg y mayores. (Van Gestel, 1993)

Bysov, 1995, estudio el efecto de los fermentos en el crecimiento y la producción de capullos de la lombriz de composta, *Eisenia fetida* (Savigny). En el experimento de laboratorio pequeñas cantidades de levaduras, *Candida famata* (Meyer y Yarrow) y *Geotrichum candidum* (von Arx) (2 mg/g peso seco), fueron introducidas en las mezclas de composta consistente en una cama de desechos de hongos y estiércol vacuno. La tasa de crecimiento medio de las lombrices criadas en la mezcla de 20% de estiércol y 80% de los desechos de hongos, en 30 días después de que las levaduras fueron añadidas fue de 1.75 mg/día por gusano, masa seca. No se observó aumento en la biomasa de lombrices cuando no se añadió la levadura. En el experimento las lombrices produjeron capullos 2-8 veces y juveniles 2-3.5 veces más cuando la mezcla de composta fue rectificada con los fermentos.

Tomati, 1995, estudia como las lombrices, actúan en la fertilidad de los suelos y la productividad en las plantas, donde utiliza a dos especies de lombrices (*Eisenia fetida* y *Allolobophora caliginosa*). Indica que hay alcances diferentes, dependiendo de las especies de plantas, variedad y condiciones ambientales; los grupos de lombrices benefician el metabolismo de las plantas y la producción. Ambos grupos mostraron actividad creciente de fijación de nitrógeno, grandes cantidades de polisacáridos y macro y micro nutrientes disponibles y una intensa biosíntesis de reguladores del crecimiento.

Presley, 1996, nos menciona que las características del ciclo de vida y bienestar de la lombriz de tierra *Eisenia foetida* fueron medidos para todas las combinaciones de las tres humedades de suelo (2, 3 y 4 ml de H₂O/gr) y cuatro temperaturas (15, 20, 25 y 28°C). El crecimiento máximo en la ontogenia temprana, la fecundidad (capullos por semana por lombriz) y el bienestar (fecundidad por supervivencia) se presentaron en altas humedades y temperaturas moderadas. Después de la madurez reproductiva, el crecimiento máximo y la supervivencia se presentaron en humedades moderada/alta y bajas temperaturas. La humedad del suelo y la temperatura inter-actúan afectando todo el ciclo de vida y las características de bienestar tales que la alta humedad a menudo contrarresta los efectos adversos de las altas temperaturas en alguna medida.

El efecto de la tasa de concentración y contenido de humedad en el crecimiento y maduración de *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) en estiércol de cerdo fue estudiado en pruebas de laboratorio a 20 grados C. Se probaron seis contenidos de humedad (65, 70, 75, 80, 85 o 90%) y cinco tasas de concentración (1, 2, 4, 8 o 16 gusanos, uno para el mismo volumen de sustrato). El crecimiento y la maduración de las lombrices fueron monitoreadas por un espacio de 44 días. Se encontró que el 85% del contenido de humedad era el más favorable para el crecimiento de las lombrices. Se encontró que el 80 y 90% de contenido de humedad era adecuado. Se encontró que la densidad de inoculación más favorable era de 8 lombrices por 43.61 g (peso seco). (Dominguez, 1997)

Reinecke, 1997, Los efectos del plomo en el crecimiento, maduración y viabilidad de los capullos, así como la producción de capullos de las lombrices (gusanos de estiércol) de la especie *Eisenia fetida* fueron estudiados exponiendo experimentalmente los gusanos a una concentración subletal de plomo (2 000 µg/g super(-1)) por un periodo de 76 días. Se concluye que, aunque se conoce que el plomo es tóxico en más altas concentraciones, concentraciones subletales cercanas a los valores pronosticados EC sub(50) y NOEC, tienen un efecto estimulante en el crecimiento y la producción de capullos.

Los estudios hechos en México en relación al desarrollo, crecimiento o dinámica poblacional de los oligoquetos, son los siguientes:

Díaz, 1999, estudio como era el comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) en cuatro fuentes de materia orgánica (estiércol de bovino, residuos domésticos, cartón, bagazo de caña) el cartón y bagazo de caña se mezclaron con estiércol de bovino al 50 %, y el estiércol de bovino y residuos domésticos se mezclaron con tierra del monte, a cada cajón (50 X 30 X 25 cm.) se le incorporó 3 kg. de sustrato y 20 lombrices adultas, evaluando el N° de lombrices adultas, N° de lombrices nuevas, N° de huevecillos y peso del sustrato, encontrando que con residuos domésticos hubo mayor adultas con 32.3, para el número de juveniles y huevecillos el mejor alimento fue el estiércol de bovino con tierra de monte encontrándose 1,060.3 y 260.3 respectivamente, aunado a esto el peso del sustrato fue mayor en este tratamiento con 900 gr.

Durán, 1999, estudió el efecto de desechos orgánicos del Estado de Tabasco en el crecimiento poblacional de *Eisenia foetida* Sav. , que consistió en alimentar a las lombrices con cachaza, cáscara de cacao y desechos de plátano, los utilizó solos y combinados; dicho experimento se realizó en bandejas de plástico de 30 X 25 los cuales se llenaron con 10 cm. de sustrato a evaluar y 300 lombrices adultas, al cabo de un mes se tomaron el N° de huevos, N° de lombrices juveniles, peso por muestra de 10 lombrices y pH, resultando que las cajas que fueron alimentadas con 50% de cachaza + 50 % de cáscara de cacao presentó el mayor número de huevos y juveniles; la mezcla del 50% de desechos de plátano + 50 % de cachaza presentó la mayor biomasa. Concluyendo que el tipo de material utilizado como alimento influye en la capacidad reproductiva y biomasa de *Eisenia foetida* Sav.

García-Pérez, 1999, nos proporciona algunos resultados obtenidos con la lombriz de tierra en el Programa de Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma de Chiapas, donde trabajó en condiciones de campo inoculando 50 lombrices / m², las lombrices utilizadas fueron *Eisenia foetida* o locales en cultivos de espinaca; el porcentaje de sobrevivencia de *Eisenia fetida* fue del 40 % al 3% (incorporando estiércol y sin estiércol), y de la lombriz local del 98% al 65%.

Romero, 1999, realizó el estudio del crecimiento en biomasa de *Eisenia andrei* en combinación de pulpa y asiento de café (pulpa de café y bagazo de café al 100% y pulpa y bagazo al 50-50%), en una planta de lombrícola ubicada en San Rafael Caleria, Córdoba, Veracruz, durante los meses de marzo a junio de 1999, se mantuvo la humedad entre un 70 y 75%; el peso inicial de lombriz fue de 2 Kg. en cada cama (1 X 2 mts.), concluyendo que el bagazo de café o asiento si pudo compostarse por la lombriz, pero no se recomienda utilizarlo como sustrato único, ya que la lombriz lo consumió en forma lenta; la tasa de crecimiento poblacional fue mayor (8.8 kg) cuando se alimentaba con el 100% con pulpa de café, la más baja con 3.4 kg. cuando se le incorporaba bagazo al cien por ciento; mezclando el bagazo con el residuo se logró un incremento de

biomasa a 7.5 Kg. así como un aumento en la velocidad de composteo que fue de 105 a 108 días.

Salazar, 1999, su trabajo llamado Lombricompostaje comparativo de las especies *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* en pulpa de café, consistió en colocar 6 cajones de madera de 1 X 1 X 4 mts. Sin fondo y llenado cada uno con 400 litros de pulpa de café fermentada, inoculando 500 grs de lombrices en cada cajón; observándose que la presencia de lombrices favorece el proceso de transformación de la pulpa de café en abono orgánico, reduciendo sensiblemente el tiempo (68 días), el incrementó poblacional más intenso y constante durante todo el experimento fue de *Eisenia andrei* (6.2 veces su cantidad inicial), seguida de *Eisenia fetida* (3.9 veces su cantidad inicial), mientras *Perionyx excavatus* con un aumento de 1.4 veces; los parámetros fisicoquímicos registrados durante los muestreos, tales como la temperatura, pH, humedad, densidad aparente y cambios de volumen, presentaron una dinámica muy similar en todos los tratamientos.

Ubicación taxonómica de las lombrices de tierra

La utilización cada vez más amplia de las lombrices se debe al carácter de su actividad y a los elevados valores de biomasa en el tratamiento de los residuos orgánicos contaminantes que se ha incrementado a partir de la década del 80. Sin embargo, los estudios agronómicos, fisiológicos, genéticos y biogeográficos encuentran a cada paso serios problemas en el terreno de la sistemática, constituyendo esta base indispensable para cualquier trabajo ulterior.

Las lombrices de tierra tienen un desplazamiento restringido y aunque pueden presentar cierta migración facilitada por las corrientes hídricas y fundamentalmente por el transporte humano el confinamiento geográfico predomina.

La evolución localizada, favorece a menudo la formación de taxones locales no siempre discernibles, ni morfológicamente separados de las poblaciones vecinas. De esta manera, son frecuentes las confusiones entre especies distintas que resultan de una aparente uniformidad microscópica de errores en la interpretación de órganos de desarrollo variable, vestigiales o anómalas y de la exploración incompleta de la fauna de un área.

Por el sistema actual de clasificación las lombrices de tierra se encuentran ubicadas en el Phylum Annelida que es latín significa portar anillos (segmentos). Su nombre describe el patrón básico anatómico del grupo, ya que se distinguen por tener una segmentación externa que coincide con una partición interna.

El Phylum Annelida presenta tres clases: Polichaeta, Oligochaeta e Hirudinea. Las lombrices de tierra pertenecen al grupo de los Oligochaeta (Clitellata) por portar o llevar pocas cerdas, por su apariencia pudiera pensarse que existen unas cuantas lombrices, pero no es así, en la actualidad se reconocen 10 familias y alrededor de 3,100 especies en el mundo. (Margulis, 1985). De ellas en agroecosistemas tropicales existen según trabajos recientes, 51 especies exóticas y 151 nativas (Lavelle, Hrusard y Hendrix, 1999).

Especies de interés para la Lombricultura.-

Margulis, 1985 nos menciona que hasta el momento se han clasificado 3,100 especies de lombrices, siendo Edwards and Lofty 1977 quienes mencionan que solamente siete son las empleadas la biotecnología llamada lombricultura, las cuales son:

Eisenia foetida foetida (Savigny 1826) (Roja californiana)
Eisenia foetida andrei (Savigny 1826) (Roja californiana)
Eudrilus eugeniae (Kimberg 1867) (Roja africana)
Perionyx excavatus (Perrier 1872) (Roja africana)
Lumbricus rebellus (Hoffmeister) Roja o nocturna)
Amyntas gracilis (Kimberg 1867)
Allolobophora calliginosa (Gerard 1964) (Lombriz roja común de campo)

De todas ellas la más empleada son: *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida foetida*, *Eisenia foetida andrei*, *Perionyx excavatus*.

Características de *Eisenia andrei* (Bouche, 1972).-

Gates (1978), hace una revisión de las lombrices de la familia Lumbricidas en especial del género *Eisenia* (Malm, 1877) en Norteamérica, y plantea el uso de diferentes nombres para este género discutiendo la definición, distribución y sistemática del mismo, de dicho trabajo podemos resumir que los distintos autores han nombrado el género como sigue:

Helodridas foetidus (Heimburer, 1914), *Eisenia foetida* (Savigny, 1826), *Allolobophora foetida* (Eisen 1887) *Lumbricus foetidus* (Wilson 1887).

El género *Eisenia* pertenece a la familia Lumbricidae, es originario de Europa, región paleártica actualmente están distribuidos en 5 continentes y 45 países. Comprende además de foetida otras tres especies: Hortensis (Michaelsen, 1890) Nordenskiöldi (Eisen, 1879) y Zebra (Michaelsen, 1902).

Sew, pensó que existían a su vez dos especies de *Eisenia foetida*: *E. foetida* y *E. Foetida andrei* (Gates, 1978).

Eisenia andrei hace relativamente poco tiempo (Bouche, 1972) se separó como especie de *Eisenia foetida*. *Eisenia andrei* (Bouche, 1972), se diferencia de *E. Foetida* por no presentar evidentes las bandas amarillas en la parte posterior del cuerpo (Reinés et al 1999).

Morfología externa.-

Es de color rojo vino en la parte dorsal, más tenue ventralmente. La pigmentación cubre el centro del somite y los intersegmentos toman un color amarillo tenue. Esta disposición sobre todo en los últimos segmentos induce una fuerte apariencia rayada. El cuerpo es alargado y elíptico en el corte transversal. La longitud del cuerpo es de 35-100 mm., A lo largo del cuerpo se distinguen proyecciones microscópicas en cada uno de los metámeros. Cuando son adultas presentan una estructura llamada clitelo, la cual es una región protuberante, esta relacionada con el proceso de reproducción, tiene forma de anillo sin concluir en la región ventral, semejante a una silla de montar y se extiende entre los segmentos 26 al 32. Presentan poros microscópicos correspondientes a los poros del sistema excretor (nefridioporos), así como los poros en la región ventral del clitelo. Los tubérculos de la pubertad se encuentran entre los metámeros XXVII y XXXI. Los poros masculinos en par XV, asociado a papilas genitales. Las glándulas calcíferas del XI al XII. Cuatro pares de vesículas seminales del IX-XII. Las lombrices son hermafroditas, por lo tanto presenta aberturas de ambos sistemas Reinés, 1998.

Morfología interna.-

La lombriz internamente presenta septos o tabiques, que dividen el celoma o cavidad del cuerpo en los metámeros o segmentos.

El sistema digestivo está compuesto de boca, faringe musculosa, una molleja única, esófago, glándulas calcíferas e intestino que abre en la región posterior en el pigidium.

El género *Eisenia* se define por presentar glándulas calcíferas sin sacos, que abren directamente dentro del esófago en XI, válvula esofágica en XIV.

Las lombrices poseen un gran complejo de enzimas digestivas para degradar proteínas, lípidos (grasas), celulosa, quitina, etc. En el tracto digestivo de las lombrices hay microorganismos que participan en esta actividad.

En el sistema circulatorio se distinguen 5 pares de corazones como bolsas de color rojo intenso de forma arriñonada, un vaso medio dorsal y otros

longitudinales de menos calibre. Los corazones se localizan entre los segmentos VII y XI

Hay carencia de un sistema respiratorio ya que no presenta órganos especializados para la respiración. La sangre contiene pigmentos y ésta se realiza por difusión del oxígeno y anhídrido carbónico (CO₂) a través de la cutícula y los tejidos de la epidermis.

Para que ocurra la respiración los gases deben disolverse en una capa de agua alrededor de la superficie del animal que se mantiene húmeda por las secreciones del cuerpo.

El sistema excretor lo constituyen los nefridios (un par por segmento), que actúan como riñones, extrayendo los materiales de desechos del líquido celómico (cavidad del cuerpo) y los expulsan al exterior por los nefridioporos. (Gates, op cit.)

El sistema nervioso está constituido por un ganglio cerebral, el que inerva la región anterior. El ganglio cerebral se extiende hacia la región posterior como un nervio ventral que corre por debajo del canal alimentario. Además presentan órganos de los sentidos, químico-receptores y fotorreceptores.

Reproducción.-

El sistema reproductor femenino es pareado, cada unidad formada por un saco alargado, que suele apoyarse sobre la pared del intestino correspondiéndose con la espermateca, que acumula esperma durante la cópula. Se continúa hacia el ovario, el oviducto o vagina que abre en los poros genitales femeninos.

En el sistema reproductor masculino se distinguen un par de testes, conductores deferentes, las glándulas prostáticas que son un par ventral al intestino, abren en la cámara copulatoria, donde se encuentra un pene enrollado en forma de gancho que se comunica con el exterior por los poros genitales.

Aunque son hermafroditas se reproducen por cópula o fertilización cruzada. Durante la cópula dos individuos se ponen en contacto por la región ventral en posición invertida, de forma que los poros masculinos de una coincidan con los poros femeninos del otro individuo.

Eisenia foetida (Roja californiana) no posee órganos copulatorios y en el momento de la cópula la pareja se une fuertemente por las regiones cliterales como se ha descrito, pero entre ellas se forma un surco por donde transita la esperma de una abertura genital a las espermatecas del otro y viceversa.

Los capullos (pequeñas cápsulas que contienen los embriones) se producen de secreciones del clitelo, a partir del cual se forma una especie de tubo que se va desplazando hacia la región anterior de la lombriz recogiendo los óvulos y los espermatozoides. Finalmente al llegar al extremo anterior del cuerpo, la cápsula es lanzada hacia la superficie del sustrato. Los capullos recientemente puestos son blancos y de aspecto poroso, visualizándose los embriones recién formados en el interior. Presentan paredes resistentes. La forma del capullo es definida ovoide, puntiaguda en ambos extremos aunque a veces se observan ligeras variaciones debido a la configuración que toman al ser expulsados por los adultos, los de la roja californiana son de un color amarillento y superficie lisa. La puesta de capullos comienza alrededor de los 65 días después del nacimiento de las lombrices (al aparecer el clitelo como signo de madurez sexual de los progenitores) y se puede extender hasta 280 días. Durante dicho período el número de capullos depositados diariamente es de aproximadamente dos en el pico máximo de puesta, en dependencia de la especie y las condiciones ambientales.

RESULTADOS:

El presente trabajo se realizó en la Planta Piloto de Lombricultura, adscrita al Centro del Medio Físico del Departamento de Ciencias Ambientales perteneciente al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Con el objeto de simplificar los análisis de los resultados la forma que serán presentados, es la siguiente:

1.-DENSIDAD DE POBLACION:

Localización:

Esta se determinó según la ubicación de los canteros dentro de la Planta Piloto, en sol, sombra y media sombra.

En el cuadro 1 del anexo 1, pueden observarse los valores del número y peso de los organismos y el peso total, así como los promedios (cuadro 4, anexo 2) de las lombrices adultas, de las juveniles, de los capullos así como de los fragmentos, correspondientes a los canteros ubicados en la sombra. Así mismo más del 80% de lo colectado corresponde a las lombrices juveniles, teniendo un peso por arriba de los 13.5 Kgs.

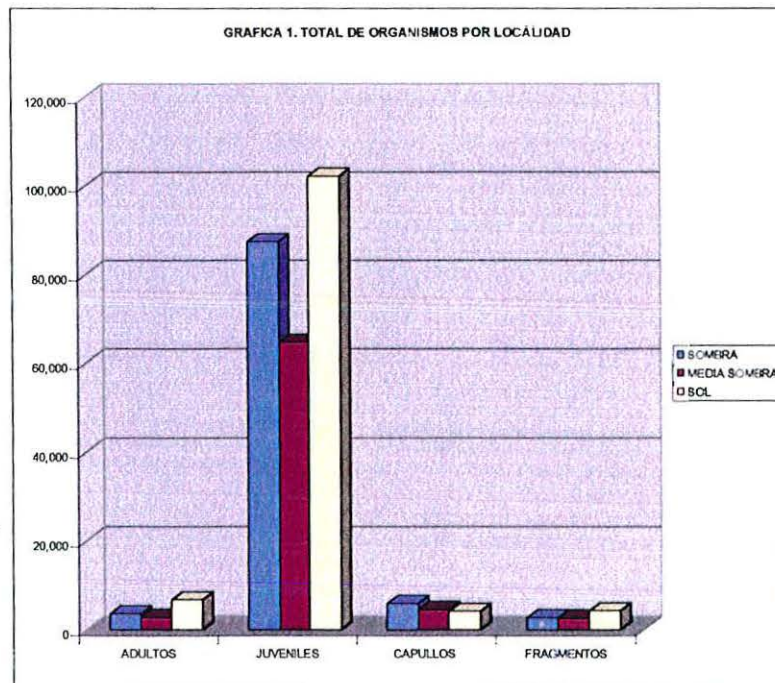
Así mismo en el cuadro 1 (anexo 1), se observa el número y el peso de las lombrices colectados de los canteros de media sombra, aquí se obtuvo mayor la cantidad de juveniles en relación a los adultos, es decir con un total de 64,698 y 2,758 organismos respectivamente.

Con respecto al desarrollo de las lombrices ubicadas en el sol, se encontraron 102,174 juveniles contra 6,680 adultas (cuadro 1, anexo 1), pero podemos observar que la producción de capullos es menor al número de adultos caso contrario en los promedios de los canteros de sombra y media sombra

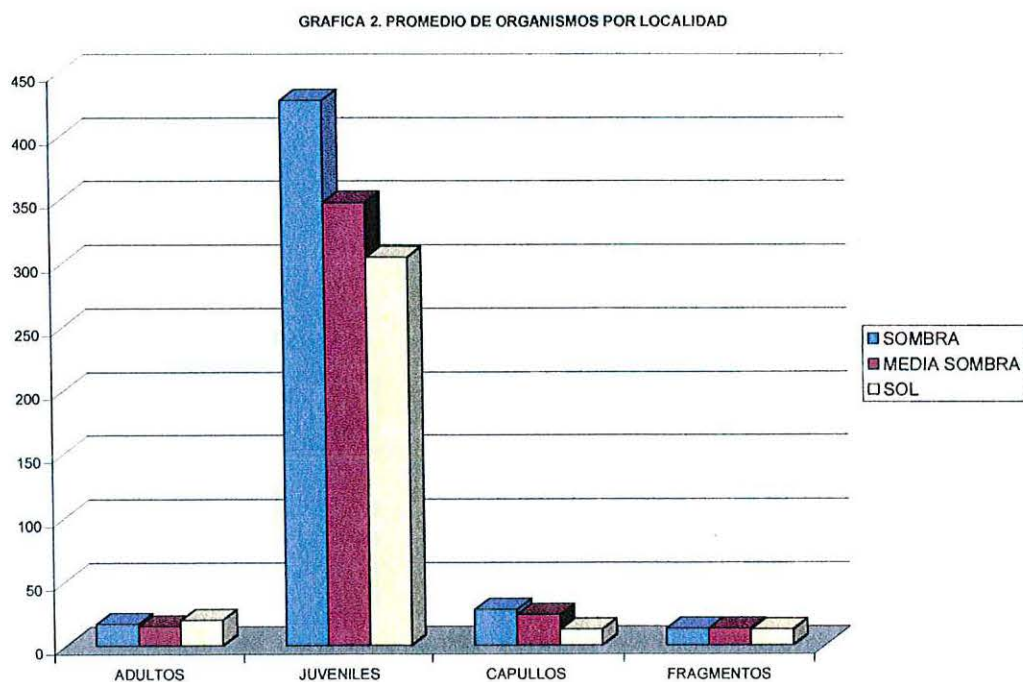
En resumen este cuadro 1, nos muestra la suma total de los organismos que se colectaron en las tres localidades, fueron 290,974 en un año, teniendo un peso total de 50,536.42 gr.



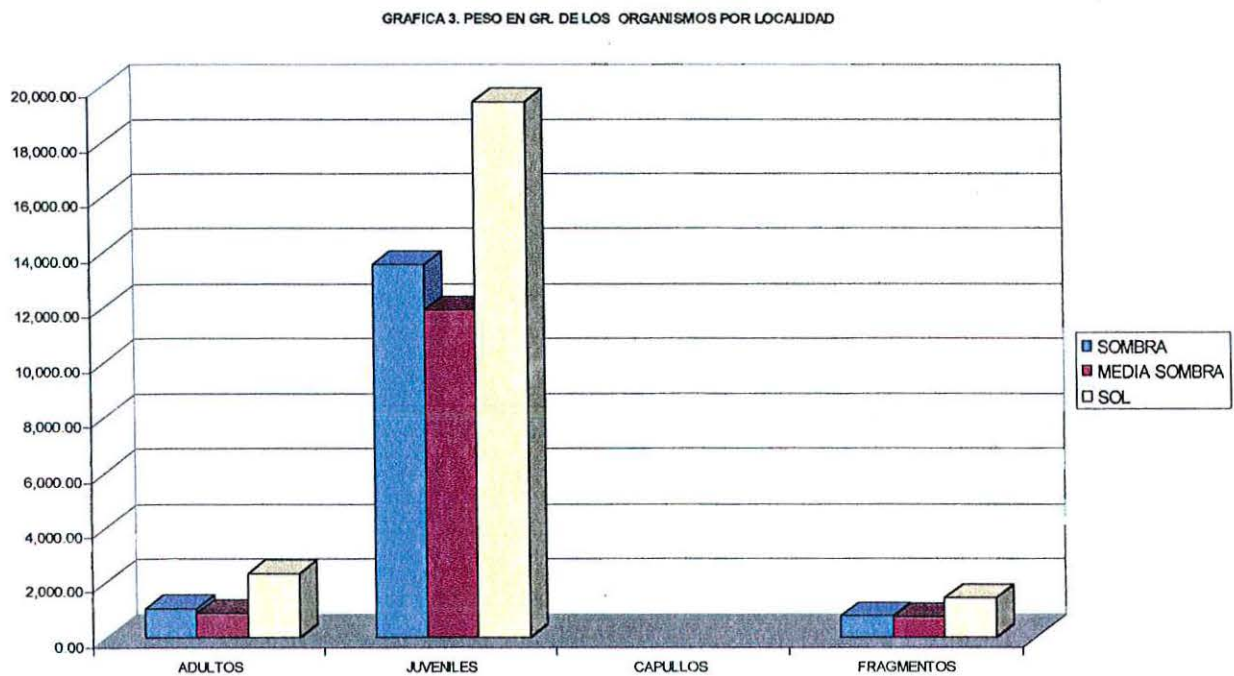
Para ilustrar mejor los resultados de las tablas anteriores analizaremos las siguientes gráficas. En la gráfica 1 con referente al total de organismos por localidad podemos visualizar que la barra mayor pertenece al número de organismos desarrollados al sol, continuando la de sombra y por último de media sombra. El comportamiento del número de adultos es similar en las tres localidades, sin embargo la producción de capullos en el sol es menor que las otras dos localidades. Con relación a la presencia de fragmentos es mayor en el sol, ya que la densidad de la población en este sitio fue la más elevada, ocasionando que con el muestreo se partieran más lombrices.



En la gráfica 2, se ven los promedios del total de organismos (tanto para, adultos, juveniles capullos y fragmentos) colectados en las tres localidades. En este análisis el porcentaje de los juveniles encontrados en la sombra es mayor que en el sol y en la media sombra, y por lo contrario de lo que se vio en la gráfica 1, el número de organismos adultos es mayor en sol, teniendo en esta localidad, una producción menor de capullos con respecto al desarrollo de adultos

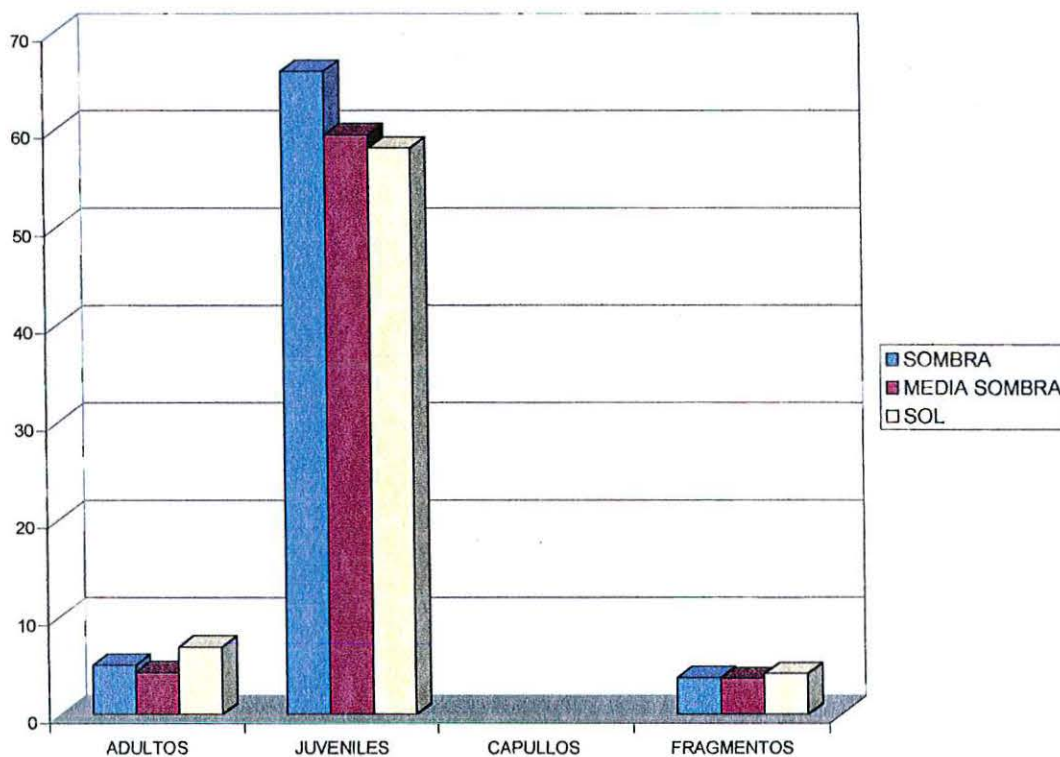


Referente a los pesos en gr. que tuvieron los distintos componentes de la población de jóvenes lo podemos observar en el gráfico 3, aquí el mayor valor de peso lo tienen las lombrices juveniles que crecieron en el sol, presentando una relación muy estrecha con el número de organismos.



En la gráfica 4, se relaciona el peso promedio en gramos de los organismos en general, teniendo una vinculación con la gráfica 2, referente al total de organismos. En cuanto al peso se observa que en la localidad de sombra se presentó un mayor promedio de lombrices juveniles, aunque no con mucha diferencia con las otras dos localidades, así mismo el peso promedio de los fragmentos encontrados en el sol sobresale de la sombra y media sombra.

GRAFICA 4. PROMEDIO DE PESOS EN GR. DE LOS ORGANISMOS POR LOCALIDAD

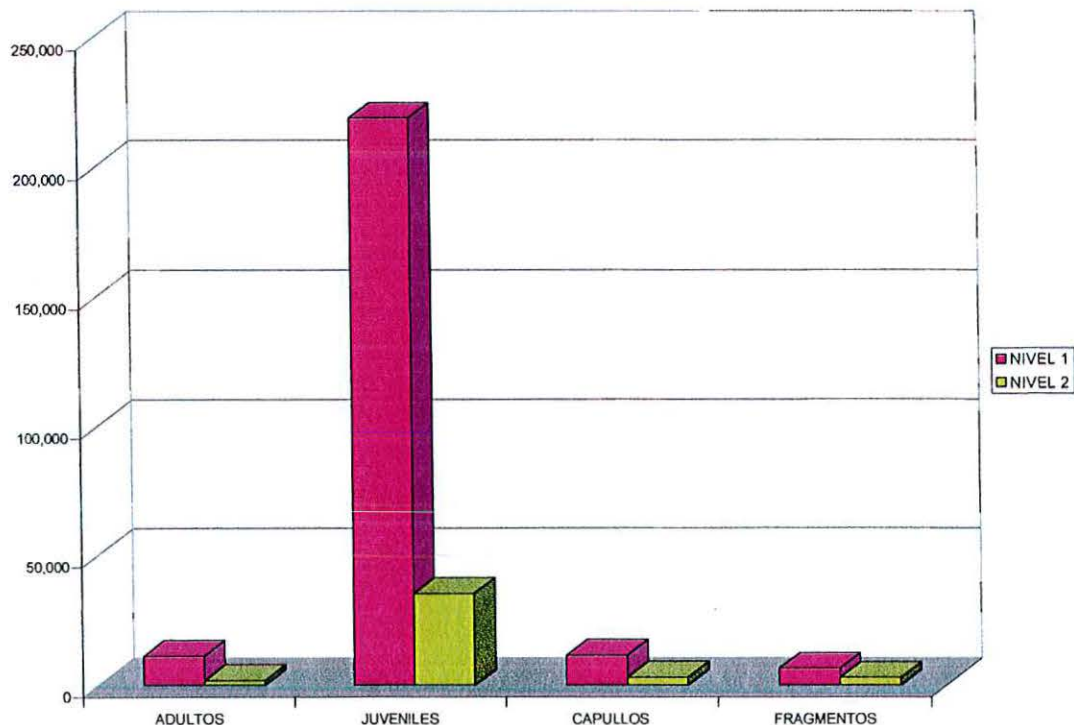


Niveles.-

Del total de muestreos en los dos niveles se colectaron 290,475 organismos entre adultos, juveniles, fragmentos y capullos. En el cuadro 2 (anexo 1) se puede ver la distribución de los organismos, donde en los primeros 10 cm. se encontraron el 85.3% del total de la población, en dicho cuadro también se encuentran los promedios en cuanto al peso y el número de individuos.

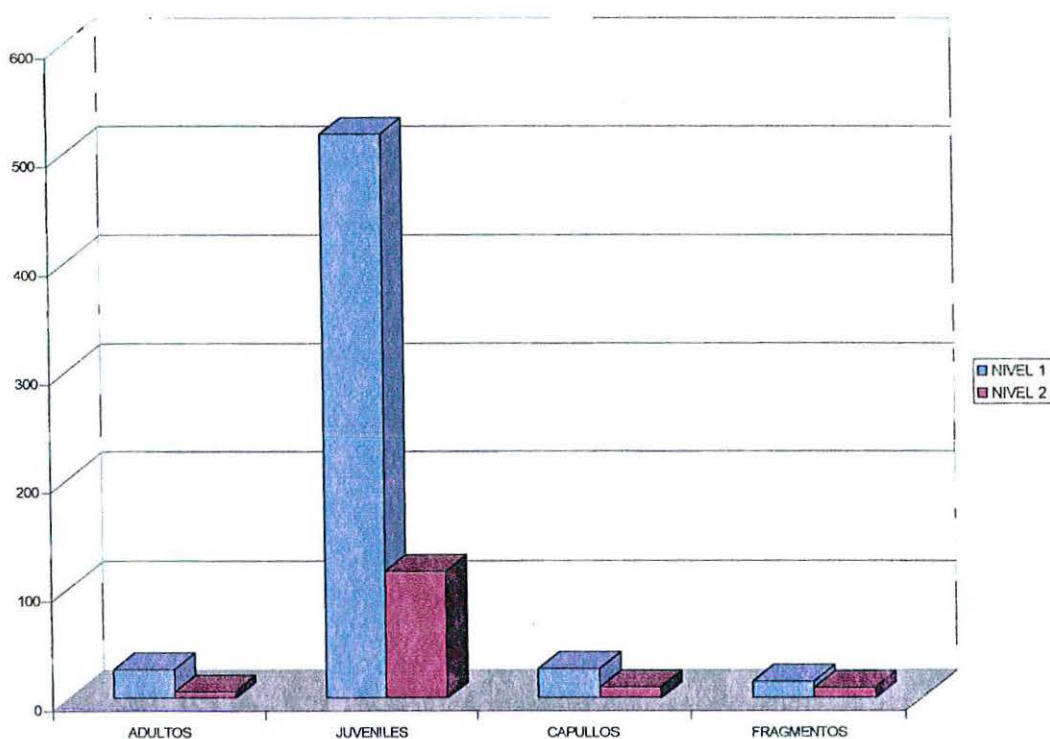
La gráfica 5, se refiere al total de organismos colectados por nivel, pudiéndose observar que los valores más grandes corresponden a los primeros 10 cm. del cantero, esto es, en el primer nivel. Por otro lado, los organismos juveniles fueron los de mayor densidad, así como también se puede ver una relación entre el número de adultos y la puesta de capullos. Finalmente la presencia de los fragmentos en el primer nivel es mayor con respecto al segundo nivel (es importante señalar que solamente se contabilizó la parte anterior de la lombriz, por no cometer el error de repetir el conteo la una lombriz, ya que esta puede fragmentarse más de una vez.

GRAFICA 5. TOTAL DE ORGANISMOS POR NIVEL



En la gráfica 6, podemos observar que el promedio de organismos por nivel es similar a lo presentado en la gráfica 1. Aquí se puede ver que el mayor promedio corresponde a las juveniles localizadas en los primeros 10 cm. de los canteros, además del equilibrio entre el número de adultos y la puesta de capullos.

GRAFICA 6. PROMEDIO DE ORGANISMOS POR NIVEL

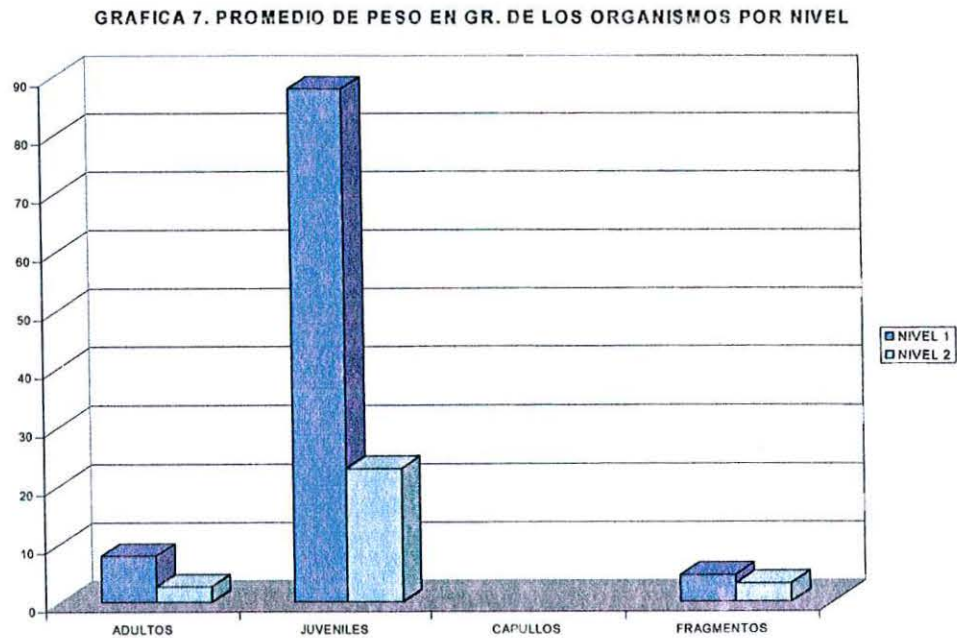


CUCBA



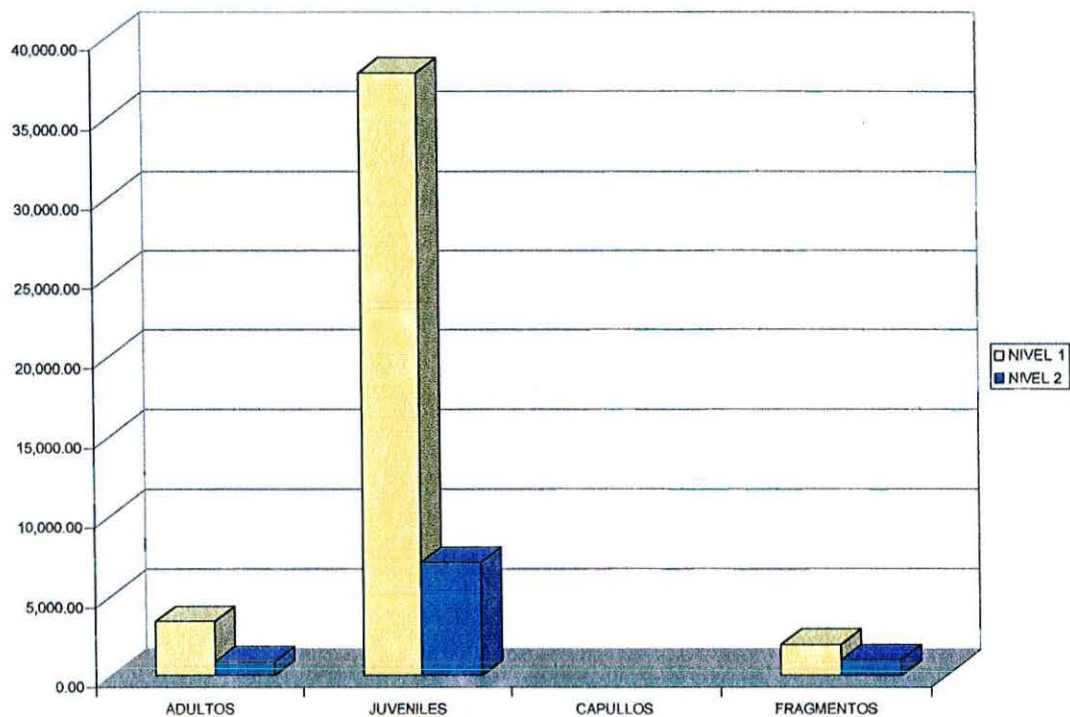
BIBLIOTECA CENTRAL

En lo referente al promedio de peso de los organismos presentes en los distintos niveles. podemos observar en la gráfica 7, que en el nivel uno, en todos los casos fue mayor que el nivel dos, además que el promedio de peso de las juveniles fue mucho mayor, que los adultos y fragmentos. Los capullos no se pesaron, por tal razón aparece en ceros en la gráfica.



En la gráfica 8, nos representa el peso en gr. Del total de organismos por nivel, en la que observamos que la barra de las lombrices juveniles, encontradas en el primer nivel es la mayor, continuándole los adultos, por lo que respecta al segundo nivel también los juveniles es que la tiene mayor peso. Esta dilución vertical de las densidades es la que debíamos de esperar para un adecuado manejo de las poblaciones y buena alimentación superficial de los canteros, puesto que las lombrices se van desplazando hacia arriba.

GRAFICA 8. PESO EN GR. DEL TOTAL DE ORGANISMOS POR NIVEL



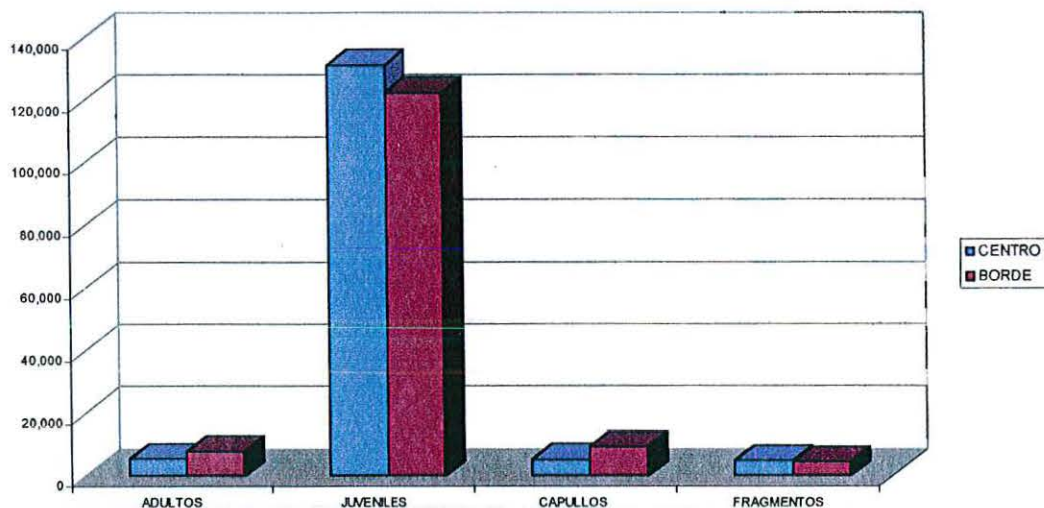
Lugar:

El número de muestras que se obtuvieron del borde y del centro de los canteros fueron 371 y 369 respectivamente.

En la cuadro 3 (anexo 1), se observan los resultados obtenidos de los muestreos, en la cual nos muestra. Se colectaron 290,476 especímenes entre adultos, juveniles, fragmentos y capullos, representando el 87.46% de la población las lombrices jóvenes, de los cuales el 4.46% son adultos cliteladas. Para un peso de 44,895.5 gr. de lombrices jóvenes y 4,226.02 gr. de adultos.

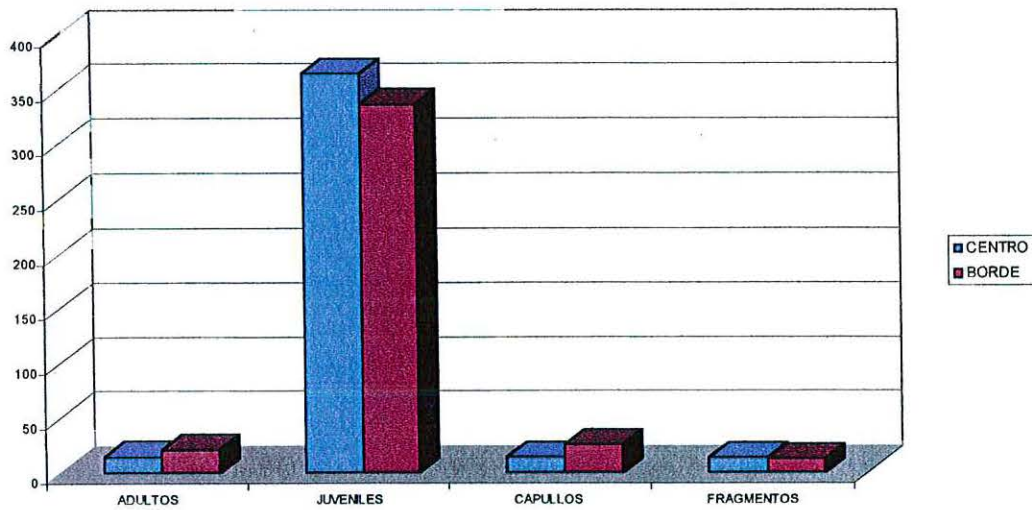
En la gráfica 9, nos representan el total de organismos colectados por lugar, pudiendo observar que la barra de juveniles es la que tiene mayor altura en el centro del cantero, contrario a lo observado con los adultos y capullos que tuvieron mayor cantidad en el borde, lo que nos indica que las lombrices se desplazan a los bordes a depositar sus capullos. Evitando así la competencia con las juveniles y encontrando más privacidad en el borde, así como también menos alimento. Sin embargo recordemos que este comportamiento no es perjudicial para la población ya que los adultos dedicado su tiempo a la reproducción requieren de menos recursos alimentarios pues han acumulado energía en el transcurso de su ciclo para la etapa de reproducción. Se ha visto que en la fase reproductora las lombrices pierden peso y se reducen de tamaño (Reinés 1995).

GRAFICA 9. TOTAL DE ORGANISMOS POR LUGAR



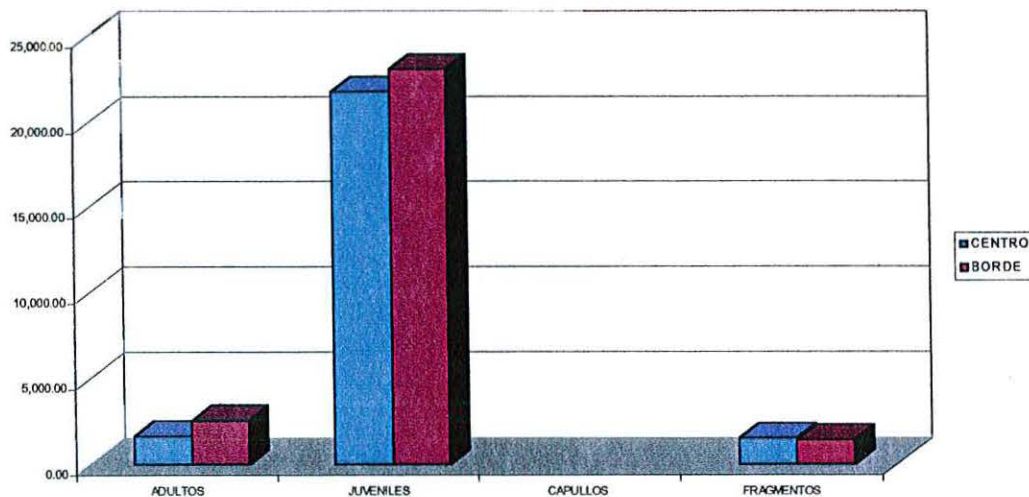
En la gráfica 10, nos representan el promedio de organismos que se encontraron por lugar, pudiendo observar en las barras de los juveniles, que tiene mayor altura en el centro que en el borde, contrario a lo observado con los adultos y capullos que tuvieron mayor cantidad en el borde, lo que nos indica que las lombrices se desplazan a los bordes a depositar sus capullos.

GRAFICA 10. PROMEDIO DE ORGANISMOS POR LUGAR

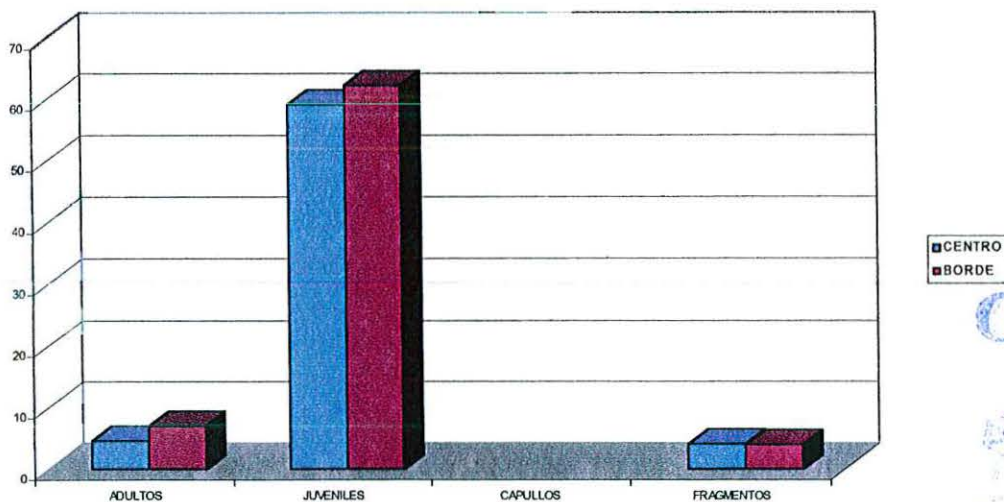


El peso total y el peso promedio de los componentes de la población de lombrices se encuentran representados en las gráficas 11 y 12, nótese en el borde se encontró mayor peso promedio de juveniles aunque un numero menor de ellas en relación al centro. Esto nos indica que las lombrices que tienen una menos talla se desarrollan en el centro y las que se encuentran en el borde son juveniles próximas a la madurez sexual o adultas precliteladas.

GRAFICA 11. PESO EN GR. DE ORGANISMOS POR LUGAR



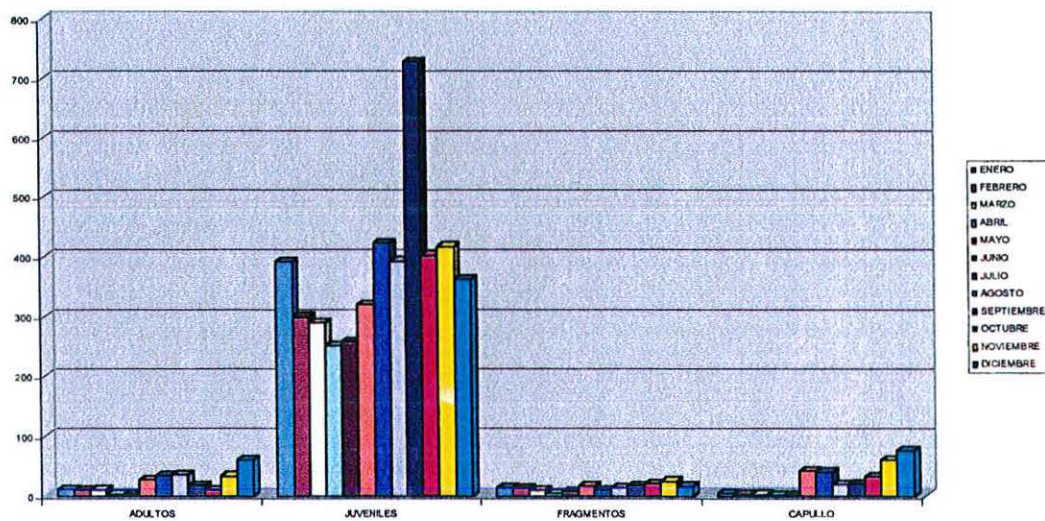
GRAFICA 12. PROMEDIO DE PESO EN GR. DE DE LOS ORGANISMOS POR LUGAR



Tiempo:

La gráfica 13, nos representa el promedio de organismos que se colectaron por mes en todo el año, observando que los adultos el mes de diciembre es donde hay más, en relación a los juveniles se desarrollaron mejor en el mes de septiembre, y la puesta de capullos vemos que a partir de junio es donde aumenta, la reproducción, al mismo tiempo indica la gráfica, que en los meses de calor, es donde decrecen todos los estadios.

GRAFICA 13. PROMEDIO DE NUMERO DE ORGANISMOS POR MES.

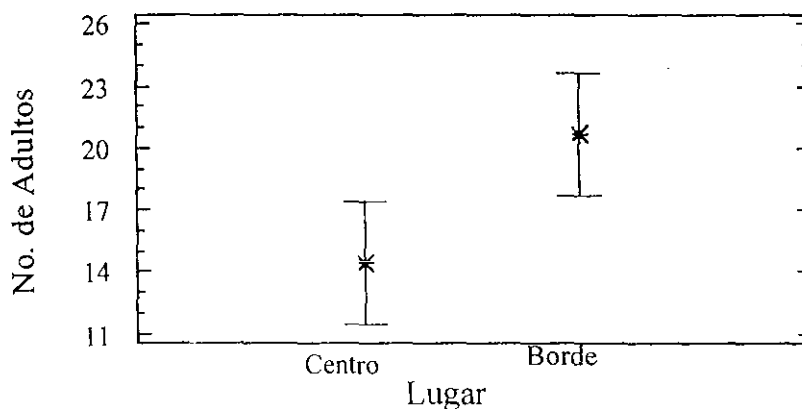


Para simplificar la exposición del análisis de los resultados obtenidos en los muestreos realizados para conocer la dinámica de población de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida andrei*, en la planta piloto del CUCBA, se expondrán en el siguiente orden : adultos, juveniles, capullos y fragmentos. Todas las pruebas estadísticas que a continuación se muestran se aplicaron con un 95% de confianza.

Adultos

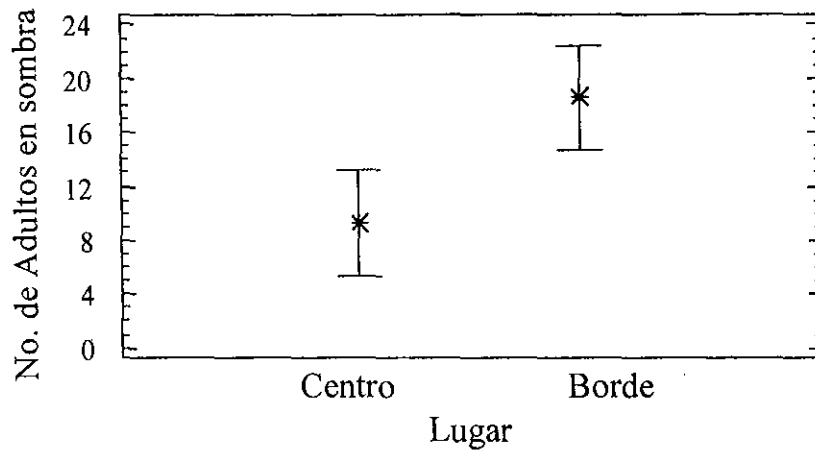
- 1) Se realizaron un total de 741 muestreos en tres localidades: Sombra (205 muestreos) Media Sombra (201) y Sol con (335). Los resultados de los Análisis de Varianza (ANOVAS) se pueden ver en el apéndice (o anexo). Con las cuales concluimos que el desarrollo y peso de las lombrices adultas no depende de la localidad.
- 2) Se observó que en los dos tipos de lugares: 1) la muestra proveniente del borde del cantero, 2) la muestra proveniente del centro del cantero. En este caso encontramos que el desarrollo de las lombrices adultas con respecto a los dos tipos de lugares es diferente. Siendo mayor el promedio en el borde, como se ilustra en la siguiente gráfica (14).

GRAFICA 14. PROMEDIO DE ADULTOS POR LUGAR



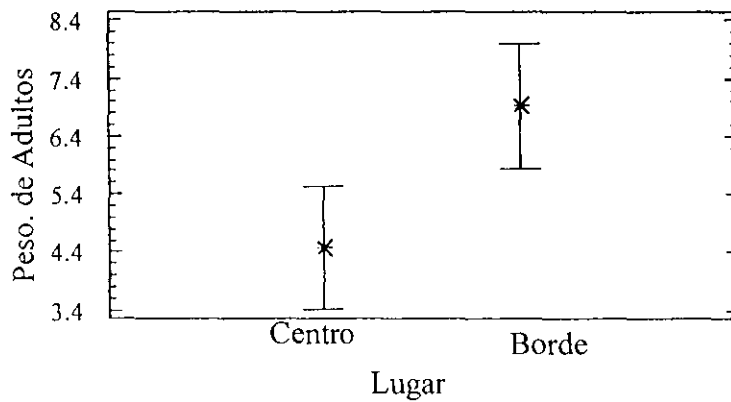
- 3) En cuanto al desarrollo de la lombriz adulta con respecto al lugar por localidad, encontramos que el promedio de adultas fue mayor en media sombra y el borde ver siguiente gráfica(15).

GRAFICA 15. PROMEDIO DE ADULTOS POR LUGAR DESARROLLADAS EN SOMBRA.



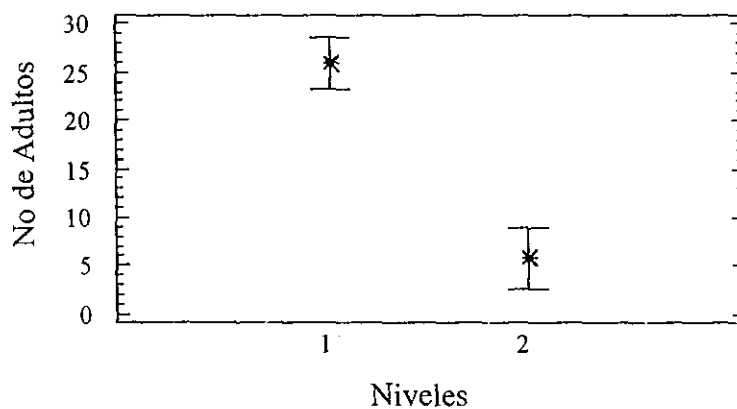
- 4) En relación al peso de adultos se encontró que el peso promedio más alto fue en el borde, como se ilustra en la siguiente gráfica. (16).

GRAFICA 16 . PROMEDIO DE PESO DE ADULTOS POR LUGAR



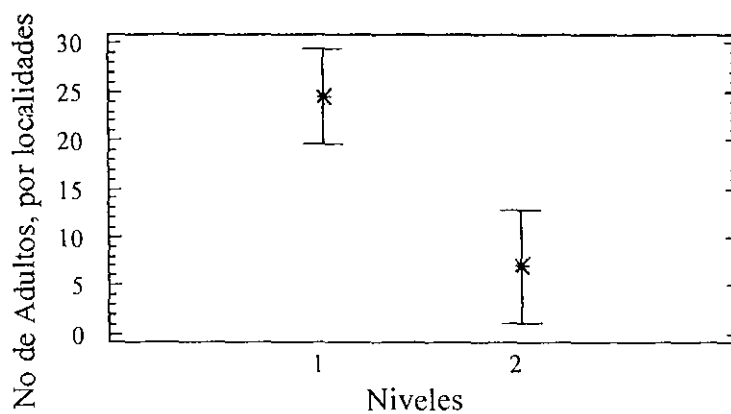
- 5) En todos los resultados se encontró que la localidad no influyo en el peso promedio de los adultos. Es decir, no se encontraron diferencias significativas del peso promedio en cuanto al lugar y localidad.
- 6) En total se realizaron 741 muestreos en los niveles, donde 431 son del primero y 310 del segundo.
- 7) Se encontró que en el nivel uno, hubo más cantidad de lombrices, pues, el promedio de crecimiento de lombrices adultas fue mayor, sin importar la localidad, como lo podemos ver en la siguiente gráfica (17).

GRAFICA 17. PROMEDIO DE ADULTOS POR NIVEL



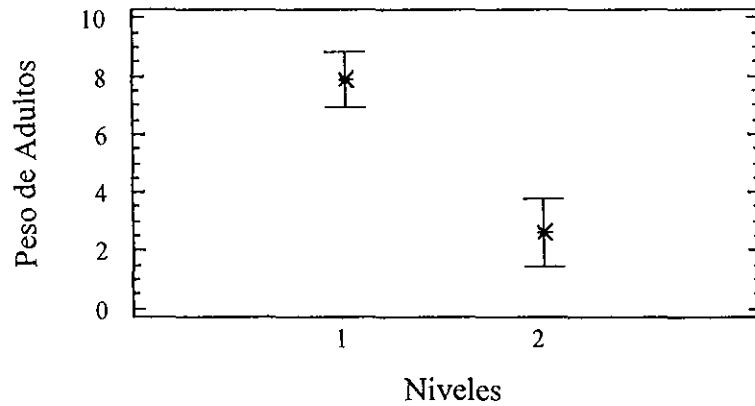
- 8) Los canteros ubicados en la sombra, media sombra y sol presentaron diferencias significativas en cuanto al nivel. En todos los casos, el nivel uno, presento mayor promedio en cuanto el número de lombrices adultas, ver la siguiente gráfica (18)

GRAFICA 18 .PROMEDIO DE ADULTOS (LOCALIDAD) EN LOS NIVELES



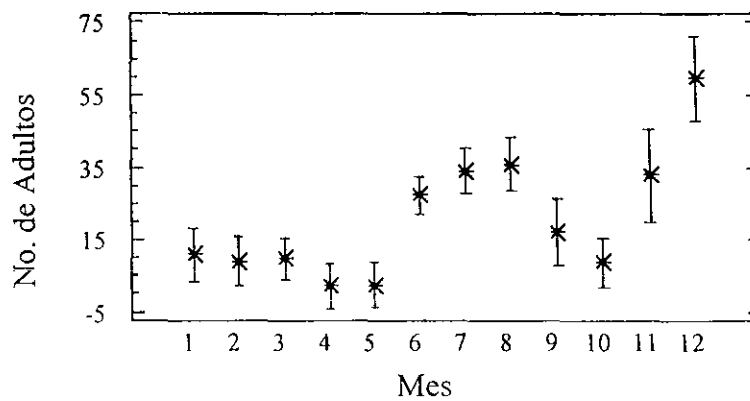
- 9) En relación al peso promedio de los organismos adultos por niveles, podemos mencionar que en el nivel uno es mayor, como se ilustra en la siguiente gráfica (19).

GRAFICA 19. PROMEDIO DEL PESO DE ADULTOS POR NIVEL



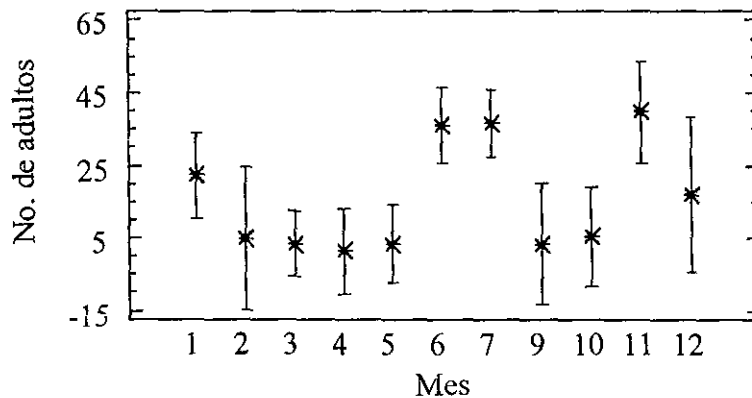
- 10) Por lo que respecta al número de lombrices adultas colectadas con relación al tiempo de muestreo, se observó que en el mes de Diciembre hubo mayor cantidad de adultas, mientras que en los meses de enero a mayo se encontró un descenso en la población, como se ilustra en la siguiente gráfica (20) .

GRAFICA 20. PROMEDIO DE ADULTOS POR MES



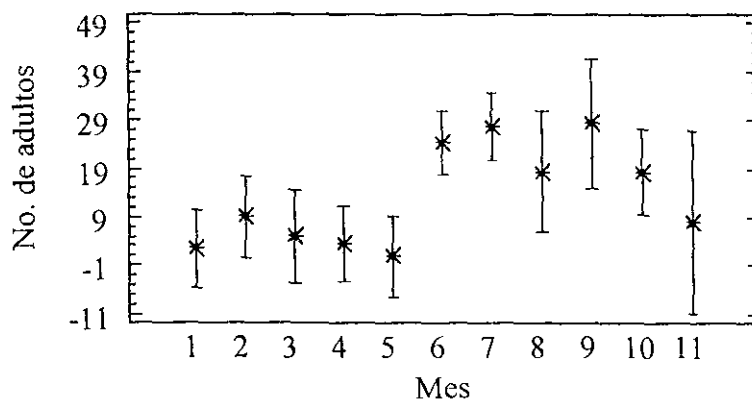
- 14) En relación al peso promedio de adultas con respecto al tiempo se pudo constatar que estuvo en relación al número de lombrices, teniendo el mismo comportamiento que en la gráfica anterior.
- 15) En producción del número de adultos en sombra por mes, se pudo observar que en el mes de noviembre, hubo mayor cantidad de lombrices, siguiendo junio y julio, así mismo el mes de menor producción fue abril, se puede observar en la gráfica 21. Este mismo comportamiento fue en relación al peso de los adultos.

GRAFICA 21. PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN SOMBRA



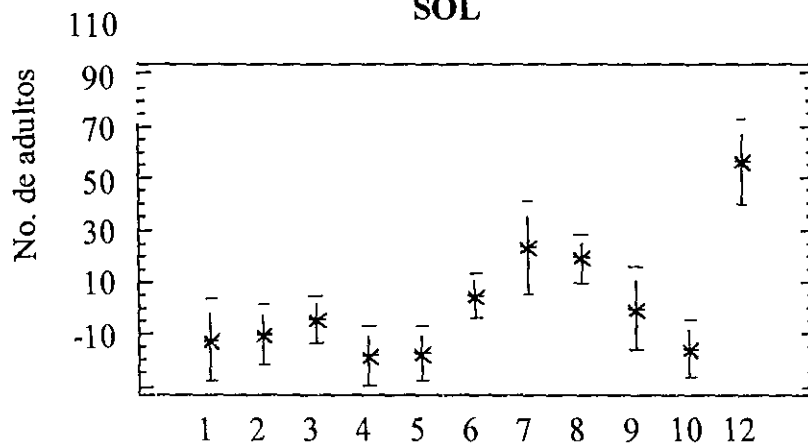
- 16) El número de adultos que se desarrollaron en media sombra, durante el lapso de un año, en la gráfica 22, nos refleja que en julio y septiembre fue donde se encontró mayor cantidad de adultos, siendo el mes de mayo el de menor densidad.

GRAFICA 22. PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN MEDIA SOMBRA



- 17) En el sol se desarrollaron mejor las lombrices adultas en el mes de diciembre, siendo mayo el mes con menor producción. El mismo comportamiento fue para el peso de adultos, ver gráfica 23 .

GRAFICA 23. PROMEDIO DE ADULTOS POR MES UBICADOS EN SOL

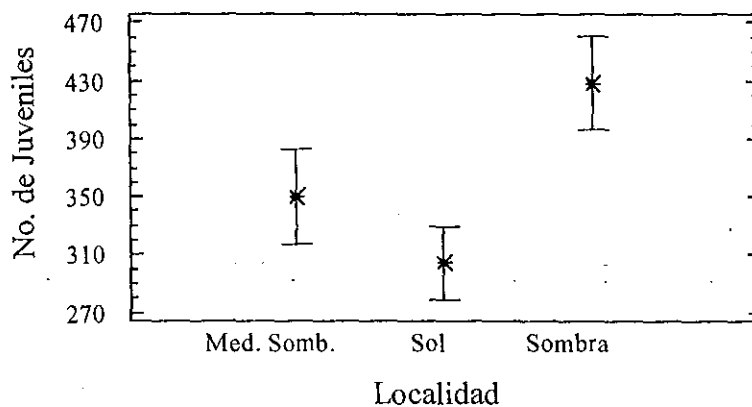


Juveniles

Al igual que en los adultos para los juveniles se aplicaron 741 muestreos en las tres localidades que son sombra (205 muestreos) media sombra y sol con 201 y 335 respectivamente. Se aplicó el análisis de varianza y del método de Duncan, arrojándose los siguientes resultados:

- 1) Con relación a la cantidad de lombrices y la localidad, se encontró que las jóvenes se desarrollan mas en la sombra (ver grafica.24).
- 2) En cuanto el peso promedio y la localidad no hubo diferencias estadísticas significativas. Es decir se encontró el mismo peso promedio tanto en sombra, media sombra y sol.

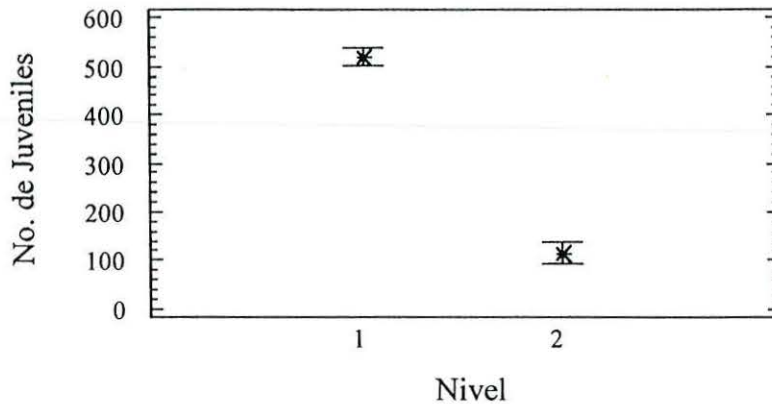
GRAFICA 24. PROMEDIO DE JUVENILES POR LOCALIDAD



- 3) En lo concerniente a la cantidad de jóvenes y el tipo de lugar no se encontraron diferencias significativas en sus promedios. Lo mismo sucedió al relacionar el lugar con la localidad.
- 4) En lo referente al peso promedio de juveniles y el tipo de lugar, tampoco se encontraron diferencias significativas en sus promedios.

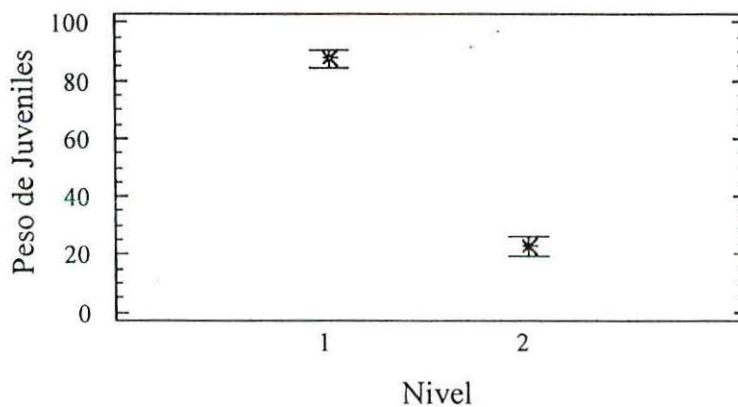
- 5) La cantidad promedio de lombrices jóvenes fue mucho mayor en el nivel uno, como se ilustra en la gráfica (25).

GRAFICA 25 PROMEDIO DE JUVENILES POR NIVEL



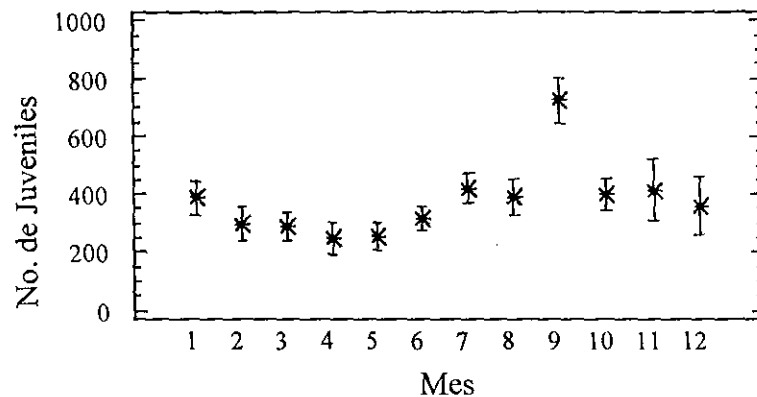
- 6) En cuanto al número de juveniles por nivel según la localización de los canteros se observó claramente diferencias significativas en los dos niveles. Siendo el nivel uno el más alto.
- 7) En relación al peso entre los niveles, podemos mencionar que en el nivel uno se presentó mayor peso promedio de los organismos como se ve en la siguiente gráfica (26).

GRAFICA 26. PROMEDIO DE PESO DE JUVENILES POR NIVEL



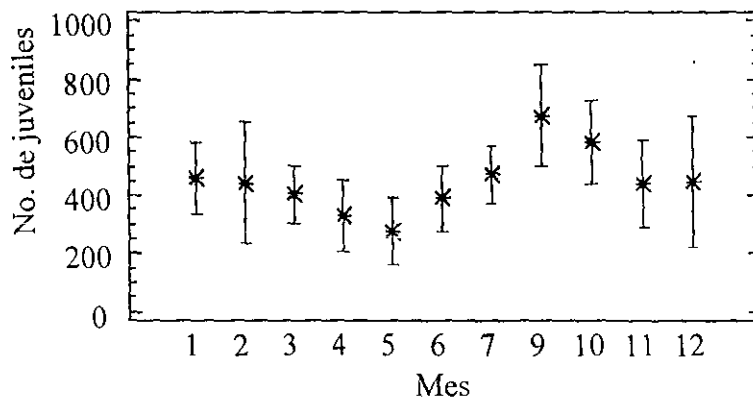
- 8) En relación al lugar con las tres localidades, en todas se observó mayor peso promedio en el nivel uno.
- 9) En cuanto al número de organismos juveniles en relación a los meses del año, se observó que en el mes de septiembre hubo mayor productividad, mientras que en los demás meses se presentó un promedio constante, ver la siguiente gráfica(27).

GRAFICA 27. PROMEDIO DE JUVENILES POR MES



- 10) Los jóvenes se desarrollaron mejor en el mes de septiembre, mientras los meses de abril y mayo tuvieron menor crecimiento, esto se presenta en condición de sombra, ver grafica 28.

GRAFICA 28. PROMEDIO DE JUVENILES POR MES UBICADOS EN SOMBRA

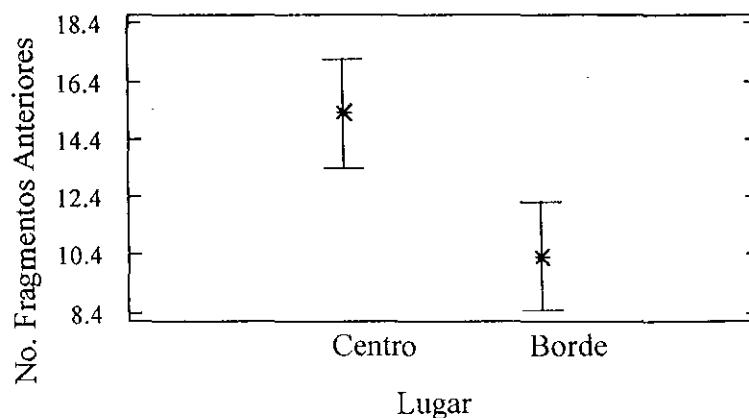


- 11) No se encontró diferencias en los pesos promedios de las lombrices jóvenes con relación a los meses del año. Lo mismo sucedió en las tres localidades (sol, sombra y media sombra)..

Fragmentos.-

- 1) Es importante hacer la observación que los fragmentos anteriores son los únicos que se contabilizaron por la razón que son los que van a generar un nuevo organismo, aunque no se determinó si correspondían a una lombriz adulta o a una juvenil, ya que el número del metámero en que se fragmentaba era distinto.
- 2) Se observó que el número de fragmentos esta muy relacionado con la densidad de población de los canteros, ya que estos son producto del mecanismo físico al introducir el cuadrado para obtener la muestra.
- 3) Se pesaron todos los fragmentos con el fin de conocer la biomasa existente en los canteros, este punto será desarrollado en el apartado de la producción de biomasa en la Planta Piloto.
- 4) Se observó que no hay diferencias significativas en cuanto al número y peso de fragmentos en relación a la localización de los canteros.
- 5) No existieron diferencias entre el número y peso de las lombrices fragmentadas a la hora de obtener la muestra del centro y borde del cantero.
- 6) Al introducir la variable localidad, hubo mayor cantidad de fragmentos en el centro de los canteros ubicados en la sombra (gráfica 29),

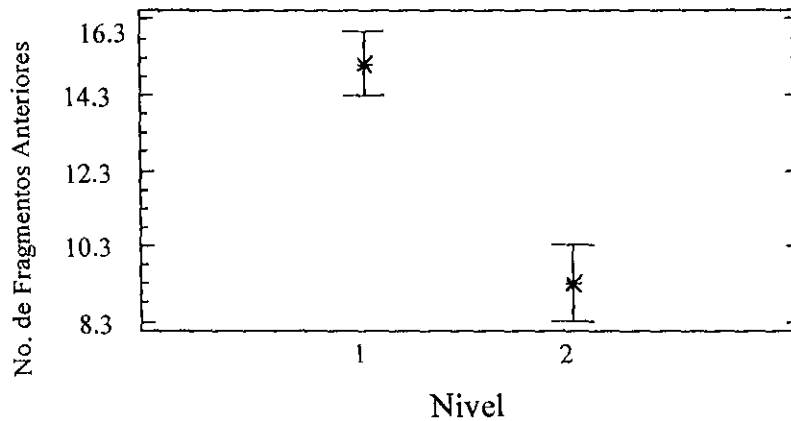
GRAFICA 29. PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR LUGAR



- 7) No hubo diferencias significativas en cuanto el número y peso de fragmentos que se encontraron en el borde y el centro de los canteros. Ubicados en las tres localidades

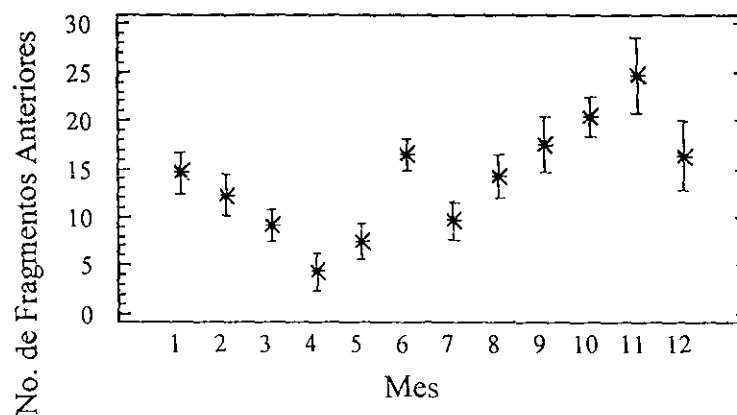
- 8) La gráfica 30, nos indica que hubo mayor número de fragmentos en el nivel uno, lo mismo ocurrió con el peso.

GRAFICA 30. PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR NIVEL



- 9) En cuanto al peso de fragmentos en los niveles de los canteros, ubicados al sol son los únicos que se encontraron diferencias significativas.
- 10) El número y peso de fragmentos en relación a los meses del año se puede observar en la gráfica 31, donde en el mes de noviembre hubo el más alto promedio, así como en abril el más bajo.

GRAFICA 31. PROMEDIO DE FRAGMENTOS ANTERIORES POR MES

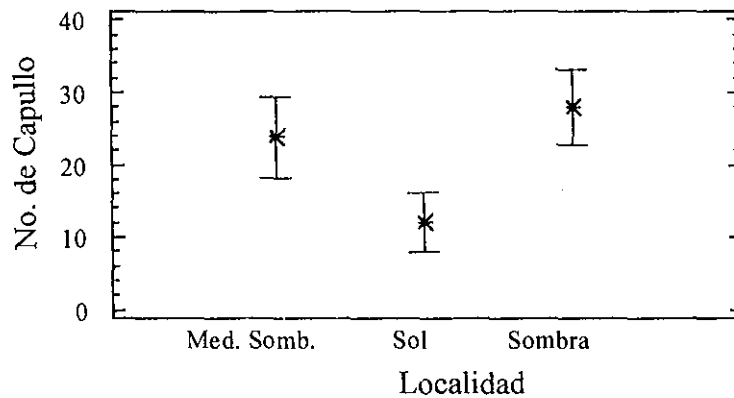


Capullos.-

Los capullos únicamente se contaron, ya que el objetivo de esto era el conocer la época de mayor reproducción.

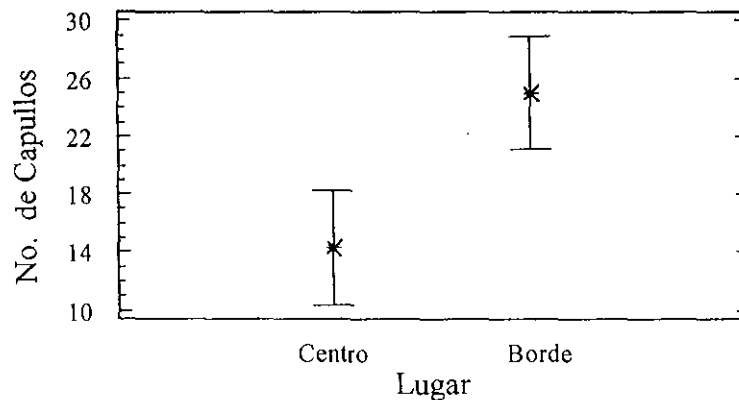
1) En relación al número de capullos que se encontraron por localidad se observa en la gráfica 32, que los canteros ubicados en el sol, son los que tuvieron una menor producción de capullos, al inverso sucedió en la sombra y media sombra donde se encontró mayor cantidad.

GRAFICA 32. PROMEDIO DE CAPULLOS POR LOCALIDAD



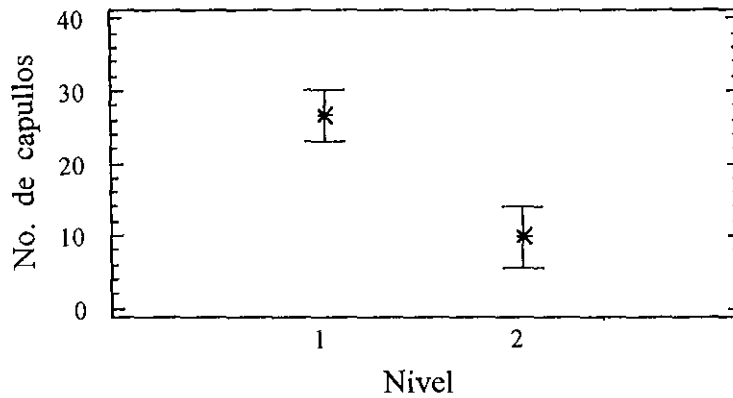
2) En relación al número de capullos por lugar, se observó que hay mayor producción de capullos en el borde, como se muestra en la gráfica 33.

GRAFICA 33. PROMEDIO DE CAPULLOS POR LUGAR



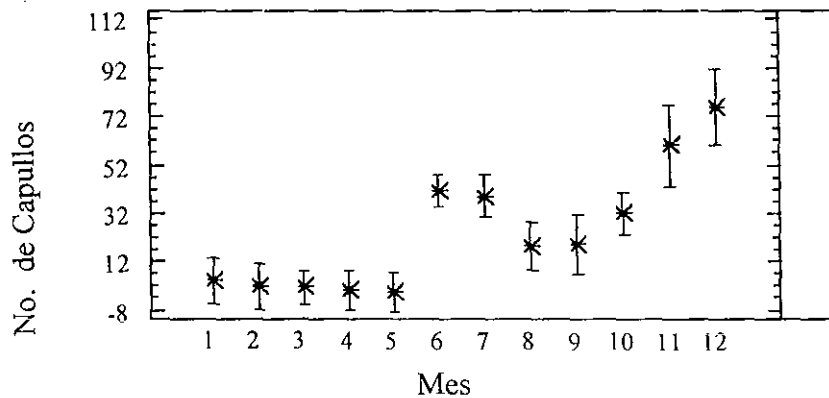
3) El número de capullos por nivel lo podemos ver en la gráfica 34, donde hay una clara diferencia en cuanto la producción de los capullos, siendo mayor la puesta en el nivel uno.

GRAFICA 34. PROMEDIO DE CAPULLOS POR NIVEL



4) Un dato muy importante es el conocer los meses de mayor puesta de capullos, pues esto conlleva a conocer la mejor época de reproducción de la lombriz, observando que en noviembre y diciembre hubo mayor reproducción, siendo el período de enero a mayo las condiciones menos propicias para esta fase, gráfica 35.

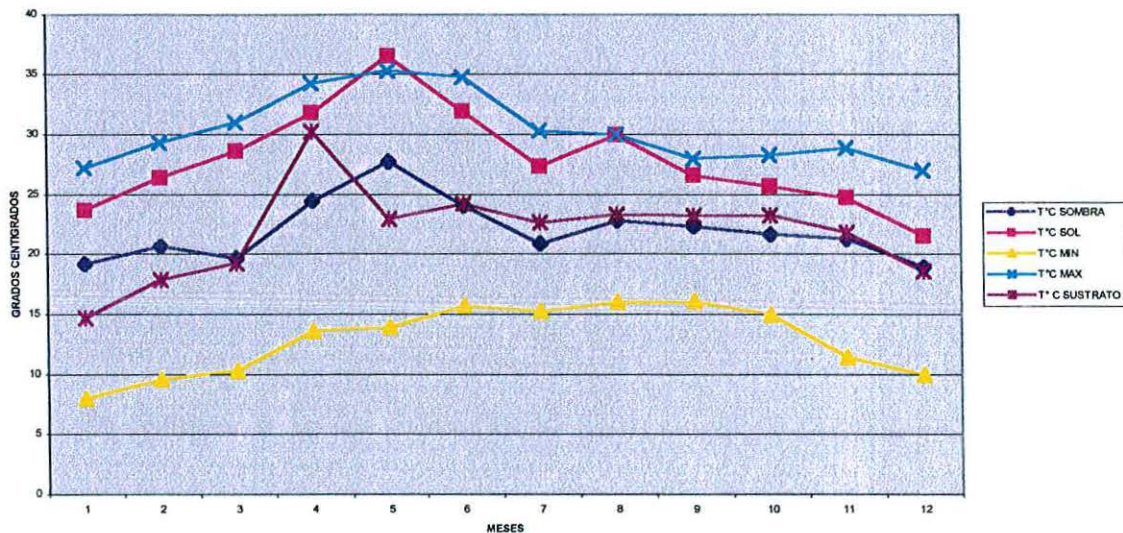
GRAFICA 35. PROMEDIO DE CAPULLOS POR MES



2.- FACTORES CLIMÁTICOS (TEMPERATURA Y HUMEDAD):

El análisis de varianza para el factor humedad arrojó diferencias significativas para los valores encontrados en los 18 canteros estudiados. La prueba de separación de medias (Duncan, al 95% de probabilidad), no establece una diferencia que se esperaría encontrar, entre los canteros localizados bajo la sombra, media sombra y sol, debido a que el riego fue constante y aleatorio en los distintos canteros, sin mediar una dosis uniforme por riego aplicado.(grafica 36).

GRAFICA 36. TEMPERATURAS PROMEDIOS POR MES



CUCBA

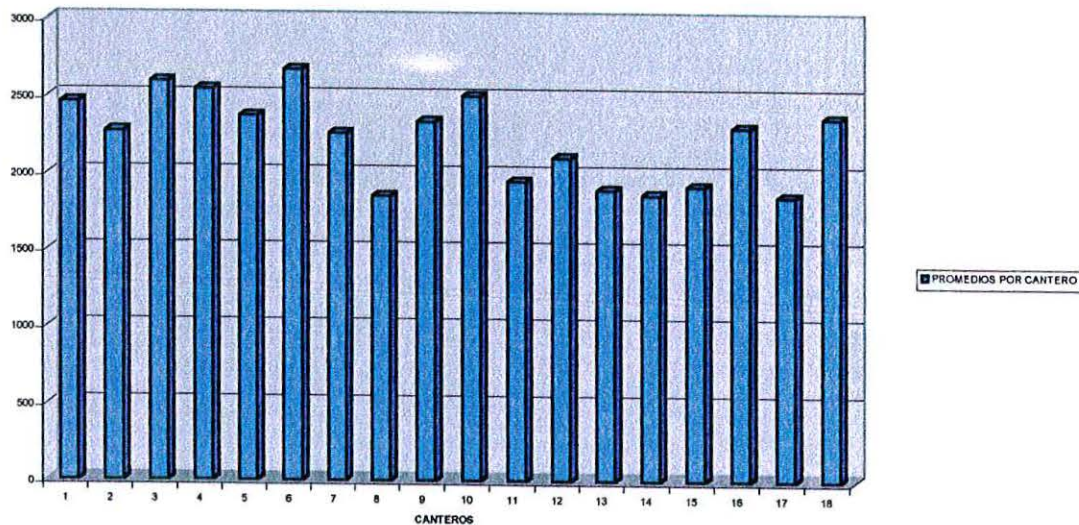


BIBLIOTECA CENTRAL

3.- PRODUCCIÓN DE CASTING O ABONO ORGANICO:

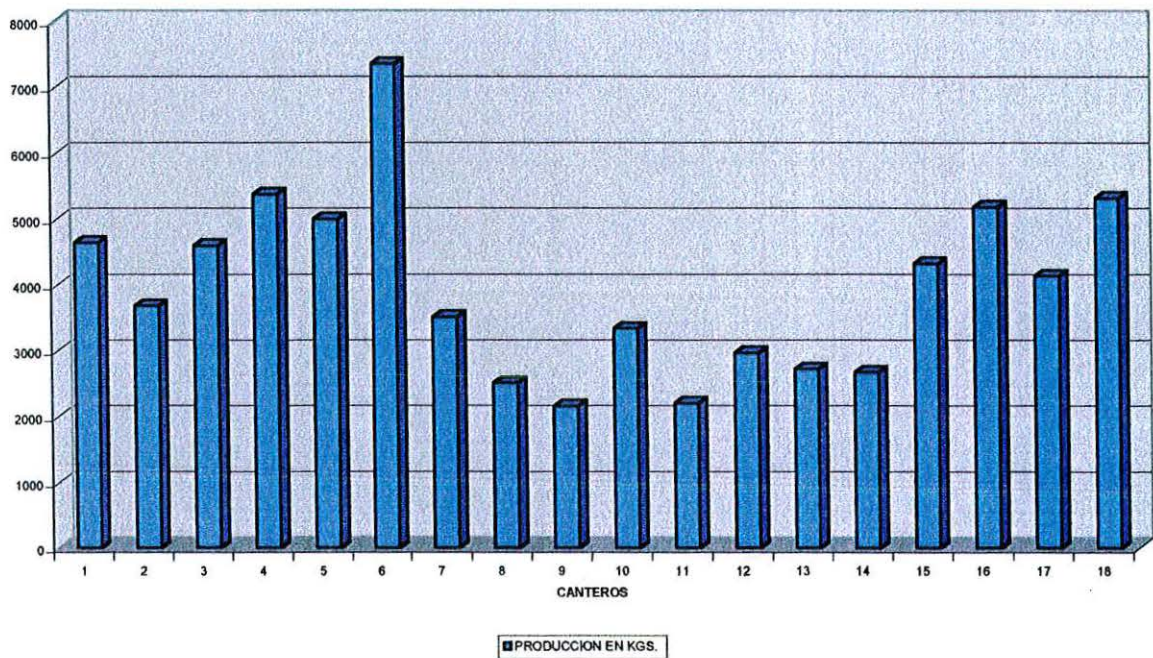
1. La producción de humus (promedio) de la planta piloto se puede observar en la grafica 37, donde el cantero 6 es el que tuvo mayor producción con 2,672.9 kg. al año, siguiéndole los canteros 3, 4 y 10, los sitios de menor producción fue el 8 (anexo 3)

GRAFICA 37. PRODUCCION DE HUMUS EN KG. (PROMEDIOS) POR CANTEROS.



2.- La producción total del humus o casting por año fue de 71,616.14 Kg. donde el cantero con mayor producción fue el 6, con 7,352.77 Kg. , siendo el de menor producción con 2,150.22 Kg. el cantero 9. El volumen de producción va relacionada con la dimensión del cantero, por lo tanto entre más grande más producción. ver gráfica 38.

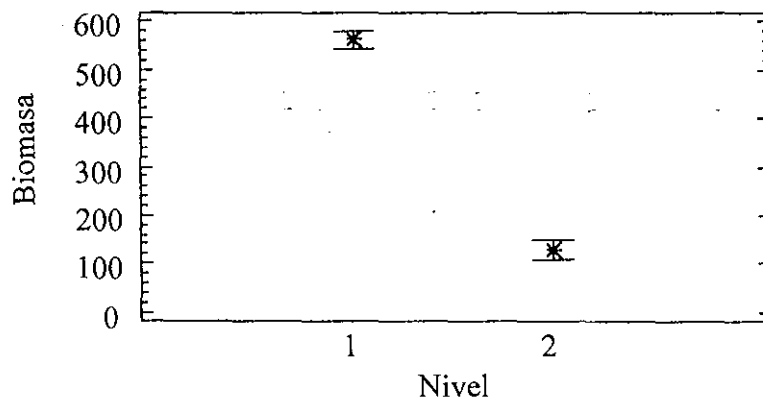
GRAFICA 38. PRODUCCION EN KG. DE HUMUS POR CANTERO



4.- PRODUCCIÓN DE BIOMASA

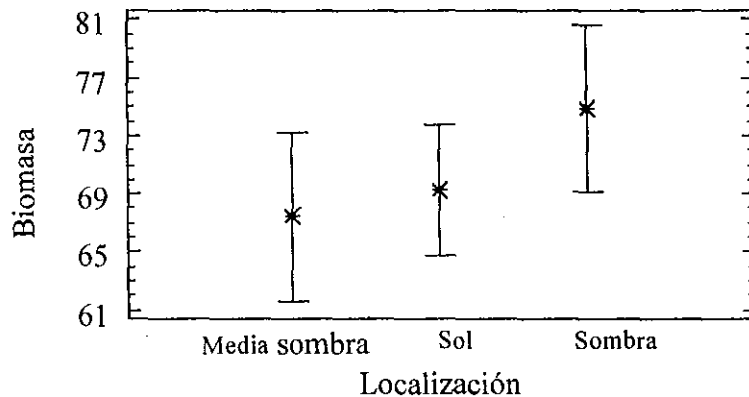
Los análisis de varianza para los factores de biomasa y número de lombrices por nivel, manifiestan una diferencia altamente significativa entre los niveles estudiados. La prueba de separación de medias (Duncan, al 95% de probabilidad), para ambos factores, denotan la existencia de una cantidad superior de biomasa en el primer nivel (0-10 cm.) de profundidad, en comparación con la biomasa encontrada en el segundo nivel (11-20 cm.), lo que era de esperarse, dado que la especie de lombriz estudiada (*Eisenia andrei*), presenta hábitos epigeos. Grafica 39.

GRAFICA 39. PROMEDIO DE BIOMASA POR NIVEL



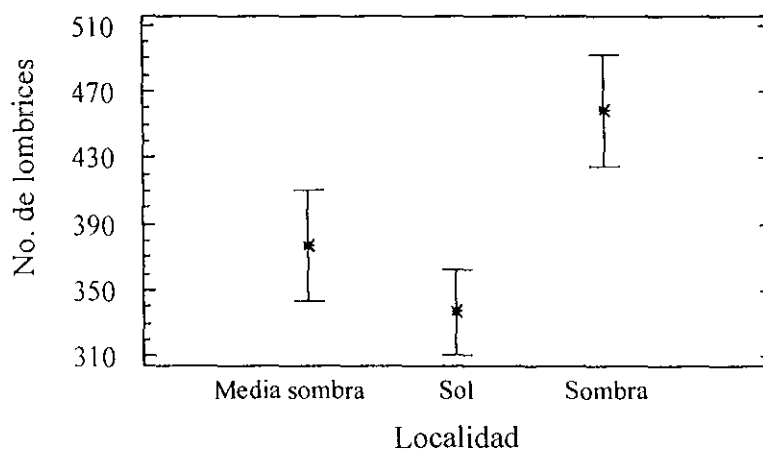
El análisis de varianza para el factor biomasa por localización de los canteros dentro de la planta (media sombra, sol y sombra), no presentó diferencias significativas para el efecto de sombreo sobre el factor estudiado, debido a que la temperatura no vario significativamente en las tres condiciones, además de que la humedad no llego al punto crítico. Grafica 40.

GRAFICA 40. PROMEDIO DE BIOMASA POR LA LOCALIZACIÓN DE LOS CANTEROS



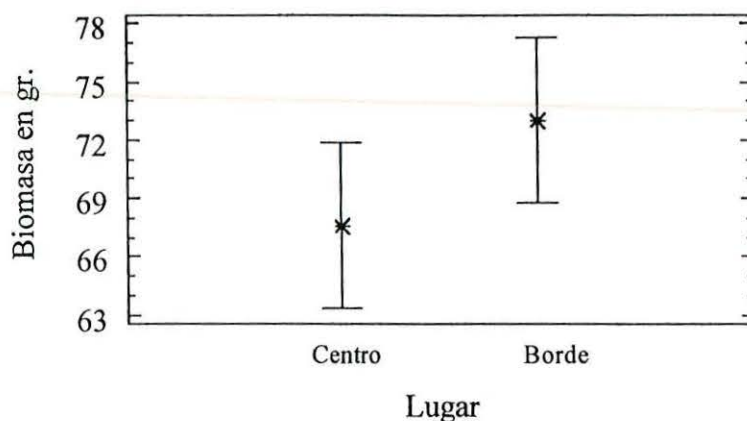
El análisis de varianza para el factor número de lombrices por localización de los canteros dentro de la planta (media sombra, sol y sombra), presentó diferencias significativas para el efecto de sombreo sobre el factor estudiado. La prueba de separación de medias otorga igualdad estadística a la cantidad de biomasa encontrada en sol y media sombra. Esto es explicable en función de la temperatura más baja que se conserva bajo la condición de sombra total dado que la especie estudiada, como se ha mencionado esta adaptada a climas templados, y la condición sol y media sombra no conservan la temperatura más adecuada para el desarrollo de las lombrices. Grafica 41.

GRAFICA 41. PROMEDIO DE NUMERO DE LOMBRICES POR LA LOCALIZACIÓN DE LOS CANTEROS



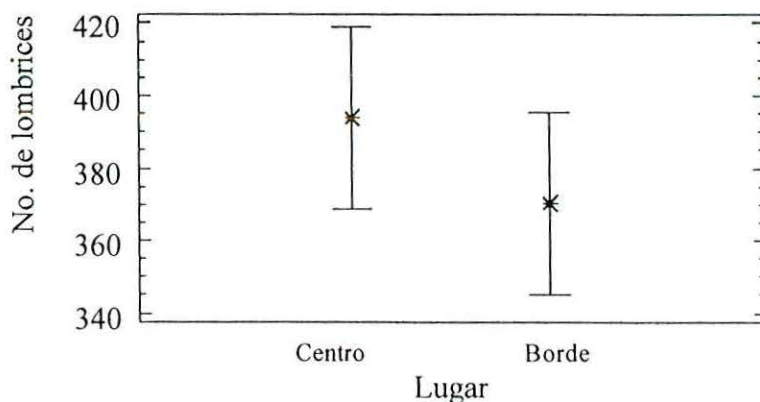
En el análisis de varianza para el factor biomasa (en gramos) por el lugar que fue tomada la muestra (centro y borde), no presenta diferencias significativa, por lo que en ambos puntos de muestreos se podrá encontrar una cantidad de biomasa equivalente estadísticamente. La gráfica muestra un incremento en el lugar borde. (Gráfica 42)

GRAFICA 42. PROMEDIO DE BIOMASA EN GR. POR LUGAR



En el análisis de varianza para el factor número de lombrices, por el lugar que fue tomada la muestra (centro y borde), no presenta diferencias significativa, por lo que en ambos puntos de muestreos se podrá encontrar una cantidad de biomasa equivalente estadísticamente, sin embargo se denota una diferencia mínima en cuanto al punto de muestreo. El centro muestra mayor cantidad de lombrices en comparación con el número encontrado en el borde, lo que al asociarlo con los datos encontrados en el factor anteriormente estudiado (peso de biomasa en gramos), parecería contradictorio, pero observaciones realizadas durante el estudio, nos indican que al haber una población mayor a los 4 kg./m² de lombrices, existe una adaptación fisiológica- morfológica a tal condición, la que consiste en una reducción en tamaño de las lombrices adultas, lo que a mayor peso no significa estrictamente un mayor número de individuos, ver gráfica 43.

GRAFICA 43. NUMERO DE LOMBRICES POR LUGAR



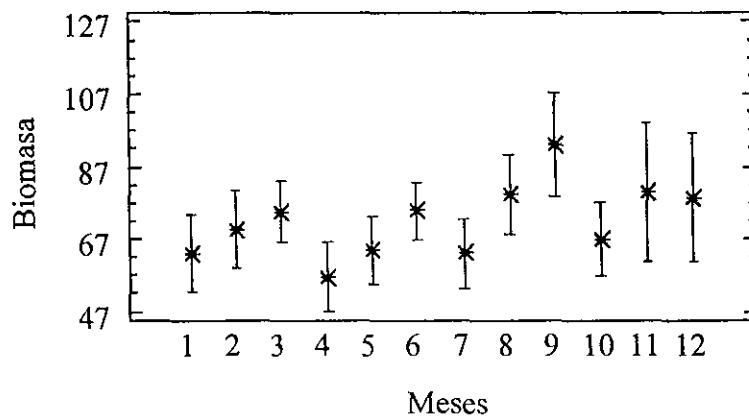
CUCBA



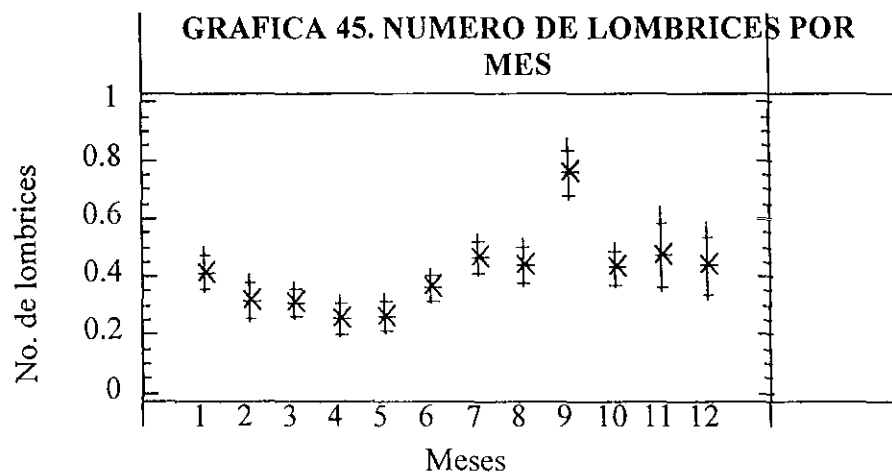
BIBLIOTECA CENTRAL

El análisis de varianza para el factor biomasa por mes del año no presenta diferencias significativas para el efecto del mes del año sobre el factor estudiado, sin embargo se ven leves tendencias a disminuir dicha población durante los meses más cálidos (marzo-julio). Esto concuerda con la adaptación a climas templados que presenta la lombriz estudiada, gráfica 44.

GRAFICA 44. BIOMASA POR MES



El análisis de varianza para el factor el número de lombrices en biomasa por mes del año, presenta diferencias significativas para el efecto del mes del año sobre el factor estudiado, manifestando una tendencia significativa a disminuir dicha población durante los meses más cálidos (febrero-mayo). Esto concuerda con la adaptación a climas templados que presenta la lombriz estudiada. Existiendo cierta tendencia igualmente encontrada en el factor peso de biomasa, gráfica 45.



5.- FAUNA ACOMPAÑANTE:

En lo referente a los animales que se encontraron cohabitando en los canteros junto con las lombrices, se observó que los invertebrados que habitaron en los 18 canteros fueron las larvas de mosca y los colémbolos, además se encontró que los canteros ubicados al sol, son los que presentan mayor diversidad de especies. Los organismos colectados en los canteros localizados en sol fueron: 1414 larvas de mosca, 48 nixticuiles, 3 milpiés, 5 cochinillas, 6 ciempiés, 2 caracoles y 3 tijerillas . En los canteros ubicados en media sombra, estuvieron cohabitando: 969 larvas de mosca, 18 nixticuiles, 4 cochinillas, 3 cienpies, 1 caracol. En sombra, 1090 larvas de mosca, 10 nixticuiles, 2 caracoles.

En lo referente a los vertebrados que arriban a la planta piloto se detectaron aves y mamíferos. Dentro de las aves a: torcacita, lechuza, colibrí, tordos, gorrión azul, petirrojo, ticuz, golondrina entre otros, ver anexo 4. Entre los mamíferos presentes en la planta piloto están: tlacuache, musaraña, ardilla, conejo, ratón de campo, zorrillo listado, rata negra y comadreja..

6.- CORRELACIONES:

La relación entre el número de lombrices jóvenes con el peso húmedo de la muestra fue altamente significativa con $r= 0.33$, lo que indica que el sustrato deberá de contener suficiente humedad para que se desarrollen los organismos juveniles. Observaciones en la misma planta concuerdan con estos datos ya que se encontraron que el optimo de la humedad en el sustrato deberá ser de 70 al 80%.

Los valores de "r", entre los fragmentos y el número de adultos fue menor (0.07) que el valor de "r", encontrada entre fragmentos y número de juveniles (0.42), ambos estadísticamente significativos. Esto es originado a partir de que se encontró que el conteo de fragmentos fue mayor en el estadio juvenil que en el adulto, en función de la diferencia del tamaño de la población ya que, la población juvenil fue mayor que la población adulta, lo que se asocia con el comportamiento de la dinámica poblacional aquí estudiada, en que las lombrices adultas a partir de su primera puesta, pueden generar un capullo por día, el que a su vez producen de una a siete lombrices incrementándose significativamente la población juvenil en comparación con la adulta.

La relación entre la temperatura máxima y la biomasa expresada en gramos, fue de tipo negativo, con un valor de $r=-0.60$, lo que corrobora que la especie estudiada (*Eisenia andrei*) se adapta mejor a los climas templados

La relación entre la humedad del sustrato y el número de capullos y la humedad del sustrato y el número de lombrices juveniles fue de tipo positiva y altamente significativa, con valores de "r" de 0.19 y 0.34 respectivamente, lo que concuerda con los valores obtenidos de la población en diferentes grados de humedad, donde el optimo se encontró entre el 70 y 80% de humedad, favoreciendo el incremento de la humedad el aumento de las poblaciones estudiadas.

CONCLUSIONES:

A partir de los resultados obtenidos puede decirse que las diferentes condiciones de los tratamientos (localidades) para las condiciones de la Planta Piloto de Zapopan, CUCBA tienen influencia en las densidades de poblaciones de los diferentes estadios, existiendo diferencias estadísticamente significativas; siendo más favorable para el crecimiento de las poblaciones de juveniles la condición de sol y para la puesta de capullos más superficialmente la condición de sombra.

- El factor peso de lombrices se presentó diferencias estadísticamente significativas para el factor sombreo.
- Con relación a la distribución vertical de las diferentes estadios, el 85% de la población de lombrices se encontró en el primer nivel lo que indica un buen manejo de la población que en su totalidad se encontró en los dos primeros niveles.
- Los adultos prefieren como lugar el borde, demostrándose que acuden para la puesta de capullos, donde fue mayor las colectas de éstos últimos, sin embargo, son pocas las lombrices juveniles en el borde que alcanzan mayor tamaño en este sitio, lo mismo ocurre con los adultos.
- En relación con la dinámica de las densidades de los diferentes estadios en el tiempo. La época de mayor densidad de adultas fue en el mes de Diciembre coincidiendo con la etapa invernal.
- Los canteros ubicados al sol presentaron menor número de capullos, probablemente no se cuantificaron al ser puestos por las lombrices en lugares más profundos evadiendo el sol y la desecación.
- La presencia y cantidad de fragmentos está relacionada con la densidad de población de especímenes en el mismo. A mayor densidad mayor número de lombrices fragmentadas en el proceso de muestreo.
- La relación entre el número de juveniles con el peso húmedo de la muestra, así como la puesta de capullos, fue alta, lo que indicó que el sustrato debe de contener una humedad del 70 al 80%.
- La relación entre las temperaturas máximas y la biomasa fue de tipo negativo, lo que corrobora que la especie estudiada *Eisenia andrei* se adapta mejor a los climas templados.
- En general puede concluirse que las condiciones de la Planta Piloto de Lombricultura del CUCBA, permitió un adecuado desarrollo de esta biotecnología.

BIBLIOGRAFIA

Abbott, I; Parker, CA. (1981) "Interacciones between earthworms and their soil environment" *Soil biology & biochemistry*, vol. 13, no. 3, pp. 191-197.

Andersen, NC. (1987) " Investigations of the ecology of earthworms (Lumbricidae) in arable soil" *Tidsskr. Planteavl.*, vol. 9, no. 1, 9. 1.

Andren O., Paustian K and Rosswall T. (1988). *Soil Biotic interactions in the functioning of Agroecosystem. Agriculture, Ecosystem and environment* 24,57-68.

Araujo, Y; Lopez-Hernandez, D. (1999) "Earthworms populations in a savanna agroforestry system of Venezuelan Amazonia", *Biology and fertility of soil*, vol. 29, no. 4, pp. 412-418.

Barret, C. (1998) "Harnessing the earthworm" 2da ed., Boston Bruce, Humphreis, 26 pp.

Bennour, SA; Nair, GA (1997) "Density, biomass and vertical distribution of *Aporrectodea caliginosa* (Saviny 1826) (Oligochaeta, Lumbricidae) in Benghazi, Libya", *Biology and fertility of soils*, vol. 24, no. 1, pp. 102-105.

Berry, EC; Karlen, DL. (1993) "Comparison of alternative farming systems. II Earthworm population density and species diversity", *American journal of alternative agriculture*, vol. 8, no. 1, pp. 21-26.

Biradae, VA; Amoji, SD; Shagoti, UM; Biradar, PM. (1999) "Seasonal variations in growth and reproduction of the earthworm *Perionyx excavatus* (Oligochaeta: Megascolecidae)" *Biology and fertility of soils*. v. 28 (4) p. 389-392.

Blair, JM; Parmelee, RW; Allen, MF; McCartney, DA; Stinner, BR. (1997). "Changes in soil N pools in response to earthworm population manipulations in agroecosystems with different N sources" *Soil Biology & biochemistry*. Vol. 29, No. 3-4. Pp. 361-367.

Bohlen, PJ; Edwards, WM; Edwards, CA. (1995) "Earthworm community structure and diversity in experimental agricultural watersheds in Northeastern, Ohio" *Plant and Soil*. vol. 170. No. 1. Pp. 233-239

Bouche, M:B (1972) "Lombriciens de France" *Ecologie et systématique*, Paris, Int. Natta, Agoth, RZI pp.

Buckerfield, JC; Lee, KE; Davoren, CW; Hannay, JN. (1997) "Warthworms as indicators of sustainable production in dryland cropping in southern Australia" *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 29, no. 3-4, pp. 547-554.

Butt, KR. (1997) "Reproduction and growth of the earthworm *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826), in controlled environments" *Pedobiología*, vol. 41, no. 4, pp. 369-374.

Butt, KR; Nuutinen, V. (1998) "Reproduction of the earthworm *Lumbricus terrestris* Linne after the first mating" *Canadian Journal of Zoology/Revue Canadien de Zoologie*, vol. 79, No. 1, pp. 104-109.

Byzov, BA; Poljanskaja, LM; Thanh, VN. (1995) "The role of yeasts as growth stimulators for *Eisenia fetida* in vermicomposting systems" *Acta zoologica Fennica*, no. 196, pp. 376-379

Carcamo, Ha; Parkinson, D; Bargshoon, D. (1998) "Distribution of earthworm along a sharp acidification gradient" . *Pedobiologia*, vol. 42, no. 1, pp. 88-95.

Catalán, G. I. (1981) A new source of protein, copyright. By Phillipine Earthworm Center. Manila Phillipine. 27 pp.

Christensen, O; Mather, JG. (1990). "Dynamycs of lumbricid eartworm cocoons in relation to habitat conditions at three different arable sites" *Pedobiología* . Vol. 34, No. 4, pp. 227-238.

Cluzeau, D; Fayolle, L; Hubert, M. (1992) "The adaptation value of reproductive strategy and mode in three epigeous earthworm species". *Soil biology & biochemistry*. Vol. 24 (12), pp. 1309-1315.

Corderre, D., Mauffette, Y., Gagnon, D., Tousignant, S and Bessete, G. (1995) Earthworm population in healthy and declining sugar maple forest- *Pedobiología* 39. 86-96

Cuendet, G. (1994) "Earthworm population of Swiss National Park's alpine grasslands" *Revue Suisse de Zoologie*. Vol. 91, No.1, pp. 217-228.

Curry, JP; Byrne, D; Boyle, KE. (1995). "Biology and fertility of soils". V. 19 (2/3) p. 166-172

Daly, H (1993) "Para el bien común: reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible, México. Fondo de Cultura Económica.

Daniel, O.(1992. " Population dynamics of *Lumbricus terrestris* L." *Soil biology and biochemistry*.v. 24 (12) p. 1425-1431

Darwin, C., (1881) "The formation at vegetable Mould through the action of worms with observation at their habits" Londres, Murray, 34 pp.

De Bertoldi, M., G. Vallini and A. Pera. (1983). The Biology of composting: A Review. Waste Management and Research 1:157-176.

Del Val, A. (1991) "El libro del Reciclaje" Editorial Integral. Madrid España

Derouard, L; Tondonh, J; Vilcosqui, L; Lavelle, P. (1997). "Effects of earthworm introduction on soil processes and plant growth " Soil biology & biochemistry. Vol. 29 (3/4) pp. 541-545.

Díaz, GT; Solís, GL; López, VG, (1999) " Comportamiento de la lombriz roja de california (*Eisenia fetida*) en cuatro fuentes de materia orgánica", Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, pp. 175-176.

Dominguez, J; Edwards, CA. (1997). "Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia angrei* (*Oligochaeta*) in pig manure" Soil biology & biochemistry. vol. 29 (3/4) pp. 743-746.

Durán, L; Escamilla, PO, (1999) " Efecto de desechos orgánicos del estado de Tabasco en el crecimiento poblacional de *Eisenia foetida* Sav.", Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, pp. 102-104.

Edwards C. A. And Fletcher K. E. (1988). Interaction between earthworm and microorganisms in organic matter breakdown. Agriculture, Ecosystem and environment 24, 235-248

Edwards, CA; Dominguez, J; Neuhauser, EF. (1998)." Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (*Megascolecidae*) as factors in organic waste management" Biology and fertility of soils. v. 27 (2) p. 155-161

Edwards, C. And John, L. (1977). "Biology of earthworms. Chapman and Hall. London. 321 p.p.

Enkerlin, E., Cano. G., Garza., R y Vogel. E. (1997) "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". International Thomsom Editores.

Emmerling, C. (1995) "Long-term effects of inundation dynamics and agricultural land-use on the distribution of soil macrofauna in fluvisols", Biology and fertility of soil, vol. 20, no. 2, pp. 130-136.

Fayole, L; Andre, P. (1985) " Growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida andrei* (Bouche, 1972) in methanised sludge" Acta Oecol., vol. 6, no. 3, pp. 213-225.

Ferruzzi, C.(1987) "Manual de Lombricultura". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Fogel R. (1988). Effect of macrofauna on soil properties in tropical ecosystem. Agriculture, ecosystem and environment 24, 69-86

Gaddie, R. E. And D. E. Douglas. (1975). Earthworms for Ecology and Profit, Vol. 1. Bookworm Publishing Co., Ontario, California.

García, CM, (1999) "Cambios en las características de las sustancias húmicas por las actividades de las lombrices de tierra", Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium internacional y Primera reunión nacional, Universidad Autónoma Clapingo, Colegio de Postgraduados, p. 68

García, D. M. (1984). "La tecnología agraria y su impacto en el medio ambiente" revista Ministerio de Obras Públicas (MOPU) Información Ambiental. Madrid, España

García-Pérez, RE, (1999) " Algunos resultados obtenidos con la lombriz de tierra en el programa de Agricultura Orgánica de la UACH", Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, pp. 117-119.

Gates, G:F: (1978) "Contributions to is revision of the earthworm family Lumbricidae XXII. The genus Eisenia in North America". Megadrilogica, 3 (8) pp. 132-150.

Hand, P; Hayes, WA; Frankland, JC; Satchell, JE. (1988) " Vermicomposting of cow slurry" Pedobiología, vol. 31, no. 3-4, pp. 199-209.

Kaemarek, W:R: (1960) "Researcb of the space patierns at the populations of several chasen species at collembola" Ekol Polska, A. (3) pp. 49-64.

Kaushal, BR; Bora, S; Kandpal, B. (1999). " Growth and cocoon production by the eartworm *Metaphire houletti* (Oligochaeta) in different food sources" Biology and fertility of soils. v. 29 (4) p. 394-400

Krebs, CJ. (1985) "Ecología" Segunda edición , Edit. Harla, México, pp.365-367.

Lavelle, P., Brussant and Rendrix. (1999) "Earthworm management in tropicval agroecosystems" CABI Public., Wallengford Oxon U:K. pp 300.

Lee, K. E. (1985) Earthworms: their ecology and relationships with soil y land use. Academic Press Publ., Sydney.

Linnaeus C. (1758) "System naturae per regne tria naturae"

Nemeth, A, Herrera, R. (1982) "Eartworm populations in a Venezuelan tropical rain forest". *Pedobiologia*, vol. 23. No. 6, pp. 4377-443.

Neuhauser, EF; Malecki, MR; Loehr, RC. (1984) " Growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida* after exposure to sublethal concentrations of metals" *Pedobiología*, vol. 27, no. 2, pp. 89-97.

Maboeta, MS; Reinecke, AJ; Reinecke, SA (1999). "The effects of low lead levels on the growth and reproduction of the African eartworm *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta)" *Biology and fertility of soils*. V. 30 (1/2) p. 113-116.

Manna, MC; Singh, M; Kundu, S; Tripathi, AK; Takkar, PN. (1997)." Growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Perionyx excavatus* as influenced by food materials" *Biology and fertility of soils*. v. 24 (1) p. 129-132.

Malm, A:W: (1877) *Gotehorgs neh Holmslands fauna Rigransjuren*", Gotehorg 10, pp 1-164.

Margulis, I., Schwartz. K..(1985) "Cinco Reinos" Traducción Ciencias 1. Por una educación popular. UNAM

Martín, S; Lavelle, P (1992) " A simulation model of vertical movements of an eartworm population (*Miliosonia anomala* omodeo, *Megascolecidae*) in an African Savanna (Lamto, Ivory Coast)", *Soil biology & biochemistry*, vol. 24, no. 12, pp. 1419-1424.

Martínez E.M.; Váldez, Bahamonde, Mena,M. (En prensa) "Manual de técnicas de análisis químicos para el humus de lombriz"

Meinicke, A. (1995) "Las lombrices" Hemisferio Sur. Motevideo, Uruguay. p.v.

Muyima, NYO; Reinscke, AJ; Viljoen-Reinecke, SA. (1994) " Moisture requeriments of *Dendrobaena veneta* (Oligochaeta), a candidate for vermicomposting" *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 26, no. 8, pp. 973-976.

Muys, B; Granval, P. (1997). "Earthworms as bio indicators of forest site quality" *Soil biology & biochemistry*. Vol. 29 (¾). Pp 323-328

Piearrce, TG. (1984) " Eartworm populations in soils disturbed by trampling" *Biological Conservation*, vol. 29. NO. 3. Pp. 241-252.

Presley, ML; McElRoy, TC; Diehl, WJ. (1996) "Soil moisture and temperature interact to affect growth, survivorship, fecundity and fitness in the earthworm *Eisenia foetida*". *Comparative biochemistry and physiology*. Part A, Physiology, vol. 114^a (4), pp. 319-326.

Reddy, MV; Pasha, M. (1993) " Influence of rainfall, temperature and some physico-chemical variables on seasonal population structure and vertical distribution of earthworms in two semi-arid tropical grassland soils", *International journal of biometeorology*, vol. 37, no. 1, pp. 19-26.

Reeh, U.(1992). "Influence of population densities on growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei* on pig manure" *Soil biology and biochemistry*. v. 24 (12) p. 1327-1331

Reinecke, AJ; Kriel, JR. (1981) "Influence of temperature on the reproduction of the earthworm *Eisenia foetida* (Oligochaeta)". *South African Journal of Zoology*, vol. 16, No. 2, pp. 96-100.

Reinecke, AJ; Viljoen, SA Saayman, RJ. (1992) "The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia foetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements" *Soil Biology & biochemistry*, vol. 24, no. 12, pp. 1295-1307.

Reinecke, AJ; Maboeta, MS; Reinecke, SA. (1997) "Stimulating effects of low lead concentrations on growth and cocoon production of *Eisenia foetida* (Oligochaeta)". *South African Journal of Zoology*, vol. 32, no. 3, pp 72-75.

Reinés, M. (1998) "Lombricultura: Alternativa del desarrollo sustentable" Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Reinés, M.; Rodríguez, C; Sierra, A (1991) "Manual para el desarrollo de la Lombricultura en Cuba" Fac. de Biología, Universidad de la Habana, pp. 79.

Reynolds, J. W. (1970). The relationship of earthworm (Oligochaeta: Lumbricidae and Megascolecidae) distribution and biomass to soil type in forest and grassland habitats at Oak Ridge National Laboratory. *Assoc. Southeast Biol. Bull.* 17, 60.

Reynolds, J. W. (1972). The relationship of earthworm (Oligochaeta: Acanthodrilidae and Lumbricidae) distribution and biomass in six heterogeneous woodlot sites in Tippecanoe Country, Indiana. *J. Tenn. Acad. Sci.* 47, 63-67.

Romero, PD, (1999) " Crecimiento en biomasa de *Eisenia andrei* en combinación de pulpa y asiento de café.", *Lombricultura y abonos orgánicos*, Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, pp. 106-107.

Salazar, CT; Aranda, DE; Barois, BI, (1999) "Lombricompostaje comparativo de las especies *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* en pulpa de café", Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, pp. 177-179.

Staff, H. (1987) Foliage litter turnover and earthworm population in three beech forests of contrasting soil and vegetation types. *Oecologia* 72, 58-64

Tomati, U; Galli, E. (1995) "Earthworms, soil fertility and plant productivity", *Acta zoologica Fennica*, no. 196, pp. 11-14.

Tomlin A. D., and Miller J.J. (1989) Development and Fecundity of the manure worm, *Eisenia foetida* (Annelida: Lumbricidae), under laboratory conditions. Agriculture Canada. London, Canada.

Van Gestel, CAM; Dirven-van Breemen, EM; Baerselman, R. (1992) "Influence of environmental conditions on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei* in an artificial soil substrate" *Pedobiología* vol. 36, No. 2, p. 109-120

Van Gestel, CAM; Dirven-van Breemen, EM; Baerselman, R. (1993) "Accumulation and elimination of cadmio, chromium and zinc and effects on growth and reproduction in *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Annelida)" *Science of the total environment*, vol. Suple. 1-2

Viljoen, SA; Reinecke, AJ. (1989). "Moisture and growth, maturation and coccom production of *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta)" *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, vol. 26, no. 3, pp. 291-303.

Viljoen, SA; Reinecke, AJ. (1992). "The temperature requirements of the epigeic earthworm species *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta) a laboratory study" *Soil biology and biochemistry*. v. 24 (12) p. 1345-1350

Whalen, JK; Parmelee, RW; Edwards, CA (1998) "Population dynamics of earthworm communities in corn agroecosystems receiving organic or inorganic fertilizar amendments" *Biology and fertility of soils*, vol. 27 no. 4, pp. 400-407

White, G. (1789) "The natural history and Antiquities at silborne", Londres, Revigton: ed. 1843., Londres Van Vaarst.

Zou, X; Gonzalez, G. (1997) "Changes in earthworm density and comunity structure during secondary succession in abandoned tropical pasture" *Soil biology and biochemistry*, vol. 29, No. 3-4, pp. 627-629.

ANEXO 1. CUADROS DE SUMATORIAS DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR LOCALIDAD, LUGAR Y NIVEL

CUADRO 1. SUMATORIA DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR LOCALIDAD.								
	SOMBRA		MEDIA SOMBRA		SOL		N° TOTAL	PESO
	No. ORG.	PESO	No. ORG.	PESO	No. ORG.	PESO		
ADULTOS	3,508	1,036.55	2,758	861.9	6,680	2,327.57	12,946	4,226.0
JUVENILES	87,382	13,533	64,698	11,891.70	102,174	19,470	254,254	44,894.7
CAPULLOS	5,820.00		4,436		4,111		14,367.00	
FRAGMENTOS	2,637	777.11	2,553	737.1	4,217	1,415.40	9,407	1,415.7
TOTALES	99,347	15,346.66	74,445	13,490.70	117,182	23,312.97	290,974	50,536.4

CUADRO 2. SUMATORIA DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR NIVELES.						
	NIVEL 1		NIVEL 2		TOTALES	
	No. ORG.	PESO/GR.	No. ORG.	PESO/GR.	No. ORG.	PESO/GR.
ADULTOS	11,165	3,407.32	1,775.00	818.7	12,940	4,226.0
JUVENILES	218,979	37,808.20	35,085.40	7,087.22	254,064	44,895.4
CAPULLOS	11,383.00		2,984.00		14,367.00	
FRAGMENTOS	6,371	1,962.46	2,811.00	967.15	9,182	2,929.6
TOTAL	247,898	43,177.98	42,655	8,873	290,553	52,051.0

CUADRO 3. SUMATORIA DE ORGANISMOS Y PESOS TOTALES POR LUGAR.						
	CENTRO		BORDE		TOTALES	
	No. ORG.	PESO	No. ORG.	PESO	No. ORG.	PESO
ADULTOS	5,291	1,655.17	7,649	2,570.85	12,940.00	4,226.0
JUVENILES	131,409	21,798.50	122,655	23,097	254,064	44,895.5
CAPULLOS	5,170		9,120		14,290	
FRAGMENTOS	4,737	1,498.52	4,445	1,431.06	9,182.00	2,929.5
TOTAL	146,607	24,952.19	143,869	27,098.91	290,476.00	52,051.1

ANEXO 2.- PROMEDIOS DE NUMEROS DE ORGANISMOS Y PESOS POR LOS FACTORES DE: LOCALIDAD, LUGAR, NIVEL Y TIEMPO.

CUADRO 4. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LOCALIDAD

LOCALIDAD	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
SOL	19.94	304.997	12.588	12.272	6.94797	58.1217	4.22507
SOMBRA	17.263	428.776	12.863	28.154	5.05634	66.0146	3.79078
MEDIA SOMBRA	13.965	350.104	12.765	23.849	4.29701	59.2672	3.6855
TOTAL	17.579	351.476	12.712	21.425	5.70556	60.616	3.95893

CUADRO 5 . PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL

NIVEL	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
1	26.0256	521.778	15.14	26.729	7.90979	87.7709	4.56386
2	5.835	114.701	9.345	9.881	2.64097	22.862	3.11984
TOTAL	17.579	351.476	12.712	18.305	5.70556	60.616	3.95893

CUADRO 6 . PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN SOL

NIVEL	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
1	30.042	466.857	14.662	15.714	9.224	85.125	4.67
2	6.378	87.674	9.804	7.65	3.892	21.865	3.627
TOTAL							

CUADRO 7 . PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN SOMBRA

NIVEL	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
1	24.533	627.175	16.033	33.0625	7.365	94.151	4.388
2	7	148.682	8.388	13.612	1.796	26.293	2.948
TOTAL							

CUADRO 8 . PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE NIVEL EN MEDIA SOMBRA							
NIVEL	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
1	21.05	504.109	15.009	33.0625	6.338	85.606	4.569
2	3.683	126.61	9.537	9.905	1.335	21.044	2.413
TOTAL							

CUADRO 9 . PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR							
LUGAR	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
CENTRO	14.441	365.709	13.171	14.32	4.478	58.972	4.061
BORDE	20.709	337.281	12.256	25.056	6.93	62.256	3.857
TOTAL	17.579	351.476	12.712	19.688	5.706	60.616	3.959

CUADRO 10. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN SOMBRA							
LUGAR	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
CENTRO	16.718	481.359	15.33	24.088	5.07	68.361	4.423
BORDE	17.814	375.676	10.372	32.971	17.814	375.676	10.372
TOTAL							

CUADRO 11. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN SOL							
LUGAR	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
CENTRO	16.114	305.53	11.796	7.611	23.744	304.467	13.375
BORDE	23.744	304.467	13.375	16.905	8.989	62.471	4.367
TOTAL							

CUADRO 12. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR DE LUGAR EN MEDIA SOMBRA							
LUGAR	NUMERO				PESO		
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLOS	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
CENTRO	9.3	347.09	13.242	15.674	3.174	58.026	3.648
BORDE	18.584	353.089	12.297	31.851	5.409	60.496	3.722
TOTAL							

CUADRO 13. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR EL FACTOR TIEMPO.							
MES	NUMERO			PESO			
	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS	CAPULLO	ADULTOS	JUVENILES	FRAGMENTOS
1	10.914	392.19	14.638	4.519	3.734	56.93	2.686
2	9.237	299.161	12.237	1.983	3.68	62.374	3.837
3	9.885	290.108	9.189	2	3.935	67.1	3.3
4	2.329	250.315	4.37	0.681	0.759	54.169	1.766
5	2.615	257.077	7.526	0.078	1.085	60.823	2.546
6	27.375	319.625	16.536	41.76	10.398	59.18	5.453
7	34.361	423.222	9.722	39.586	8.698	51.076	3.747
8	36.0182	392.855	14.291	18.8	11.253	63.309	4.965
9	17.353	726.471	17.588	19.682	4.837	85.101	3.359
10	8.738	402.646	20.477	32.554	2.945	57.912	6.202
11	32.833	417.444	24.778	60.222	12.006	59.839	8.333
12	59.762	362.286	16.381	76.333	14.029	60.576	4.071

CUADRO 14. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR TIEMPO EN SOMBRA					
MES	NUMERO			PESO	
	ADULTOS	JUVENILES	CAPULLO	ADULTOS	JUVENILES
1	22.3	461.5	7.85	7.489	59.1
2	5.149	443.571	0.857	2.071	75.3
3	3.545	404.667	0.03	2.066	77.76
4	1.55	332.25	0.1	0.515	68.955
5	3.5	277.125	0.083	1.417	70.017
6	36.08	391.92	85.75	8.824	69.26
7	36.839	473.355	45.936	8.448	52.85
9	3.6	677	38.1	1.01	61.57
10	5.6	585.933	29.733	2.08	69.22
11	39.93	441.857	75.143	14.714	58.41
12	17	449.5	48.5	5	59.45

CUADRO 15. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR TIEMPO EN SOL

MES	NUMERO			PESO	
	ADULTOS	JUVENILES	CAPULLO	ADULTOS	JUVENILES
1	8	302.188	3.375	2.969	54.639
2	10.125	272.828	3.313	3.716	56.944
3	15.73	233.592	3.833	5.804	67.925
4	1.833	209.3	0.967	0.483	46.017
5	2.971	245.206	0	1.377	57.679
6	25	272.13	13.204	13.009	51.796
7	43.75	562.25	26.417	12.559	58.592
8	39.435	330.674	14.044	12.498	61.82
9	20.313	701.25	13.563	5.217	82.846
10	4.6875	312.375	16.656	1.409	49.613
12	76.867	327.4	87.467	17.64	61.027

CUADRO 16. PROMEDIOS DE NUMERO Y PESO DE ORGANISMOS POR TIEMPO EN MEDIA SOMBRA

MES	NUMERO			PESO	
	ADULTOS	JUVENILES	CAPULLO	ADULTOS	JUVENILES
1	2.683	394.636	1.833	0.877	56.64
2	9.25	290.75	0.158	4.185	66.54
3	5.133	218.933	0.467	2.067	40.98
4	3.652	232.565	0.818	1.33	51.944
5	0.95	253.2	0.211	0.19	55.135
6	24.667	342.576	28	7.319	63.624
7	27.828	312.103	27	7.369	46.066
8	18.556	710.667	9	4.889	70.922
9	28.625	838.75	7	8.863	119.025
10	18.556	410.389	18	6.394	63.244
11	8	332	8	2.525	64.85

CUCBA

BIBLIOTECA CENTRAL

ANEXO 3. PRODUCCION DE ABONO ORGANICO						
					PROMEDIOS	PRODUCCION
CANTERO	LARGO EN M.	ANCHO	ALTURA	AREA/M3	POR CANTERO	EN KGS.
1	9.86	0.7	0.7	4.8314	2459.05	4640.88
2	9.88	0.7	0.6	4.1496	2270.45	3680.26
3	9.81	0.77	0.6	4.5322	2594.72	4593.67
4	9.68	0.93	0.6	5.4014	2545.1	5369.96
5	9.55	0.94	0.6	5.3862	2373.57	4993.95
6	9.7	1.21	0.6	7.0422	2672.9	7352.77
7	9.74	0.68	0.6	3.9739	2261.3	3510.22
8	6.7	0.86	0.6	3.4572	1853.32	2502.85
9	6.54	0.6	0.6	2.3544	2338	2150.22
10	9.97	0.57	0.6	3.4097	2501.45	3331.72
11	9.83	0.49	0.6	2.89	1947.97	2199.07
12	9.84	0.61	0.6	3.6014	2104.9	2961.16
13	9.87	0.62	0.6	3.6716	1893.65	2715.9
14	9.85	0.62	0.6	3.6642	1863.25	2666.92
15	11.75	0.7	0.7	5.7575	1920.22	4318.61
16	11.76	0.7	0.7	5.7624	2300.85	5179.06
17	11.65	0.7	0.7	5.7085	1853	4131.97
18	11.74	0.7	0.7	5.7526	2366.13	5316.95

ANEXO 4. FAUNA OBSERVADA EN LA PLANTA PILOTO DE LOMBRICULTURA.

GRUPO	FAMILIA	GENERO ESPECIE	N.COMUN	CONDICION
AVES				
	COLUMBIDAE	Columbina passerina	Torcacita	Residente
		Columbina inca	Torcacita	Residente
	CUCULIDAE	Crotophaga sulcirostris	Ticuz	Residente
	TYTONIDAE	Tyto alba	Lechuza	Residente
	TROCHILIDAE	Amazilia violiceps	Colibrí	Migratorio
		Cyananthus latirostris	Colibrí	Residente
	FRINGILLIDAE	Carpodacus mexicanus	Gorrión	Migra/Reside
		Guiraca caerulea	Gorrión azul	Migratorio
		Pipilo fuscus	Viejita	Residente
		Carduelis psaltria	Dominico	Migratorio
		Sporophila torqueola	Semillerito de collar	Migratorio
		Chondestes grammacus	gorrión arlequin	Migratorio
	MIMIDAE	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche	Residente
	TYRANNIDAE	Pyrocephalus rubinus	Petirrojo	Residente
		Empidonax sp	Mosquero	Migratorio
	HIRUNDINIDAE	Hirundo rustica	Golondrina	Migra/Resid.
	TROGLODYTIDAE	Catherpes mexicanus	Saltapared	Residente
	EMBERIZIDAE	Vermivora celata	Chipe corona roja	Migratorio
		Molothrus aeneus	Tordo	Residente
	PLOCEIDAE	Passer domesticus	Agrarista	Residente
	LANNIDAE	Lanius ludovicianus	Verdugo	Residente
MAMIFEROS				
	DIDELPHIDAE	Didelphis virginiana	Tlacuache	Residente
	SORICIDAE	Sorex sp.	Musaraña	Residente
	LEPORIDAE	Sylvilagus sp.	Conejo	Residente
	SCIURIDAE	Spermophilus variegatus	Ardilla	Residente
	ARVICOLIDAE	Microtus mexicanus	Ratón de campo	Residente
		Ratus rattus	Rata negra	Residente
	MUSTELIDAE	Mephitis macroura	Zorrillo listado	Residente
		Mustela frenata	Comadreja	Residente

Ing. Oscar Fco. Reyna Bustos.