

**AUTONOMA DE MEXICO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**INFLUENCIA  
DE LAS CARACTERISTICAS EDAFOLOGICAS  
EN EL DESARROLLO  
DE LAS FASES LARVARIAS  
DE Necator americanus**

(Stiles, 1902 ) Stiles, 1906

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO PRESENTA**

**ROSA MARIA ROMERO ISLAS**

**MEXICO, D. F.**

**1978**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mi padre:

Sr. Manuel Romero Pineda.

Por su responsabilidad y esfuerzo  
que encaminó mi educación y forma  
ción.

A mi madre:

Sra. Manuela I. de Romero

Por su nobleza de senti-  
mientos e integridad mo-  
ral que me guiaron en el  
deseo constante de supe-  
ración.

A mis hermanas:

Silvia, Gloria, Estela, Elena Leticia,  
Nelly Laura :

Por su compañerismo y ayuda.

A mi esposo:

Méd. Cir. Javier Fco. Orizaga Martínez

Por su amor, comprensión y ayuda en el  
inicio y terminación de ésta.

A mis hijos:

Que con su advenimien  
to me han dado la ale  
gría de ser madre.

A mis sobrinas:

Belinda, Yadira y Karina.

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Jorge Tay Z. Jefe del Departamento de Ecología Humana, Facultad de Medicina de la U.N.A.M., el haber permitido la realización de éste trabajo en la sección de Inmuno parasitología.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Manuel Gutiérrez Quiroz, por la acertada dirección en la elaboración de éste trabajo.

Agradezco al Biól. Alejandro Cruz-Reyes, sus valiosos consejos y la supervisión de éste trabajo

## I N D I C E

	Pags.
INTRODUCCION	
- GENERALIDADES	1
- CICLO VITAL DE <u>Necator</u> <u>americanus</u> (Stiles, 1902) Stiles, 1906	9
- ANTECEDENTES	12
- SITUACION Y DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	18
OBJETO E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO <u>REA</u> LIZADO.	20
MATERIAL Y METODOS	22
RESULTADOS	38
DISCUSION	46
CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFIA	61

## INTRODUCCION

### GENERALIDADES

La uncinariasis y la necatoriasis son parasitosis de las regiones cálidas y húmedas; su existencia en los países de clima templado, dependen del calor y la humedad, siendo también importante las condiciones del suelo como nicho ecológico que favorecen un crecimiento y un desarrollo rápido y permiten un máximo de supervivencia que varían dentro de límites estrechos. Entre las dos especies conocidas de ancilostómidos que infectan al hombre hay diferencias en su resistencia a la temperatura; Ancylostoma duodenale (Dubini, 1843) Creplin, 1845 soporta temperaturas cercanas a los 0°C, mientras que Necator americanus (Stiles, 1902) Stiles, 1906 sucumbe cuando está brevemente expuesto a temperaturas superiores al punto de congelación del agua. Por otra parte, N. americanus puede desarrollarse a temperaturas superiores a las que tolera A. duodenale; así, las temperaturas óptimas para N. americanus varía de 28 a 32°C, mientras que para A. duodenale son de 5 a 8°C más bajas, es decir que su rango óptimo está entre los 20 y 26°C.

Con respecto a la temperatura del suelo más

favorable para el desarrollo y la migración de las larvas - de nemátodos, ésta oscila entre 20 y 30°C; a 10°C el desarrollo de muchas especies se inhibe, y entre 45 y 50°C las larvas perecen.

Se considera que los factores climáticos - primordiales son la temperatura y la lluvia, que junto con la vegetación, influyen indirectamente a través del suelo - sobre la distribución de los ancilostómidos, mientras que la luz solar y los movimientos del aire son secundarios y la - humedad relativa y del suelo.

Los suelos varían grandemente en su adaptación como nicho para el desarrollo de los huevos hacia larvas filariformes o infectantes, ya que durante los dos primeros estadios de su desarrollo se alimentan de las partículas de materia fecal, generalmente bacterias y una vez que han alcanzado la fase infectante dejan de alimentarse, y es entonces cuando el suelo adquiere gran importancia como medio para el desarrollo y supervivencia de las formas infectantes y, comparado como huésped intermediario, son importantes en él las características físicas y químicas que presenta para desempeñar tal papel. En relación con la consistencia del suelo, se ha observado que la prevalencia de los ancilostómidos es inversamente proporcional a la densidad del suelo; en los arcillosos, la presencia es baja, y en general se considera que los suelos arenosos son los más favorables para las larvas de estos. Es probable que esto dependa del desplazamiento vertical del agua por infiltra-

ción y capilaridad; las larvas de ancilostómidos se mueven en sentido contrario a la corriente líquida (reotactismo), - de modo que cuando el agua penetra en el suelo, las larvas suben a la superficie y a medida que las capas superiores - se secan, aquellas se hunden en él. Hsieh (1964).

En los suelos arcillosos el agua se impregna y el aire falta cuando llueve demasiado, por lo que las larvas tienen menos probabilidades de sobrevivir que en los suelos arenosos. En cambio en épocas de gran sequía, las - capas superficiales de los suelos arenosos se secan excesivamente mientras que los suelos arcillosos retienen algo de humedad. La desecación mata rápidamente a las larvas infectantes; una pequeña cantidad de humedad parece ser suficiente para continuar su existencia. Si el suelo llega a secarse completamente, al cabo de unas pocas horas las larvas mueren; el suelo generalmente adquiere humedad gracias a la - lluvia y, para favorecer el desarrollo de las larvas, la precipitación pluvial debe ser a una temperatura conveniente y en cantidad suficiente, tomando en cuenta la naturaleza del suelo. La desecación del suelo se produce normalmente por la pérdida de agua de las capas superficiales, pero puede - también deberse a los movimientos del agua en diversas direcciones o a una transferencia de vapor de agua de regiones - calientes a regiones frías. La velocidad de desecación del suelo depende de las condiciones reinantes en la superficie, tales como el viento, la insolación, la temperatura del aire, la humedad relativa, así como de diversas característi-

cas físicas y químicas del propio suelo.

Las larvas de estos nemátodos viven en la película acuosa que recubre las partículas del suelo y no en los espacios llenos de aire del interior de los poros; por lo tanto, es indispensable que las moléculas de oxígeno y de anhídrido carbónico puedan difundirse entre el aire y el agua e inversamente. El efecto de la temperatura del aire sobre el suelo depende del grado de humedad de éste; una misma cantidad de calor calienta menos un suelo mojado que un suelo seco. Como la conductividad térmica de un suelo mojado es mayor que la de uno seco, el calor penetra más profundamente en el primero que en el segundo; en la proximidad inmediata de las raíces disminuye la cantidad de oxígeno y aumenta la de anhídrido carbónico. La vegetación reduce también el calentamiento por radiación solar directa y tiende a atenuar las fluctuaciones diurnas en los climas cálidos y a alimentar las pérdidas de calor del suelo, preservándolo así contra los fríos demasiado intensos.

Aunque se podría generalizar y decir que las regiones tropicales húmedas son favorables a la uncinariasis y necatoriasis sería falso afirmar que esos parásitos existen en todos los lugares de los trópicos y que no pueden existir fuera de ellos. Las larvas de nemátodos sólo pueden emigrar en un suelo bastante húmedo y formado por partículas de cierto tamaño, por lo que el conocimiento de la textura y estructura del suelo es indispensable en todo

estudio de las relaciones entre el suelo y las larvas. Dos tipos de suelos arcilloso y arenoso pueden tener una estructura más o menos semejante en lo que se refiere al tamaño de las partículas y permitir aproximadamente el mismo grado de migración, pero el poder de retención de agua de las partículas de arcilla no es el mismo que el de las de arena. El agua penetra en las partículas de arcilla y suele dejar los intersticios llenos de aire, mientras al no poder penetrar en las partículas de arena se acumula en los intersticios; en el primer caso, la aireación de los intersticios es completa, y en el segundo nula; cuando los poros del suelo están llenos de agua, la aireación es escasa y la migración se inhibe. Por otra parte, cuando toda el agua que queda en el suelo, se encuentra en el interior de las partículas, la actividad de las larvas también es escasa y en los suelos muy secos, las propias larvas pueden llegar a deshidratarse. Entre estos extremos existe una característica particularmente favorable al desarrollo y a los desplazamientos de las larvas; que es el que se presenta cuando el agua forma finas gotas en sus puntos de contacto con las partículas del suelo, ésta cualidad aparece cuando el suelo está mojado, pero toda el agua sobrante ha escurrido de los poros.

El tamaño de los poros y su continuidad determinan la velocidad de circulación del agua a través del suelo; por ejemplo, un suelo arenoso es más permeable que uno arcilloso, pues las partículas que lo componen son más

grandes y los poros más continuos. En la superficie de un suelo poco permeable el agua puede acumularse en lugar de infiltrarse, lo cual puede determinar la distribución horizontal de las larvas de nemátodos después de la lluvia.

En nuestro medio, los helmintos transmitidos por el suelo o edafohelmintos más importantes desde el punto de vista médico, son los siguientes; 1) Ascaris lumbricoides, 2) Trichuris trichiura 3) Necator americanus, 4) Strongyloides stercoralis 5) Ancylostoma duodenale 6) Toxocara canis.

Para el estudio de estas edafohelminCIAS dentro de un marco ecológico, es importante determinar, el ambiente natural donde viven el parásito y el huésped, cómo influyen los factores bióticos y abióticos y qué relaciones se establecen entre todos los organismos para formar un sistema dinámico. En este ecosistema se observan cinco componentes fundamentales:

a) El parásito como agente etiológico, -- que realiza dentro del huésped una migración determinada genéticamente, con una mayor o menor capacidad de adaptación a ese género de vida, causando trastornos en uno o varios órganos, y cuyas manifestaciones clínicas, dependen básicamente de las condiciones del individuo parasitado, del número de gusanos y de los mecanismos fisiopatogénicos que se pongan en juego.

b) El sustrato abiótico que se requiere -- para que el helminto se desarrolle fuera de su huésped y favorezca la existencia de formas infectantes, constituido --

principalmente por los componentes inorgánicos del suelo, clima y temperatura ambiental.

El clima general de una región, como ya se mencionó antes, es importante porque influye en la presencia de los diversos géneros de parásitos.

El suelo, con sus diferentes características, es un elemento indispensable. En la uncinariasis, strongiloidosis, y necatoriasis este tipo de suelo se convierte en un factor limitante, más acentuado mientras mayor sea la humedad que retengan, ya que en esta forma se dificulta o impide la migración larval.

c) Las relaciones que se establecen entre las especies de seres vivos y de éstos con su habitat en una región determinada, pueden favorecer o impedir el desarrollo de parásitos; éste es el caso de algunos cultivos agrícolas, que además de constituir una parte del elemento productor de energía indispensable en todos los ecosistemas, pueden favorecer microhabitats ideales para algunas edafohelminthiasis.

Lo anterior se observa claramente en Necator americanus y Ancylostoma duodenale, a los que ciertas plantas les proporcionan sectores de suelo bien sombreados, con abundante materia orgánica y en donde las variaciones de temperatura y humedad son menos marcadas.

Además de estos factores, es probable que intervengan otros menos conocidos, pero también de gran importancia como son las relaciones con otros organismos, en-

tre los cuales están artrópodos, hongos, bacterias, etc.

d) Condiciones socioeconómicas de la población. Entre éstas se pueden señalar, la carencia de vivienda adecuada, hábitos higiénicos deficientes, niveles educacionales, movimientos migratorios y fuentes de trabajo o actividades primarias. La influencia de las actividades, sobre todo de las agrícolas, es determinante en la contaminación, ya que ésta se ve favorecida por ciertos tipos de cultivos, (huertas, plantaciones de café, de té o de plátanos).

e) Substrato endobiótico. Se refiere al huésped, en el que concurren factores de raza, edad, ocupación, hábitos, infecciones concomitantes, aspectos inmunológicos y hormonales y otros. Todos ellos determinan mayor o menor susceptibilidad a los parásitos. Algunos aspectos de estos factores ya han sido estudiados; otros, sin embargo, solamente se mencionan como importantes, sin haberse precisado aún cuál es su participación real.

Con los puntos hasta aquí mencionados, se puede integrar el concepto de endemidad de las edafohelminthiasis, ya que la presencia de huéspedes susceptibles en contacto frecuente con el suelo, en el que hay contaminación fecal por individuos infectados, determina que el mecanismo de transmisión esté operando constantemente; la efectividad de este mecanismo está regulada por todos los elementos del ecosistema.

CICLO VITAL DE Necator americanus (Stiles, 1902) Stiles, 1906.

El ciclo de vida de N. americanus es directo, con una fase larval de vida libre. Los adultos son parásitos en el intestino del humano. Los gusanos se hospedan en las paredes intestinales y se alimentan de sangre y exudados tisulares.

Las hembras de N. americanus producen gran cantidad de huevos. Ha sido estimado que una sola hembra puede producir de 5000 a 10,000 huevos por día. Cuando los huevos pasan del huésped a las heces, se encuentra en el estadio de cuatro blastómeros.

Los embriones continúan desarrollándose en suelo húmedo que es rico en oxígeno. Si semejante habitat existe, los huevos se abren en veinticuatro horas, y la larva que sale es del tipo rhabditoide. Las larvas rhabditoides llevan a cabo dos mudas transformándose en larvas filariformes o infectivas, caracterizados por un gran esfago cilíndrico con un bulbo terminal.

La larva de vida libre se alimenta de las bacterias del suelo. Una considerable cantidad de los nutrientes, especialmente lípidos, se almacena en el cuerpo y sirve como una reserva de alimento cuando la larva entra al huésped. Cuando la larva rhabditoide lleva a cabo la segunda muda, usualmente en el quinto día, da lugar a la larva filariforme o infectiva, ésta cutícula es retenida como una cubierta que la envuelve. Esta cubierta es usualmente

retenida hasta que la larva infectiva penetra la piel del huésped.

La infección del hombre se realiza cuando la larva filariforme envainada penetra la piel, usualmente de los pies y piernas. Aunque realizan un daño pequeño durante la penetración inicial, la perforación de la piel - sirve como un sitio para infecciones secundarias por bacterias y hongos. Si gran número de larvas penetran una área restringida, usualmente aparece una dermatitis. Solo dentro de la dermis, la larva causa considerable daño, ingresan en un vaso sanguíneo o linfático en donde son transportadas al corazón y llevadas a los pulmones vía la arteria pulmonar, donde debido a su tamaño son incapaces de atravesar la barrera capilar, por lo tanto rompen los capilares dentro de los pulmones y llegan a los alveolos. De aquí - ellas migran hacia los bronquiolos, bronquios y tráquea y por la laringe al esófago donde son deglutidas, arriban al estómago y una vez que las larvas llegan al intestino penetran activamente dentro de los espacios intervellosos, - en este lugar la tercera muda toma lugar en el tercero o quinto día después de la entrada inicial al huésped. Después de la tercera muda, la larva se queda en el lumen de su huésped y se incrementa grandemente en tamaño alcanzando 3.5 mm. en longitud. Una cuarta muda sigue, después de la cual el gusano se desarrolla y madura.

El ciclo de Necator americanus toma aproxi

madamente seis semanas desde el momento de la penetración hasta que aparecen huevos en las heces.

## ANTECEDENTES

- En estudios efectuados sobre las helmintiasis, se hace referencia a los realizados por Stiles (1921), quien analizó el efecto de la temperatura en los huevos y larvas de uncinarias, encontrando que las temperaturas más bajas a la que los huevos fueron incubados y eclosionaron - hasta llegar a larvas infectantes fué de 8 a 10°C

Los huevos fueron incubados a diferentes - rangos de temperatura por ejemplo entre 40 y 50°C, resistiendo unos cuantos minutos; pero a 60°C, tanto huevos como larvas mueren casi instantáneamente, sin embargo, el rango de temperatura más favorable se encuentra entre los 20 y 35°C.

- Augustine, en experimentos con diferentes suelos de la isla de Trinidad, Cort y Payne (1922) en la misma isla de Trinidad, Cort y Payne (1922) en la misma isla, en trabajo de campo, observaron que las larvas de uncinarias en un clima tropical de 23.3°C y 34.4°C, viven un tiempo mucho más corto que el comúnmente supuesto, determinado esto por la disminución en el número de larvas que fueron regcatadas después del experimento, no encontraron larvas vivas después de seis semanas.

- Payne (1922), Augustine (1923) y Cort (1925) en sus investigaciones relacionadas con uncinarias, encontraron que las larvas infectantes estuvieron generalmente -

limitadas a una sobrevida en el suelo de aproximadamente de 6 a 12 semanas bajo condiciones favorables, hallándose muertas en 3 semanas a 35°C, viables durante 9 semanas a -27°C y 10 a 12 semanas a 15°C, pero sólo una semana a 0°C; asimismo observaron que los rayos directos del sol causan una muerte completa en 5 días, por lo que el suelo sombreado, húmedo y cubierto de vegetación, es el más favorable para el desarrollo larval, ya que las larvas suben a ésta, así como a la madera caída, localizándose en la película húmeda del suelo, pero raramente en las hojas de las plantas verdes.

- Hirst (1924), encontró que las larvas de uncinarias llegan a sobrevivir un mínimo de un año bajo condiciones apropiadas de temperatura.

= Cort (1926), en China, estudió las uncinarias de humanos, en relación con cultivos de vegetales y la viabilidad larval en los suelos; experimentos en cosechas de nabo fueron fertilizados con una mezcla de una parte de materia fecal infectada con huevos de uncinarias con diez o más partes de agua e incubadas posteriormente, encontrándose que sólo unos pocos huevos llegaron al estadio larvario, observando un alto porcentaje de mortandad, que fué atribuido a una rápida desecación de la superficie, concluyéndose que el uso de heces humanas en vegetales, constituye solamente una leve fuente de infestación, pero ésta -- puede llegar a ser considerable cuando la fertilización es hecha en parcelas sombreadas y húmedas. Encontrándose las

uncinarias por excelencia en los suelos, ha sido interesante estudiarlos desde el punto de vista epidemiológico.

- Stiles (1903) observó en Estados Unidos de Norteamérica que la población de los distritos con suelos arenosos muestran uncinariasis mucho más severas que aquellos con suelos arcillosos.

- Stoll (1923) demostró, en un estudio realizado en Utuado, Puerto Rico, que bajo condiciones controladas, los suelos arenosos y francos produjeron cerca de 10 veces mayor número de larvas infectantes de uncinarias, que los que se hicieron en suelos arcillosos, a pesar de haberles agregado humus y dos o tres capas de arena. Estos resultados fueron confirmados en Baltimore y comparados con los suelos de Maryland, E.U.A.

- Augustine y Smillie (1926) verificaron lo anterior con la alta producción de larvas infectantes obtenidas de suelos arenosos, en contraste con los suelos arcillosos, combinándolos, con el método de flotación salina de Willis y conteo de huevos por dilución, confirmando que la alta incidencia y la abundante cantidad de huevos se presentó en niños que vivían en zonas arenosas y que en zonas no arenosas, la incidencia e intensidad fueron mucho más bajas.

- Keller, et. al (1940) realizaron un estudio en ocho estados del sur de los Estados Unidos de Norteamérica, analizando la situación de las uncinarias en el

período comprendido entre 1930 y 1938, examinando 400 000 personas por el método de dilución de Stoll y Hausheer, y concluyeron que mientras haya una distribución extensa de uncinarias, las áreas de mayor incidencia estarán confinadas a la planicie costera, así como a las áreas de suelos arenosos de cada estado; enfatizando que hay una relación muy estrecha entre el parasitismo por Necator americanus y los suelos arenosos.

- Kim (1965) encontró en Korea, donde ambas especies de uncinarias están presentes, que la alta prevalencia va asociada con suelos que tienen mucha arena, pero no hizo ninguna aclaración sobre qué género tienen mayor predilección por este tipo de suelo.

- Hsieh, et. al (1971), observaron que Necator americanus tiene una alta incidencia e intensidad en todas las zonas endémicas de Liberia, a pesar de las diferentes características de textura del suelo en las diferentes regiones.

Preferentemente, Ancylostoma duodenale es encontrado con mayor frecuencia en los lugares donde el porcentaje de arena en la superficie del suelo es de 90% o más, o el porcentaje de arcilla es inferior al 10%; no se sabe exactamente qué papel juega la cantidad de materia orgánica existente en el suelo.

La relación entre el porcentaje de arcilla en el suelo y la prevalencia de Ancylostoma duodenale pare-

ce ser significativa, ya que Ancylostoma duodenale es más susceptible que Necator americanus a condiciones tales como velocidad de difusión de oxígeno y bióxido de carbono dentro del suelo, en relación con las características de textura.

Por lo tanto, es aparente que el alto porcentaje de Ancylostoma duodenale, va en relación directa con la baja cantidad de materia orgánica y de la fracción de arcilla y limo, y con el alto porcentaje de arena en el suelo.

En una serie de estudios realizados por los autores que se nombran a continuación en el poblado de Santiago Yancuictlalpan, en la Sierra Norte del Estado de Puebla, se han investigado diversos aspectos relacionados con la uncinariasis, los cuales han contribuido a conocer la influencia que tiene esta enfermedad en los individuos de esta zona endémica.

- Biagi y Stoopen (1962), realizaron una evaluación del daño económico causado por las helmintiasis intestinales, encontrándose que en el plazo de un año, 53.6% de las familias de esas localidades sufrieron pérdidas económicas equivalentes al ingreso de siete semanas de trabajo, en la persona económicamente activa.

- Stoopen, y Beltrán, (1964) hicieron estudios de las helmintiasis, practicando coproparasitoscópicos (C.P.S.) a 604 personas, encontrando que el 94% de la población estaba parasitada, siendo el 71.4% del total anterior

los parasitados por uncinarias.

- Beltrán, et. al (1966), efectuaron un trabajo relacionado con las características clínicas de las helmintiasis masivas, encontrando que los cuadros más severos estuvieron determinados por la asociación de tricocéfalos y uncinarias, considerándose la uncinariasis como la enfermedad parasitaria de mayor importancia en el lugar de estudio.

- Beltrán, et. al (1972), probaron el compuesto HOE 16842 en pacientes infectados por uncinarias, mostrando ser efectivo en el 87% de los casos, habiéndose realizado recuento de huevos mediante el método de Stoll - después del tratamiento, observaron una reducción mayor del 80% en el número de huevos por gramo de heces expulsados en el 53% de los casos.

## SITUACION Y DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en la Sierra Norte del Estado de Puebla, que forma parte de la Sierra Madre Oriental, notable por su escabrosidad, por sus profundas depresiones y por sus numerosos saltos y cascadas, en donde se localizan los poblados de Santiago Yancuictlalpan, Alahuacapan y Xiloxochico, pertenecientes al Municipio de Cuetzalan, y éste al ex-distrito de Zacapoaxtla, regiones endémicas en uncinariasis, puesto que existen antecedentes clínico-epidemiológicos.

La situación geográfica de Cuetzalan del Progreso está a los 20°2' de Latitud Norte y 97°31' de Longitud Oeste al Meridiano de Greenwich, con altura de 980 m sobre el nivel del mar. El clima de estas regiones es del tipo (A) C(fm) w'a(e), o sea clima templado lluvioso o semicálido con lluvia todo el año, predominando en verano; la temperatura media anual es de 20.5°C y precipitación pluvial anual de 4521.2 mm, lo que determina que las precipitaciones sean abundantes, acentuándose en otoño por la influencia de los vientos húmedos del Golfo; la altitud determina el descenso de la temperatura, por lo que el clima es templado, aun cuando dentro de este tipo de clima la temperatura media del mes más cálido es superior a 22°C (mayo a

25°C).

Xiloxochico se encuentra a una distancia - aproximada de ocho kilómetros de Cuetzalan; Santiago Yancuic tlalpan a 16 km, y Alahuacapan aproximadamente a 24 km.

Geológicamente, los anteriores poblados pertenecen al cretácico inferior; las rocas que los forman son principalmente calizas en gruesas capas, pizarras y calizas intercaladas de lutitas y areniscas casi todas del mesozoico.

El tipo de suelo es café forestal o de bosque, debido a que las condiciones climáticas son húmedas y templadas, lo que trae como consecuencia que los sulfatos, carbonatos y otras sales sean eliminados en gran parte del perfil, depositándose el humus coloidal junto con parte de los sesquióxidos, lo que le da su color característico. El perfil típico de los suelos café forestal o de bosque, presenta las características siguientes: una capa delgada de residuos vegetales, una capa de humus de poco espesor, un horizonte pardo rojizo de sesquióxidos con humus, que es el que define a estos suelos y pasando a constituir gradualmente el material del suelo un horizonte amarillento más abajo. (Fuentes Aguilar, Luis. 1972).

## OBJETO E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO REALIZADO.

Tomando en cuenta los estudios realizados sobre enfermedades parasitarias que afectan al hombre, se ha puesto especial interés en la frecuencia, aspectos epidemiológicos y su gravedad en una determinada zona endémica, así como los daños causados a la economía familiar, - máxime cuando el número de individuos enfermos en una familia son varios.

Los anteriores aspectos se han estudiado - en la Sierra de Puebla, en el poblado de Santiago Yancuictlalpan del Municipio de Cuetzalan, zona en la que, por - sus características naturales (aspectos ecológicos generales), se facilitan las parasitosis producidas por helmintos y principalmente las llamadas edafohelmintiasis tales como tricocefalosis, ascariasis, uncinariasis y estrongiloidosis.

Además de los aspectos anteriormente valorados, también tiene importancia conocer las condiciones - naturales de las zonas endémicas en las cuales se realiza el ciclo biológico de Necator americanus, parásito considerado de gran importancia en la región; en el caso de este nemátodo, el suelo desempeña un papel análogo al de huésped intermediario; es por ello importante valorar su importancia en esta región.

Conociendo que el grado de endemividad depende de muchos factores tales como la temperatura, humedad, consistencia del suelo, características físicas y químicas del mismo, y otros, en lo que respecta a condiciones abióticas; y en lo que concierne a condiciones bióticas, serían la densidad de población del hospedero, velocidad de postura de los gusanos y número de gusanos hembras que alberga cada individuo, así como la supervivencia de las formas infectantes (larvas filariforme).

Con base en los anteriores aspectos, los objetivos de este trabajo son:

- Conocer algunas propiedades edafológicas de tres regiones de la Sierra Norte de Puebla, México.

- Observar la viabilidad, el tiempo o periodo de eclosión de huevos de Necator americanus en los suelos de las regiones de la Sierra Norte de Puebla sometidos a determinadas condiciones de humedad y temperatura.

- Analizar en los suelos la velocidad de desarrollo con la cual se pasa de un estadio a otro (huevo-larvas-rhabditoides-larva filariforme).

## MATERIAL Y METODOS

1.0 Suelos de tres regiones: Xiloxochico, Yancuictlalpan, Alahuacapan, en el Estado de Puebla, México.

1.1 Obtención de las muestras de suelo.

1.1.1 Las muestras de suelo de las tres regiones indicadas anteriormente fueron tomadas de las huertas de café, donde los habitantes realizan la defecación y, por lo tanto, son suelos contaminados. Con el objeto de recoger los ejemplares del suelo, se removió la hierba, hojas secas, humus y piedras de la superficie, haciéndose esto con ayuda de una pala y pico de campo o labor; se recogieron muestras de la parte superficial del terreno hasta aproximadamente cinco centímetros de profundidad, de varios puntos del terreno, transfiriéndose éstas a frascos de vidrio con capacidad de 500 gr.

1.1.2 Los suelos fueron esterilizados en el laboratorio durante tres horas a una temperatura de 250 a 260°C equivalente a 20 libras de presión, secándose por medio de los rayos de sol, extendiéndose en papel absorbente durante tres días, moviéndolos constan-

temente, después de lo cual se pasaron - por un tamiz, guardándolos en bolsas de - plástico y etiquetándolos según el lugar de procedencia.

2.0 Métodos de Investigación de algunas características del suelo.

2.1 COLOR

(Comparándose éste con las tablas de Munsell Soil Color Chart)

2.1.1 Colocar los suelos en un crisol, anotar el color que presentan en estado seco, - agregar unas gotas de agua y volver a anotar el color en estado húmedo.

2.1.2 Comparar los colores con los establecidos en las tablas de Munsell, anotando el valor, matiz e intensidad.

2.2 DENSIDAD APARENTE

2.2.1 Pesarse una probeta de 10 ml, anotar el peso.

2.2.2 Llenar la probeta de suelo seco hasta -- 10 ml sin agitar, pesar y anotar el peso.

2.2.3 Agitar la probeta varias veces, como consecuencia de ello el volumen baja, volver a llenar con suelo para aforar a 10 ml, y volver a pesar.

Cálculos:

$$\text{Densidad Aparente} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

2.3 DENSIDAD REAL

- 2.3.1 Pesar un matraz aforado de 100 ml (M)
- 2.3.2 Pesar 10 gr de suelo
- 2.3.3 Colocar el suelo dentro del matraz
- 2.3.4 Agregar 40 ml de agua destilada procurando no mojarlo por fuera.
- 2.3.5 Imprimir un movimiento de rotación suave para desalojar el aire.
- 2.3.6 Dejar reposar durante cinco minutos.
- 2.3.7 Llenar con agua destilada el matraz hasta el aforo.
- 2.3.8 Pesar el matraz con suelo y agua (M+s+a)
- 2.3.9 Pesar el matraz con agua solamente (M+a)

Cálculos:

$$D.R. = \frac{(M+10) - (M)}{(M+s+a) - (M+a)}$$

2.4. TEXTURA

(Determinada por el Método hidrométrico mejorado de Bouyoucos para analizar las partículas del suelo).

- 2.4.1 Pesar 55 gr de suelo.
- 2.4.2 Agregar 2 veces 20 c.c. de agua oxigenada al 8%
- 2.4.3 Secar en baño María el suelo.

- 2.4.4 Colocar 50 gr de suelo en un vaso del agitador mecánico.
- 2.4.5 Agregar 5c.c. de oxalato de sodio.
- 2.4.6 Agregar 5c.c. de metasilicato de sodio.
- 2.4.7 Aforar con agua destilada hasta la segunda ranura del vaso.
- 2.4.8 Agitar durante 30 min.
- 2.4.9 Pasar a una probeta de 1,000 c.c. y aforar a 1,000 con agua destilada.
- 2.4.10 Aitar 60 segundos, dejar reposar 40 segundos y tomar la primera lectura con el hidrómetro.
- 2.4.11 Dejar reposar 2 horas y tomar la segunda lectura.
- 2.4.12 Hacer los cálculos y ver la textura correspondiente en el triángulo de textura.

Cálculos:

1a. lectura x 2 = limos + arcillas

100-limo + arcilla = % ARENA

2a. lectura X 2 = % ARCILLA

100-% Arena + % Arcilla = % LIMO

2.5 MATERIA ORGANICA

(Determinada por el Método de Walkley y Black)

- 2.5.1 Pesar 0.5 g de suelo (por duplicado)
- 2.5.2 Colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 250c.c.

dentro de un matraz Kjeldahl de 800 ml.

Añadir 10 gr de la mezcla de digestión y 20 a 25 ml de  $H_2SO_4$  concentrado.

Agitar perfectamente para mezclar la muestra y el ácido.

Colocar al matraz en la sección de digestión del aparato Kjeldahl; encienda el mechero con llama pequeña hasta que cese la formación de espuma; aumentar la intensidad de la llama hasta ebullición del ácido sulfúrico, mantener esta temperatura hasta que la muestra se haya aclarado y tomado una coloración gris o paja, más o menos una hora, apagar el mechero y dejar enfriar a temperatura ambiente.

Una vez frío, agregar 350 ml de agua destilada y 1 gr. de parafina, mezclar perfectamente.

Para recibir el destilado, preparar un matraz Erlenmeyer de 500 ml con 50 ml de solución de ácido bórico al 4% y 4 gotas de la mezcla de indicadores; colocarlo en la salida del condensador del aparato de destilación Kjeldahl, teniendo cuidado de que el tubo de salida del condensador quede dentro de la solución de ácido bórico.

- 2.5.3 Agregar con bureta 5 c.c. de dicromato de potasio 1N
- 2.5.4 Agregar con bureta 10 c.c. de ácido sulfúrico concentrado.
- 2.5.5 Agitar 1 min. y reposar de 20 a 30 min.
- 2.5.6 Agregar 100 c.c. de agua destilada.
- 2.5.7 Agregar 5 c.c. de ácido fosfórico.
- 2.5.8 Agregar 5 gotas de indicador: bario sulfonato de difenilamina.
- 2.5.9 Titular con sulfato ferroso .5N  
Vire pardo-verde seco-azul-verde esmeralda.

Cálculos:

$$\% \text{ Mat. orgánica} = \frac{(\text{ml. dicromató } \times N) - (\text{ml. sulfato } \times N \times f.c.) \times .69}{\text{g. de muestra}}$$

- 2.6 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL
  - 2.6.1 Pesar 5 gr. de suelo y colocarlos en un embudo con papel filtro.
  - 2.6.2 Agregar 5 veces (10 c.c. cada vez) de  $\text{CaCl}_2$  1N pH 7 (desechar el filtrado).
  - 2.6.3 Agregar 5 veces (10 c.c. cada vez) alcohol etílico 96° (desechar el filtrado)
  - 2.6.4 Agregar 5 veces (10 c.c. cada vez)  $\text{NaCl}$  1N pH 7 guardar el filtrado.
  - 2.6.5 Los últimos cinco filtrados ( $\text{NaCl}$ ) se recogen y se titula  $\text{Ca}^{+}$  por el método del versenato.

2.6.6 Método del versenato

Agregar 10 ml. de buffer pH 10

5 gotas de KCN

5 gotas de clorhidrato de Hidroxilamina

5 gotas de negro de eriocromo T

Titular con versenato 0.02 a que vire de púrpura a azul.

Cálculos:

$$\text{CICT meq/100 g} = \frac{\text{ml. de versenato} \times \text{N} \times \text{f.c.} \times 100}{\text{g de muestra}}$$

f.c. factor de corrección.

2.7 DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL

(Método de Kjeldahl)

Este método comprende dos fases:

2.7.1 La de digestión. Durante esta fase, las distintas formas de nitrógeno orgánico son oxidadas a nitrógeno inorgánico por medio del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  el cual se le adiciona  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ó  $\text{K}_2\text{SO}_4$  para subir su punto de ebullición y aumentar así la temperatura de la digestión. El  $\text{CuSO}_4$  ó  $\text{SeCCl}$  se emplean como catalizadores de la acción oxidante del  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , activándose la oxidación de la materia orgánica.

2.7.2 En la destilación durante esta fase, el nitrógeno transformado a iones amonio --  $(\text{NH}_4^+)$  durante la digestión, es liberado

mediante destilación en medio alcalino, y recibido en una solución de ácido bórico, en la que se determina por titulación con un ácido valorado.

### 2.7.3. PREPARACION DE REACTIVOS

Mezcla para la digestión, a 250 gr. de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ó  $\text{K}_2\text{SO}_4$  anhidro, añadir 8 gr. de  $\text{CuSO}_4$  y mezclar perfectamente.

Acido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Solución de ácido bórico al 4% ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )

Solución indicadora. Disolver 0.5 gr de verde de bromocresol y 0.1 gr. de rojo de metilo en 50 ml de alcohol etílico de 9%

Solución de hidróxido de sodio al 40%. Disolver 400 gr. de NaOH (escamas) y llevar a un volumen de 1000 ml con agua destilada.

Zinc metálico

Acido sulfúrico 0.1 N (valorado)

Parafina

Perlas de vidrio

Acido salicílico ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ )

tiosulfato de sodio

### 2.7.4 Procedimiento

Pesar 5 gr de suelo previamente tamizado y secado.

Envolverlo e introducirlo con todo y papel

Tome el matraz Kjeldahl, y poniéndolo en ángulo de 45°, agregue cuidadosamente 100 ml de NaOH al 40%, teniendo cuidado de que éste se deslice por la pared del matraz hasta el fondo del mismo sin mezclarse con la suspensión ácida de la muestra. Agregue inmediatamente 1 gr. de zinc metálico y unas 8 a 10 perlas de vidrio; conecte el matraz a la sección de destilación del aparato Kjeldahl, agítelo para mezclarlo, encienda el mechero y destile de 150 a 200 ml. Una vez destilado dicho volumen, baje el matraz receptor del amonio y apague el mechero.

Titule el amonio recibido en la solución bórica con solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Corra un blanco con todos los reactivos sin muestra.

Cálculos:

$$\% \text{ N total} = \frac{(\text{ml. H}_2\text{SO}_4 \text{ problema} - \text{ml. H}_2\text{SO}_4 \text{ blanco}) \times N \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de la muestra en gr.}}$$

2.8 pH

Se utilizó un potenciómetro Beckman Zermatic a 25°C usando 1:2 de suelo-agua y 1:2 suelo: KCl

2.8.1 Pesar 10 gr. de suelo.

- 2.8.2 Colocar en un frasco de vidrio.
- 2.8.3. Agregar 20 c.c. de H<sub>2</sub>O o 20 c.c. de solución de KClN con un pH 7.
- 2.8.4 Dejar reposar durante 30 minutos y hacer la lectura.
- 2.9 CAPACIDAD DE CAMPO
  - 2.9.1 Colocar el suelo en un cilindro de vidrio y taparlo con papel filtro.
  - 2.9.2 Colocar el cilindro con el suelo en una caja de Petri con agua destilada.
  - 2.9.3 Dejar saturar el suelo con agua durante veinticuatro horas.
  - 2.9.4 Retirar el cilindro con agua; pasado este tiempo de la caja de Petri con agua.
  - 2.9.5 Dejar drenar el agua durante 24 a 36 horas,
  - 2.9.6 Pesar una cápsula de porcelana en balanza analítica.
  - 2.9.7 Tomar una muestra representativa del suelo húmedo; para esto se toma el suelo del centro del cilindro, desechando el sobrante.
  - 2.9.8 Colocar el suelo húmedo en la cápsula de porcelana y pesar en balanza analítica.
  - 2.9.9 Colocar la cápsula de porcelana con el suelo húmedo en una estufa a 110°C de 24 a 48 horas.

2.9.10 Pesar la cápsula de porcelana con el suelo seco en la estufa.

Cálculos:

Cápsula + suelo seco - cápsula=SUELO SECO  
en gr.

Cápsula + suelo húmedo - cápsula=SUELO  
HUMEDO en gr.

PESO SUELO HUMEDO  
- PESO SUELO SECO  
PESO DEL AGUA

3.0 Infección de suelos con huevos de heces que presentaron parasitosis masiva.

3.1 En vasos de precipitado de 500 c.c. se colocó aproximadamente 500 gr. de suelo de las regiones descritas.

3.2 Se hicieron lotes de tres unidades por cada región determinada, se colocó un gramo de materia fecal procedente de pacientes infectados con Necator americanus

3.3 A la materia fecal se le practicó el método cuantitativo de dilución de Stoll, resultando con 5,200 huevos por gramo de heces (h.g.h), correspondiendo por lo tanto a una parasitosis masiva.

3.4 Con una espátula y abatelenguas se mezclaron perfectamente bien heces y suelo, humedeciéndose uniformemente con agua -

destilada y hervida.

- 3.5 Las series de lotes de tres unidades cada una se dispusieron en cuartos calientes con termostatos para mantener constante la temperatura y humedad.
- 3.6 Una serie de lotes por triplicado por cada región se le sometió a una temperatura de 25°C y humedad de 95%
- 3.7 La segunda serie de lotes infectados fue puesta a temperatura de 37°C y 85% de humedad.
- 3.8 La tercera serie y última, testigo, se mantuvo a temperatura de laboratorio.
- 3.9 Para mantener la humedad constante con una pipeta Pasteur se regó de dos a tres veces diarias con agua destilada y hervida, tratando de no saturar el suelo sino mantenerlo únicamente húmedo.
- 3.10 El control de la humedad se midió diariamente por medio de un higrómetro de suelos Terada.
- 3.11 Se hicieron lecturas diarias de los suelos a partir del segundo día de inicio del experimento en cada uno de ellos; para esto se usó el método de Baerman modificado.

- 4.0 Método cuantitativo de dilución de Stoll.
- 4.1 En una probeta con tapón esmerilado y graduada en 100 ml. se colocan 56 ml. de hidróxido de sodio 0.1N
- 4.2 Con dos aplicadores, se añade al líquido materia fecal suficiente para aforar a 60 ml.
- 4.3 Se añaden de 6 a 8 perlas de vidrio y se cierra cuidadosamente con su tapón de vidrio.
- 4.4 Si las heces son muy duras, se espera un tiempo a que se reblandezcan, y se agita fuertemente, de arriba abajo, durante un minuto hasta obtener una suspensión homogénea.
- 4.5 Los huevos y restos empiezan a precipitar en cuanto cesa la agitación. Con una pipeta de 1 ml, se toma inmediatamente 0.15 ml del centro de la suspensión. Se recomienda este volumen que da una muestra significativa para el recuento. Llevando la punta de la pipeta al centro del matraz, el error debido a precipitación de los huevos disminuye.
- 4.6 Pasar la totalidad del contenido de la pipeta a un portaobjetos de 74 x 38 mm y se

agrega una gota de lugol parasitológico.

- 4.7 Se cubre con un cubreobjetos de 22 mm x40mm. No se sella, pues la parafina podría enmascarar algunos huevos.
- 4.8 Se examina la preparación sistemáticamente con el objetivo a seco débil. Explorando toda la preparación.
- 4.9 Se cuentan todos los huevos de uncinarias de la preparación, cuidando de no contar dos veces el mismo huevo.
- 4.10 Se multiplica el número obtenido por 100, obteniéndose así el número total de huevos por ml. de heces duras. Con las heces -- blandas este último número se multiplica -- por un factor de corrección de 2; este factor es de 4 con heces diarreicas.

5.0 Método de Baerman modificado.

- 5.1 En un embudo de vidrio de tallo largo de 7 cm de diámetro se pone un trozo de tubo de caucho provisto de unas pinzas, y en la parte ancha del embudo se coloca una malla de alambre de 6 mm a una distancia de 4 cm arriba del embudo cubierta por una capa de percal.
- 5.2 Se colocan 20 gr de suelo infectado arriba del embudo sobre la capa de percal, se llena el embudo con agua destilada a 25°C -

hasta cubrir la parte inferior del suelo.

5.3 Se mantiene en estas condiciones durante 6 horas, tiempo promedio considerado como suficiente; para que se reúnan todas las larvas existentes en el suelo, localizándose éstas a nivel del tubo de caucho y parte baja del embudo.

5.4 Se colectó toda el agua y se trasladó a matraces; para matar y fijar las larvas se agrega una pequeña cantidad de alcohol 70° caliente.

#### 6.0 Observación y cuenta de larvas.

6.1 El agua conteniendo las larvas y obtenida diariamente en cada uno de los días que duró la experimentación, se observó en su totalidad en un microscopio estereoscópico.

6.2 En cajas de Petri se colocaron las muestras de agua y con una pipeta Pasteur se fueron transfiriendo las larvas una por una a otra caja de Petri conteniendo lactofenol como aclarador, se dejaron en este sitio por -- espacio de veinticuatro horas, después de lo cual se montaron entre cubre y portaobjetos con bálsamo de Canadá o resina sintética para su observación y medición al microscopio.

- 6.3 Haciéndose por lo tanto cuenta de huevo se clon io na do s di ar ia m e n t e dur an te t o d a dur ac i o n del ex pe ri m e n to, a d e m á s de la m e d i c i o n r e s p e c t i v a d e l a s l a r v a s e n c a d a u n o d e l o s d i a s para o b s e r v a r y v a l o r a r por m e d i o d e e ste m e t o d e l c a m b i o d e u n e s t a d i o a o t r o.
- 6.4 La medición de las larvas se realizó en un microscopio Zeiss con objetivo a seco débil, y objetivo a seco fuerte calibrado con un ocular 10 X y para la determinación del estadio en el cual se encontraban, se tomó como base la lista de características morfológicas y medidas anotadas en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1

LISTA DE CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y MEDIDAS PARA LA IDENTIFICACION DE LARVAS RHABDITOIDES DE Necator americanus (Stiles, 1902) Stiles, 1906

ESTRUCTURAS MORFOLOGICAS	CARACTERISTICAS
- Tamaño de la larva del primer estadio rhabditoide.	De 250 a 479 micras de longitud por 17 a 20 micras de diámetro como máximo.
- Tamaño de la larva del segundo estadio rhabditoide.	De 480 a 500 micras de longitud por 30 o más micras de diámetro.
- Cavidad bucal	Alargada, en comparación con la de <u>Strongyloides</u> que es corta; revestida de cutícula y angosta.
- Esófago	Alcanza un tercio de la longitud del cuerpo.
- Bulbo esofágico	De forma piriforme conectada al esófago en su porción anterior a una región adelgazada llamada istmo (circundada por el anillo nervioso)
- Intestino	Intestino medio comprende la mayor parte del tubo intestinal extendido en línea recta.
- Recto	Es corto y desemboca en la parte ventral en la transición con la cola.
- Esbozo genital	Apenas visible, poco perceptible, prácticamente no existe. en comparación con el de <u>Strongyloides</u> que es mucho más desarrollado y visible.

TABLA 2

LISTA DE CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y MEDIDAS PARA LA IDENTIFICACION DE LARVAS  
 FILARIFORMES DE Necator americanus (Stiles 1902) Stiles 1906

ESTRUCTURAS MORFOLOGICAS	CARACTERISTICAS
- Longitud del cuerpo	600 micras
- Longitud del cuerpo con vaina	660 micras
- Forma de la parte anterior del cuerpo	Redondeado como el polo más agudo de un huevo de gallina
- Forma del cuerpo	Pequeño, más grueso y en forma de hueso
- Estriaciones transversas de la vaina	Vaina conspicuamente estriada, más claramente observadas alrededor de la parte posterior de la vaina.
- Boca	Alanzada y aparece oscura
- Esófago	El esófago es más angosto que el intestino
- Intestino	Tramo anterior tan ancho como un bulbo esofágico
- Movimientos	Poco más activos que <u>Strongyloides</u> , locomoción caracterizada por movimientos ondulatorios hacia afuera
- Estructura del final de la cola	Extremo caudal afilado

## RESULTADOS

### I. CARACTERISTICAS EDAFOLOGICAS

A las muestras recogidas de los tres sitios de la Sierra de Puebla; Yancuictlalpan, Alahuacapan y Xiloxochico, se les practicaron análisis edafológicos con las técnicas mencionadas en el método, con el objeto de conocer algunas propiedades físicas y químicas, las cuales se enumeran resumidas en la tabla 3, en la que observamos que los suelos correspondientes a Yancuictlalpan y Xiloxochico muestran valores semejantes en algunas características tales como: color, pH, contenido de materia orgánica y capacidad de campo; sin embargo, en lo que respecta a las características físicas como densidad aparente, muestran datos diferentes, siendo más alto el valor de ésta en el suelo de Yancuictlalpan con .99g/ml en comparación con los .84 g/ml del de Xiloxochico; esto mismo se observa en la textura, ya que para el primero el contenido de arcilla es de 38% y el de arena más bajo, 36%, lo contrario de lo que se obtuvo en el suelo de Xiloxochico que fue de 15% y 49% respectivamente.

El porcentaje de porosidad para los dos suelos, como se observa, es completamente diferente, siendo más alto el de Xiloxochico con 61%, ya que Yancuictlal-

pan presentó 48%.

En cuanto a las características químicas, vemos que hay diferencias en la capacidad de intercambio de cationes totales, siendo más elevada en el suelo de Xiloxochico con 33.2 meq/100 g que en el de Yancuictlalpan con 28.2%.

Al analizar los resultados, observamos que los valores más altos, tanto en propiedades físicas como químicas, las presenta el suelo de Xiloxochico, excepto en densidad aparente donde tiene el valor más bajo de los tres suelos, siendo éste de .84 g/ml.

Los resultados obtenidos en el suelo de Alahuacapan representan los valores más bajos en la mayoría de las propiedades, sobre todo en lo que se refiere al pH, materia orgánica, capacidad de campo, capacidad de intercambio de cationes y porcentaje de nitrógeno, en comparación con los otros dos suelos; por otro lado observamos que algunas propiedades físicas de los suelos como son la densidad aparente y real, textura y porcentaje de porosidad, Alahuacapan y Yancuictlalpan muestran valores semejantes como se observa en la tabla 3 siendo la densidad aparente de .99 g/ml para ambos y la densidad real de 1.97 y 1.92 g/ml respectivamente; la textura obtenida a partir del porcentaje de partículas de arena, arcilla y limo corresponde para los dos a la llamada Migajón-arcilloso en el triángulo de texturas; y el porcentaje de porosidad es de 50% para Alahuacapan y 48% para Yancuictlalpan.

El suelo de Yancuictlalpan presenta semejanzas más notables en las características físicas con el suelo de Alahuacapan, pero no así en las características químicas; en cambio son más notables en similitud las propiedades químicas con el suelo de Xiloxochico sobre todo en el pH.

## II. EFICACIA DE LOS SUELOS PARA UNA MAYOR ECLOSION.

Los huevos de Necator americanus que fueron depositados en los suelos de Yancuictlalpan, Alahuacapan y Xiloxochico, y a los cuales se les sujetó a dos diferentes condiciones de temperatura y humedad, 25°C y 95% de humedad y 37°C y 85% de humedad, durante un lapso de 15 a 17 días se observaron cada veinticuatro horas por medio del método de Baerman, obteniéndose el siguiente resultado:

Los huevos de Necator americanus eclosionan con más rapidez, la duración de los estadios larvarios es más prolongada y el número de huevos eclosionados en total es más alto a 25°C y 95% de humedad como se observa en las tablas 4,6,8 y gráficas 1,3 y 5.

En la gráfica 9 se compara de una manera proporcional que la eclosión total de huevos alcanza valores más altos en los tres suelos a 25°C y 95% de humedad que con la otra variante introducida.

En la tabla 11 se observa el porcentaje de eclosión en los distintos suelos y con diferentes tempera-

turas y humedades, siendo el suelo de Yancuictlalpan donde se encontró el mayor número de larvas (274) y, por lo tanto, el que presenta el mayor índice en eclosión y el más eficiente para ésta, siguiéndole Xiloxochico con 193, y por último Alahuacapan con 25, correspondiéndoles 5.26% 3.7% y 0.48% de eclosión a cada suelo, respectivamente.

Para conocer cuales fueron los días durante el curso experimental en los que se llevó a cabo la mayor eclosión en los diferentes suelos, la duración de la investigación se dividió en tres períodos, constando cada uno de cinco días, como se observa en las gráficas 7 y 8 y tabla 10 observando que en los suelos de Yancuictlalpan y Alahuacapan la mayor eclosión de huevos se presentó en el segundo período o sea entre el sexto al décimo días, a las dos condiciones de temperatura y humedad, y que en el suelo de Xiloxochico la mayor eclosión se realizó en el primer período o sea entre el primero y quinto días a 25°C y 95% de humedad y en el segundo período a 37°C y 85% de humedad.

### III. VELOCIDAD EN LA ECLOSION Y DESARROLLO LARVALES

La temperatura y humedad más favorables para la eclosión de huevos fué de 25°C y 95% de humedad, pero también en estas condiciones el inicio de la eclosión es más rápida llevándose a cabo entre los primeros tres y cinco días después de habérseles depositado en los suelos;

haciendo hincapié en que la eclosión a la otra condición o sea a 37°C y 85% de humedad se realiza entre los cuatro y seis días de haberse iniciado el experimento (gráfica 2,4 y 6)

Las gráficas 1,3 y 5 nos muestran la frecuencia relativa de los estadios larvarios a 25°C y 95% de humedad, pudiéndose apreciar al mismo tiempo el inicio de la eclosión en los tres suelos.

En la gráfica 1 observamos que la eclosión en el suelo de Yancuictlalpan se inició cinco días después de haberse depositado los 5,200 huevos, notando que el primer día de aparición larvaria, o sea el quinto, se presenta los dos estadios rhabditoideos y éstos se mantienen durante todo el curso experimental; el tercer estadio o filariforme aparece al sexto día, manteniéndose en forma irregular en el experimento con una duración de seis días y en bajo porcentaje con respecto a los dos estadios anteriores y presentan su máximo pico al decimosegundo día con un 63%, un día antes del fin del experimento.

El primer estadio rhabditoide presenta su máximo pico el día de su aparición con un 95% y el segundo rhabditoide al octavo día con un 78%.

Comparando la gráfica 1 con la gráfica 2 - que se obtuvo a la condición de 37°C y 85% de humedad observamos que la eclosión fué 24 horas más rápida que a 25°C y 95% de humedad, siendo ésta la única excepción en

la rapidez de eclosión, presentándose los tres estadios - larvarios el mismo día de aparición larvaria, y observando además que las larvas pasan de un estadio a otro rápidamente; el mismo día de aparición larvaria es el único en el que se encuentra presente el primer estadio larvario en un 30% y el tercero o filariforme con 40%, notándose de una manera franca que éste último estadio es el que domina en cantidad y frecuencia en todo el experimento; el segundo - estadio rhabditoide se presenta durante todo el experimento pero muy por debajo del porcentaje del tercer estadio.

En la gráfica 3, que corresponde a la frecuencia larvaria en el suelo de Alahuacapan a 25°C y 95% de humedad vemos que el inicio de la eclosión se realizó a los cinco días, pero sin obtenerse larvas del primer estadio, ya que las encontradas se hallaban en segundo estadio rhabditoide, observándose asimismo que la presencia larvaria es muy irregular puesto que durante cuatro días no hubo aparición de ellas, el segundo estadio rhabditoide se estuvo - presentando durante seis días; el tercer estadio o filariforme aparece al séptimo día y se mantiene durante cinco - días; comparando estos datos con los obtenidos a 37°C y 85% de humedad, tenemos que la eclosión se presenta 24 horas - después que a los 25°C y 95% de humedad como se observa en la gráfica 4, sin embargo en estas condiciones el 80% de las larvas encontradas se hallaban en segundo estadio y el 20% restante en tercer estadio o infectante observándose -

que las larvas cambian rápidamente de estadio larvario notándose que dentro de los quince días de observación solo en el sexto y séptimo días hubo aparición larvaria.

En la gráfica 5 que corresponde al suelo de Xiloxochico, se observa que a 25°C y 95% de humedad la eclosión se inicia a los tres días de haber sido depositados los huevos, siendo en este suelo y en estas condiciones de temperatura y humedad donde se realiza más tempranamente la eclosión, encontrándose el primer estadio rhabditoide en un 100%, pero la duración de este estadio es más corta, ya que se observa únicamente durante cinco días; el segundo estadio rhabditoide aparece al cuarto día, aumentando progresivamente hasta alcanzar un máximo de 86% al sexto día y una duración de seis días, el tercer estadio o filariforme aparece al sexto día, prolongándose su aparición hasta el fin del experimento.

La anterior gráfica, comparándola con la gráfica 6 que corresponde a la condición de 37°C y 85% de humedad, nos muestra que la eclosión se inicia a los cinco días, pero sin observarse el primer estadio rhabditoide, ya que aparece el segundo junto con el tercer estadio o filariforme, pero en mayor porcentaje siempre las larvas del tercer estadio.

La permanencia de las larvas del segundo estadio es de cuatro días y las del tercer estadio o filariforme durante todo el curso del experimento.

Al comparar las gráficas 2,4 y 6 correspondientes a 37°C y 85% de humedad observamos que el primer día de aparición larvaria siempre se presentan reunidos dos estadios, como sucede en Alahuacapan y Xiloxochico, donde están presentes el segundo y tercer estadios o los tres, como en Yancuictlalpan.

#### IV. VIABILIDAD DE HUEVOS Y LARVAS.

En las gráficas 1, 5, correspondientes a 25°C y 95% de humedad, observamos que ésta es la condición más apta para conservar la viabilidad de los huevos de Necator americanus, siendo más aparente en los suelos de Yancuictlalpan y Xiloxochico puesto que es donde se observa la aparición y duración por más tiempo del primer estadio rhabditoide y prolongándose por más tiempo el segundo estadio -- rhabditoide en el suelo de Xiloxochico sugiriendo esto que los huevos mantienen su viabilidad y que debido a ello siguen eclosionando de manera continua, poniéndose esto de manifiesto al encontrar durante más días en el experimento el primer estadio rhabditoide.

De acuerdo a las gráfica 2,4,6 vemos que la aparición del tercer estadio o filariforme, se realiza más tempranamente a 37°C y 85% de humedad, tendiendo por lo tanto las larvas a alcanzar lo más pronto posible a su huésped, en caso de no acontecer esto durarán menos tiempo con vida en este estadio, por lo que la viabilidad larval se reduce.

TABLA 3

CARACTERISTICAS EDAFOLOGICAS DE YANCUICTLALPAN,  
ALAHUACAPAN Y XILOXOCHICO

CARACTERISTICAS		YANCUICTLALPAN	ALAHUACAPAN	XILOXOCHICO
COLOR	SECO	10 yR 5/1 Gris	10 yR 4/2 café obscuro grisáceo.	10 yR 4/2 café obscuro grisáceo.
	HUMEDO	2.5 yR 2/0 Negro	10 yR 3/2 café obscuro muy grisáceo	10 R 2/1 negro rojizo.
DENSIDAD	APARENTE	.99 g/ ml	.99 g/ml	.84 g/ml
	REAL	1.92 g/ml	1.97 g/ml	2.2 g/ml
pH	H <sub>2</sub> O	6.8 H <sub>2</sub> O	5.6 H <sub>2</sub> O	6.8 H <sub>2</sub> O
	KCl	6.8 KCl	5.0 KCl	6.5 KCl
MATERIA ORGANICA		24.1 %	15.6 %	27.45 %
TEXTURA	ARENAS	36 %	39 %	49 %
	ARCILLAS	38 %	36 %	15 %
	LIMOS	26 %	25 %	36 %
		MIGAJON-ARCILLOSO	MIGAJON ARCILLOSO	FRANCO
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL		28.2 meq/100g	21.4 meq/100g	33.2 meq/100g
% POROSIDAD		48 %	50 %	61 %
% NITROGENO		.523	.492	.710
CAPACIDAD DE CAMPO		63.49 %	45.88 %	64.42 %

TABLA 4

OBSERVACIONES REALIZADAS EN MUESTRAS DE LARVAS OBTENIDAS DE 274 HUEVOS ECLOSIONADOS DE Necator americanus DE UN TOTAL DE 5,200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE YANCUICTLALPAN, PUE. A 25°C y 95% DE HUMEDAD.

Días	Huevos eclosionados	Número de larvas medidas	Estadio larval %			Medidas de las larvas (micras)						
			I	II	III	Mín. I	Max.	Min. II	Max.	Min. III	Max.	
1a.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	45	20	95.0	5.0	-	315	471	486	-	-	-	-
6	30	12	50.0	33.3	16.7	319	436	502	516	608	611	-
7	21	18	28.0	44.4	28.0	364	471.2	483	578	632	-	-
8	11	9	22.0	78.0	-	425	450	483	563.5	-	-	-
9	40	22	27.0	73.0	-	456	471.2	500	563.5	-	-	-
10	40	19	10.6	63.1	26.3	441	444.6	483.6	579.4	601	638.2	-
11	48	25	4.0	64.0	32.0	471.2	-	483	595	612	644	-
12	30	19	10.6	26.3	63.1	462	471	499.2	595	623	665	-
13	9	4	50.0	50.0	-	507	585	612	-	-	-	-

TABLA 5

OBSERVACIONES REALIZADAS EN MUESTRAS DE LARVAS OBTENIDAS DE 248 HUEVOS ECLOSIONADOS DE Necator americanus, DE UN TOTAL DE 5.200. DEPOSITADOS EN EL SUELO DE YANCUICTLALPAN, PUE. A 37°C y 85% DE HUMEDAD

Días	Huevos eclosionados.	Número de larvas medidas	Estadio de la larvas %			Medidas de las larvas (micras)					
			I	II	III	Mín <sup>I</sup>	Max	Mín <sup>II</sup>	Max	Mín <sup>III</sup>	Max
1 a 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	21	10	30.0	30.0	40.0	338.1	450.8	483.0	579.6	611.8	652.0
5	37	22	-	13.7	86.3	-	-	483.0	595.7	611.8	672.0
6	45	26	-	26.9	73.1	-	-	563.5	595.7	611.8	672.0
7	35	26	-	7.7	92.3	-	-	596.0	597.8	611.8	672.0
8	46	19	-	31.6	68.4	-	-	515.2	595.7	611.8	652.0
9	39	30	-	10.0	90.0	-	-	547.4	595.7	611.8	663.0
10	6	3	-	33.3	66.7	-	-	531.3	644.0	-	-
11	9	4	-	50.0	50.0	-	-	579.6	595.7	652.5	-
12	6	2	-	100.0	-	-	-	499.1	515.2	-	-

TABLA 6

OBSERVACIONES REALIZADAS EN MUESTRAS DE LARVAS OBTENIDAS DE 25 HUEVOS ECLOSIONADOS DE Necator americanus, DE UN TOTAL DE 5,200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE ALAHUACAPAN, PUE, A 25°C y 95% DE HUMEDAD

Días	Huevos eclosionados	No. de larvas medidas	Estadio de las larvas %			Medidas de las larvas observadas (micras)					
			I	II	III	Mín I	Max	Mín II	Max	Mín III	Max
1 a 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	1	-	100.0	-	-	-	576.0	-	-	-
6	1	1	-	100.0	-	-	-	576.0	-	-	-
7	1	1	-	-	100.0	-	-	-	-	611.8	-
8	6	3	-	25.0	75.0	-	-	595.7	-	611.8	644.8
9	8	5	-	80.0	20.0	-	-	547.2	596.5	611.8	-
10 y 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4	2	-	-	100.0	-	-	-	-	611.8	652.2
13	2	2	-	100.0	-	-	-	563.2	-	-	-
14 y 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2	2	-	50.0	50.0	-	-	563.2	-	653.0	-



TABLA 8

OBSERVACIONES REALIZADAS EN MUESTRAS DE LARVAS OBTENIDAS DE 193 HUEVOS ECLOSIONADOS DE *Necator americanus*, DE UN TOTAL DE 5,200, DEPOSITADOS EN EL SUELO DE XILOXOCHICO PUE. A 25°C y 95% DE HUMEDAD

Días	Huevos eclosionados.	No. de larvas medidas	Estadio de las larvas %			Medidas de las larvas observadas (micras)					
			I	II	III	Mín I	Máx I	Mín II	Máx II	Mín III	Máx III
1 y 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	9	9	100.0	-	-	285.0	434.0	-	-	-	-
4	93	23	74.0	26.0	-	284.0	450.0	483.0	532.0	-	-
5	19	10	22.2	77.8	-	434.0	450.0	483.0	579.6	-	-
6	24	11	-	85.7	14.3	-	-	515.2	579.6	644.00	-
7	23	11	19.0	81.0	-	362.0	450.8	483.0	563.5	-	-
8	10	8	25.0	75.0	-	418.6	434.7	515.2	563.5	-	-
9	8	6	-	50.0	50.0	-	-	563.5	595.7	611.8	823.0
10	4	4	-	-	100.0	-	-	-	-	623.0	644.0
11	3	2	-	-	100.0	-	-	-	-	644.0	-

TABLA 9

OBSERVACIONES REALIZADAS EN MUESTRAS DE LARVAS OBTENIDAS DE 128 HUEVOS ECLOSIONADOS DE Necator americanus, DE UN TOTAL DE 5,200, DEPOSITADOS EN EL SUELO DE XILOXOCHICO, PUE, A 37°C y 85% DE HUMEDAD

Días	Huevos eclosionados	No. de larvas medidas	Estadio de las larvas %			Medidas de las larvas observadas (micras)						
			I	II	III	Min I	Max I	Min II	Max II	Min III	Max III	
1 a 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	23	10	-	20.0	80.0	-	-	595.7	-	644.0	-	-
6	24	5	-	-	100.0	-	-	-	-	652.0	660.0	-
7	52	15	-	33.3	66.7	-	-	563.0	-	660.0	-	-
8	4	2	-	50.0	50.0	-	-	563.0	-	660.0	-	-
9	11	7	-	14.3	85.7	-	-	595.7	-	627.9	660.1	-
10	4	3	-	-	100.0	-	-	-	-	644.8	-	-
11 y 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	8	2	-	-	100.00	-	-	-	-	653.0	660.0	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1	1	-	-	100.0	-	-	-	-	652.8	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1	1	-	-	100.0	-	-	-	-	660.0	-	-

TABLA 10

OBSERVACION COMPARATIVA DE LA ECLOSION DE HUEVOS EN DIAS-PERIODOS SUJETOS A DOS DIFERENTES TEMPERATURAS Y HUMEDADES EN SUELOS DE TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA DE PUEBLA, A LOS QUE SE LES DEPOSITO UN NUMERO CONSTANTE DE 5,200 HUEVOS

LOCALIDAD	HUEVOS ECLOSIONADOS					
	a 25°C y 95% de humedad			a 37°C y 85% de humedad		
	DIAS	-	PERIODOS	DIAS	-	PERIODOS
	I	II	III	I	II	III
1-5	6-10	11-16	1-5	6-10	11-16	
YANCUICTLALPAN	45	142	87	58	173	17
ALAHUACAPAN	1	16	8	0	14	0
XILOXOCHICO	121	69	3	23	95	10

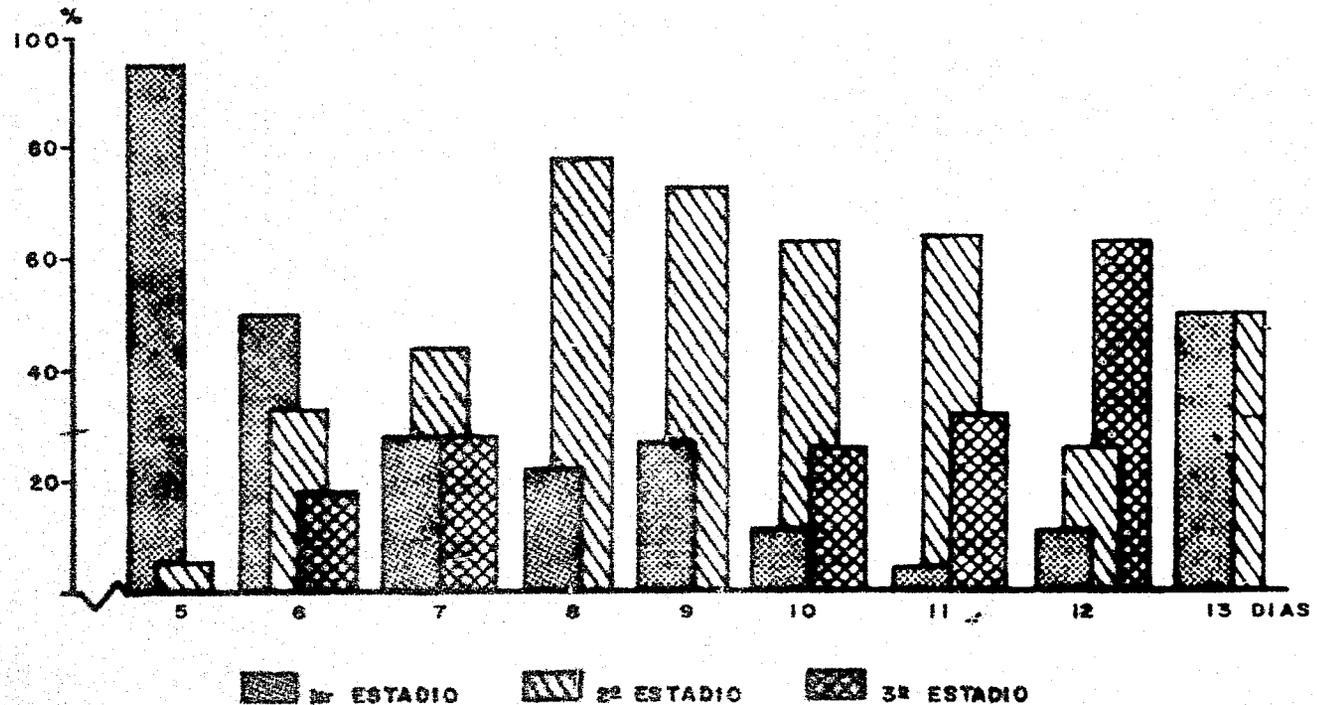
TABLA 11

PORCENTAJE DE ECLOSION DE UN TOTAL DE 5,200 HUEVOS DEPOSITADOS EN CADA UNO DE LOS SUELOS DE TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA DE PUEBLA Y SUJETOS A DOS CONDICIONES DIFERENTES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

	HUEVOS ECLOSIONADOS			
	a 25°C y 95% de Humedad		a 37°C y 85% de Humedad	
	Total	% de 5,200	Total	% de 5,200
YANCUICTLALPAN	274	5.26	248	4.76
ALAHUACAPAN	25	0.48	14	0.26
XILOXOCHICO	193	3.7	128	2.46

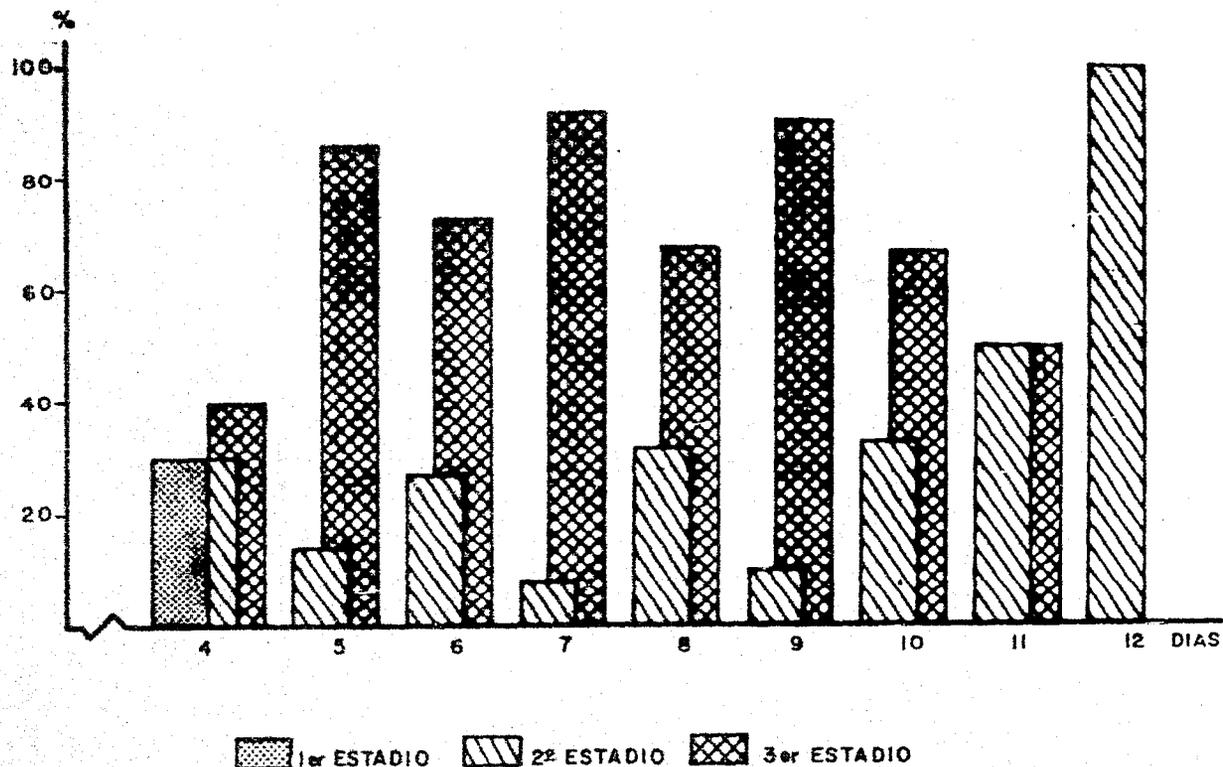
GRAFICA I

PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 274 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE YANCUICTLALPAN PUE. A 25°C Y 95% DE HUMEDAD



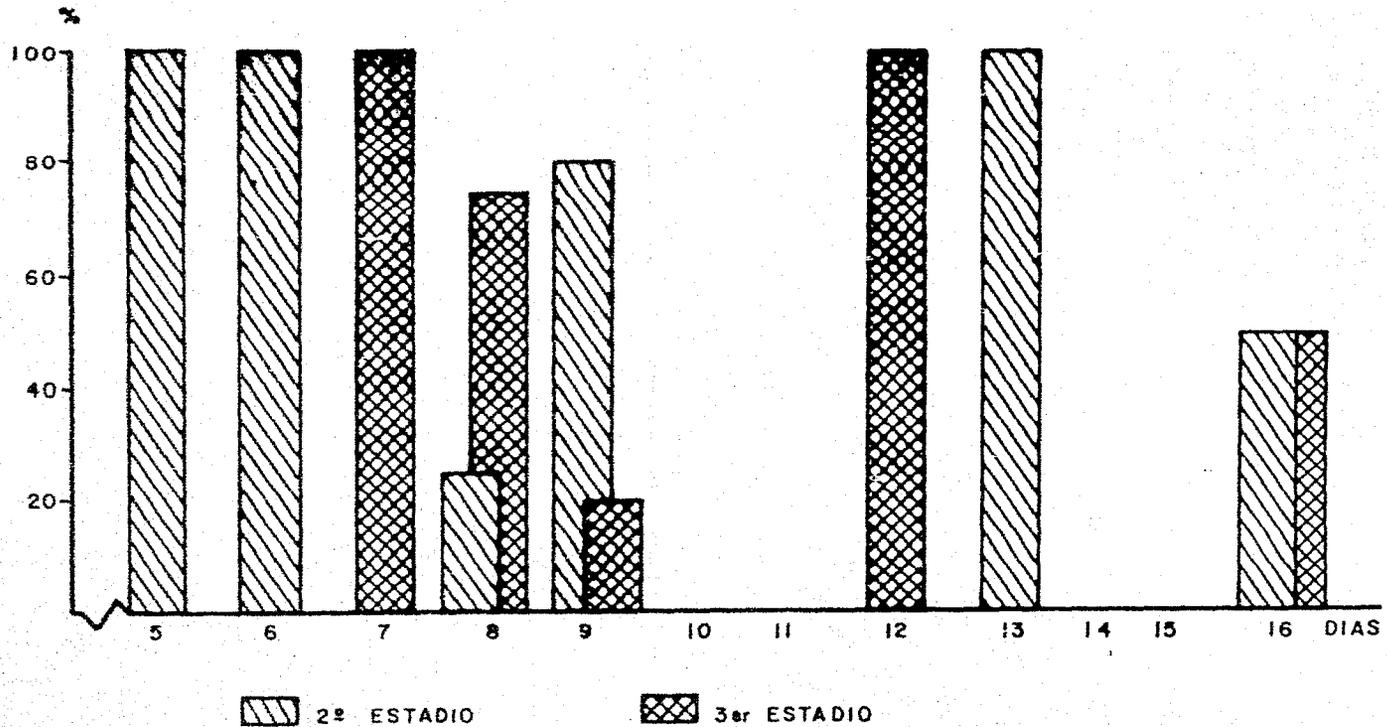
## GRAFICA 2

PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 248 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE YANCUICTLALPAN PUE. A 37°C Y 85% DE HUMEDAD



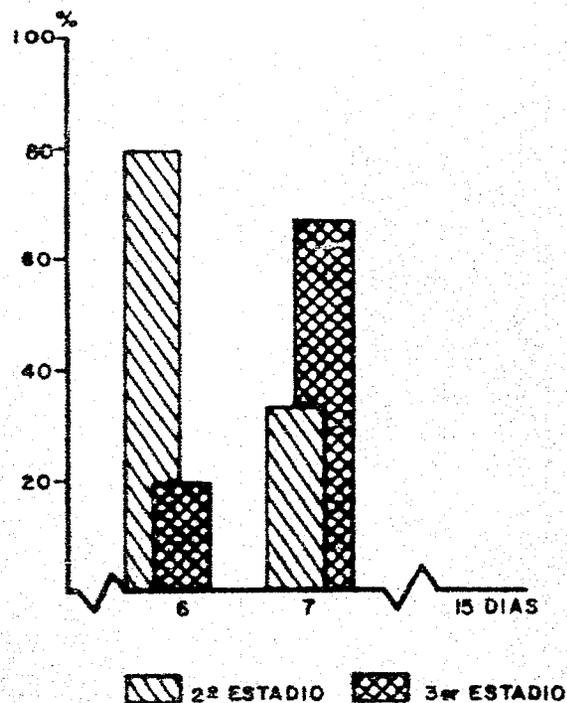
GRAFICA 3

PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 25 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE ALAHUACAPAN, PUE. A 25°C Y 95% DE HUMEDAD



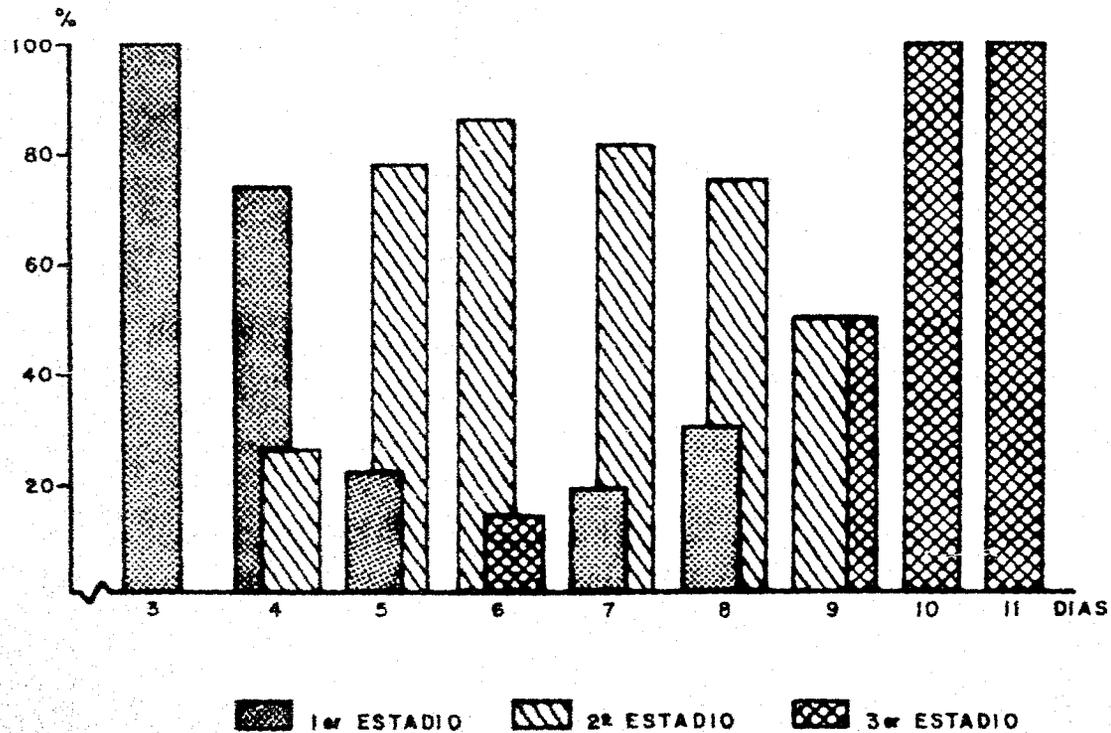
#### GRÁFICA 4

PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 14 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE ALAHUACAPAN, PUE. A 37°C Y 85% DE HUMEDAD



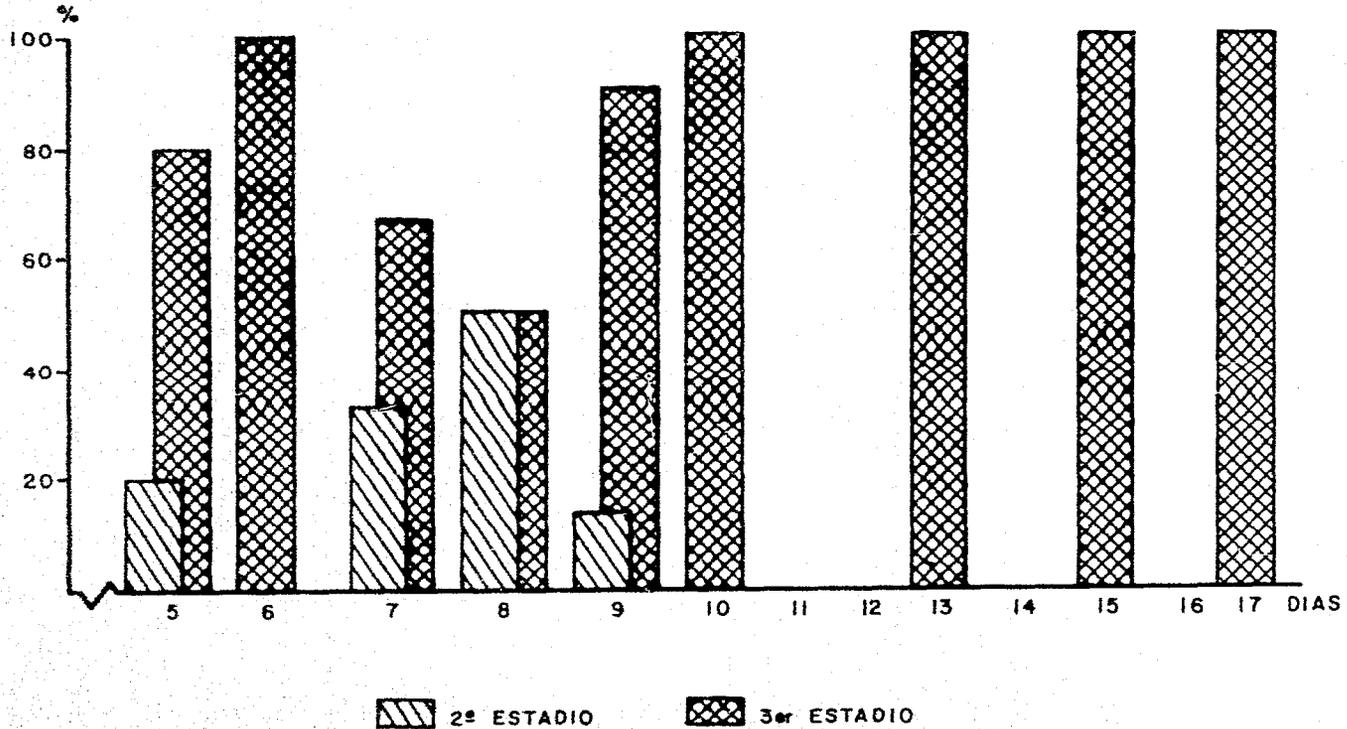
### GRAFICA 5

PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 193 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE XILOXOCHICO, PUE. A 25°C Y 95% DE HUMEDAD



GRAFICA 6

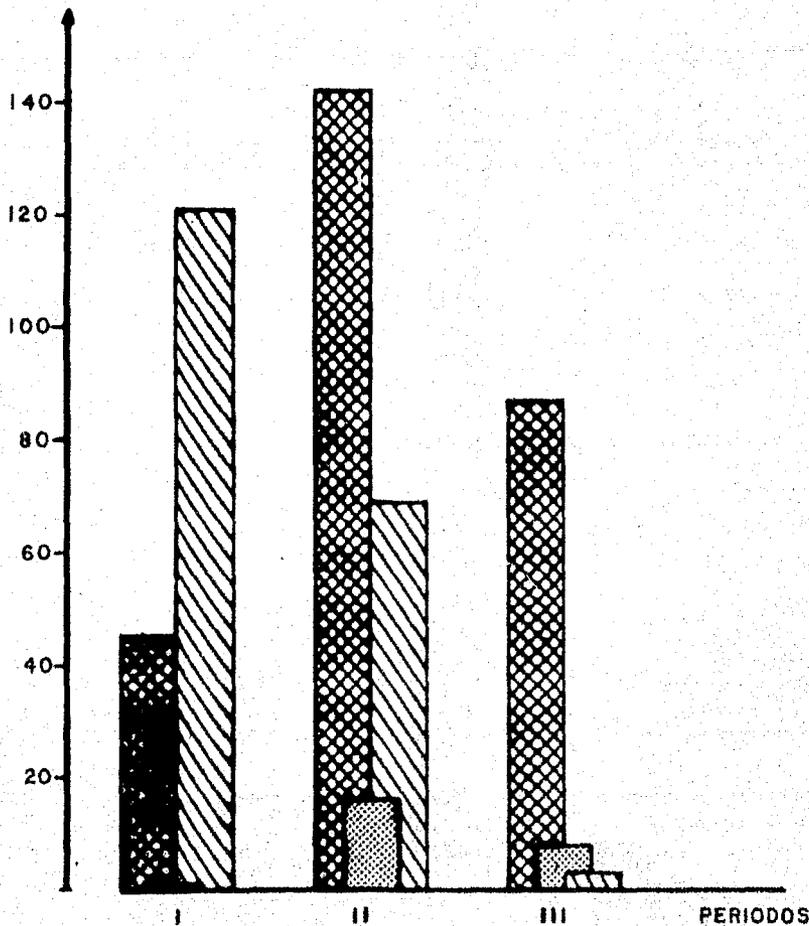
PORCENTAJE RELATIVO DEL ESTADIO LARVARIO OBSERVADO EN LAS MUESTRAS RECOGIDAS DE 128 HUEVOS ECLOSIONADOS, DE LOS 5200 DEPOSITADOS EN EL SUELO DE XILOXOCHICO, PUE. A 37°C Y 85% DE HUMEDAD



GRAFICA 7

HUEVOS ECLOSIONADOS A 25°C DE TEMPERATURA Y 95% DE HUMEDAD, EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO Y TIPOS DE SUELO

HUEVOS ECLOSIONADOS

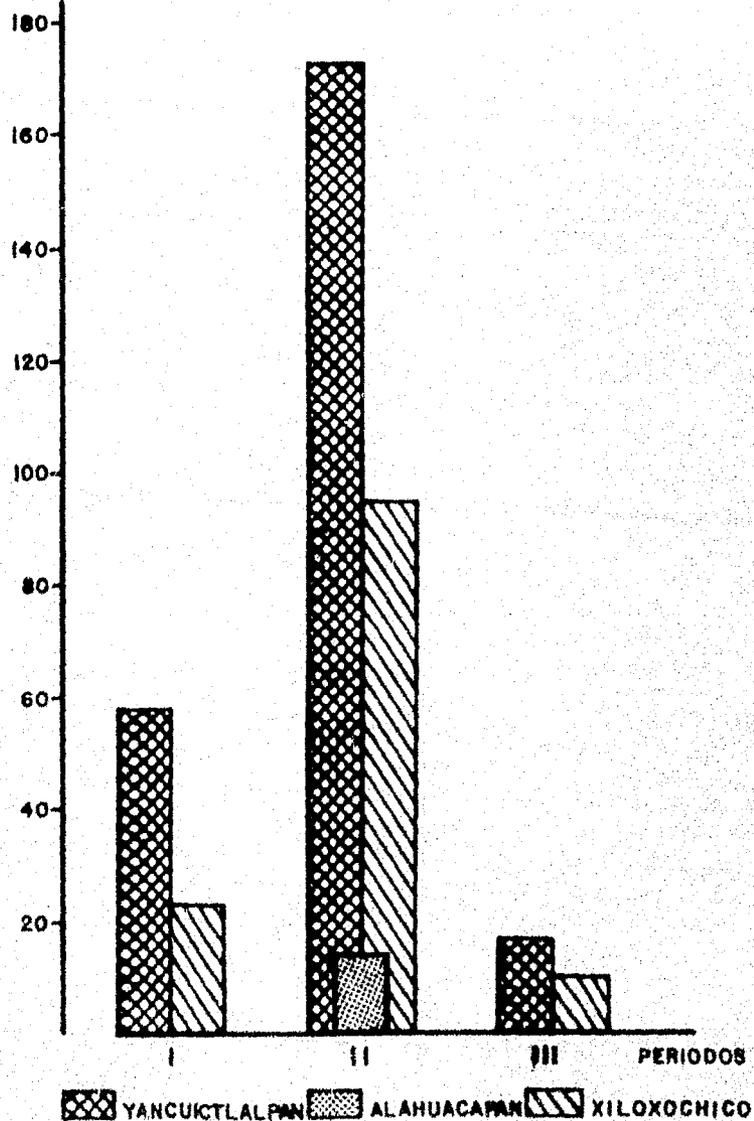


YANCUICTLALPAN ALAHUACAPAN XILOXOCHICO

GRAFICA 8

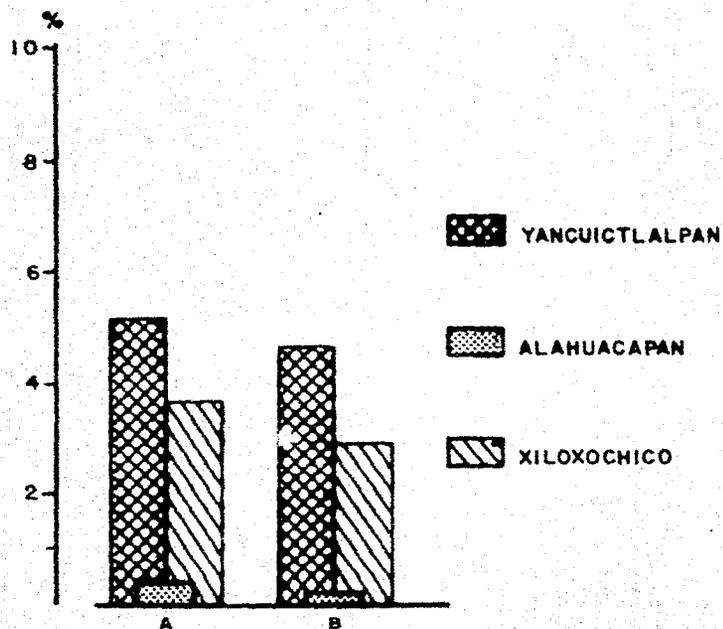
HUEVOS ECLOSIONADOS A 37°C DE TEMPERATURA  
Y 85% DE HUMEDAD EN DIFERENTES PERIODOS  
DE TIEMPO Y TIPOS DE SUELO

HUEVOS  
ECLOSIONADOS



GRAFICA 9

ECLOSION PROPORCIONAL DE 5200 HUEVOS DE NECATOR AMERICANUS  
SEMBRADOS EN TRES TIPOS DE SUELO SOMETIDOS A DISTINTAS  
CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD



A: 25° C Y 95% DE HUMEDAD

B: 37° C Y 85% DE HUMEDAD

## D I S C U S I O N

Con relación a las características presentes en los suelos de las tres regiones de la Sierra de Puebla, es notorio observar que el color que presentan al estado seco, resultaron ser del mismo matiz (grisáceo) y que cambian un poco al estado húmedo, ya que se tornan oscuros, de acuerdo con la clasificación de Munsell caen dentro del matiz que abarca tanto los grises como los negros; esta característica del suelo está dada por varios factores, tales como contenido de materia orgánica, condición de aireación y drenaje, siendo de gran importancia para el desarrollo larval de los ancilostómidos.

Las condiciones de humedad a las que están sujetos estos suelos, son debidas a la precipitación pluvial; es notorio observar que cuando el suelo de Alahuacapan se humedece, presenta cambios en el color, adquiriendo un café oscuro grisáceo, en cambio es negro para Yancuictlalpan y negro rojizo para Xiloxochico, lo cual nos indica que estos últimos suelos tienen mayor capacidad de mantener y almacenar por más tiempo el calor, puesto que no admiten fluctuaciones muy grandes de temperatura y humedad.

El alto porcentaje de materia orgánica en los suelos se debe a que son utilizados para cultivo de café

y a que están sometidos continuamente a la descomposición de hojas o residuos del fruto.

En lo referente a textura o contenido de partículas del suelo y de acuerdo con el triángulo de texturas, el cual se basa en el porcentaje de los granos (arena, arcilla, limo), los suelos francos deben presentar de 7 a 27% de arcilla, 28 a 50% de limo y menos del 52% de arena. valores encontrados en el suelo de Xiloxochico. y para que sean miga jón arcilloso deben presentar de 27 a 40% de arcilla y 20 a 45% de arena según datos hallados en Alahuacapan y Yancuictlalpan.

Relacionando los datos de textura con el porcentaje de porosidad obtenido, observamos que los suelos guardan un mismo patrón, esto es que el que tiene mayor porcentaje de arenas y menor de arcillas es el mismo que tiene mayor porcentaje de porosidad.

Entre los suelos estudiados, el que presenta mejores condiciones de drenaje y aireación, es el suelo de Xiloxochico; los suelos de Yancuictlalpan y Alahuacapan presentan una situación en la que se compensa el movimiento rápido del aire y el agua que existe en las arenas, con la retención y movimiento lento del aire y agua en las arcillas. Sin embargo, en el suelo de Xiloxochico se podría esperar que tuviera un porcentaje de espacio poroso menor que cualquier otro de los suelos estudiados, lo cual no ocurre así - debido a su alto porcentaje de materia orgánica, la que al descomponerse ayuda a estabilizar la estructura del suelo, -

es decir al acomodamiento de las partículas sólidas.

De acuerdo con el contenido de gases presentes en el suelo, es importante señalar que el oxígeno es un factor limitante para la eclosión y desarrollo de huevos de ancilostómidos, debido a que la proporción de oxígeno y bióxido de carbono marca una barrera limitante para su desarrollo.

Las características del suelo que influyen directamente en la capacidad de aireación, son las arenas, porcentaje de porosidad, y porcentaje de materia orgánica, debido a que los macroporos son los que propician el drenaje, haciendo posible que el agua circule libremente por ellos, y se remueva la concentración de gases, eliminando el exceso de bióxido de carbono y proporcionando el oxígeno necesario, siempre y cuando la humedad no sea excesiva, en cuyo caso el bióxido de carbono tiende a acumularse. La cantidad de materia orgánica sin descomponer propicia el que una mayor proporción de agua penetre al suelo, realizando el efecto anteriormente citado.

En cuanto al estudio de la concentración de hidrogeniones que fue desarrollado con dos tipos de soluciones:  $H_2O$  y  $KCl$ , observamos que los datos más confiables son los realizados con  $KCl$ , resultando que el de Alahuacapan tiene una acidez moderada, los de Xiloxochico y Yancuictlalpan una acidez ligera, encontrándose que los datos del pH obte-

cidos son característicos de suelos minerales y de regiones húmedas, por lo que podemos darnos cuenta que todos los sue los estudiados son ácidos en mayor o menos grado; esta acidez puede tener varias causas que la provocan, tales como el contenido de materia orgánica, el fierro y aluminio, sa les solubles, bióxido de carbono, arcillas, etc.

El contenido de materia orgánica y el pH, - observamos que van muy relacionados, ya que el suelo que tiene menos materia orgánica es el mismo que presenta el - pH más ácido; esto se puede atribuir a que el grado de descomposición sea más rápido que su acumulación, y por lo - tanto proporciona una alta concentración de hidrogeniones y una lenta acumulación de materia orgánica.

Por otro lado, observamos que el suelo que presenta la mayor capacidad de intercambio de cationes, es el de Xiloxochico con 33.2 meq/100 g; siendo que esta propiedad está dada por el contenido de materia orgánica y arcilla, tomando en cuenta que entre más altos valores se ten gan en éstos, mayor será la capacidad para intercambiar cationes.

El suelo de Xiloxochico contiene menos canti tidad de arcilla, en comparación con los otros; sin embargo, este valor, aunado al mayor contenido en materia orgánica, no altera su propiedad de intercambiar cationes, ya que fue este suelo el que alcanzó el valor más alto; basado lo ante rior en que una de las características que posee la mate

ria orgánica coloidal es la capacidad de intercambiar cationes al igual que las partículas de arcilla y tomando en cuenta que el humus o fracción activa de la materia orgánica posee una capacidad de intercambio de cationes mayor que la de la arcilla, puesto que al no poseer estado cristalino como la arcilla expone una mayor área de superficie.

Por investigaciones realizadas, se tiene conocimiento de que la capacidad de intercambio de cationes de la arcilla y la materia orgánica, tienen valores muy distintos, siendo para la arcilla de 8 a 100 meq/100 g y de la materia orgánica de 150 a 300 meq/100 g; siendo más o menos de 4 a 7 veces mayor la capacidad adsorptiva de cationes de la materia orgánica, que la de los coloides de la arcilla, lo que puede explicar que el valor más alto lo tenga el suelo de Xiloxochico; por lo tanto, observamos que a mayor cantidad de materia orgánica, mayor capacidad tiene un suelo de intercambiar cationes, ya que las cargas negativas parecen aumentar con la descomposición de ésta por lo que el suelo de Alahuacapan es el que tiene la menor capacidad de intercambiar cationes.

De acuerdo con la capacidad de campo o cantidad de agua retenida contra la gravedad, cuando se deja drenar libremente, observamos que el dato más alto para esta cualidad del suelo se presenta en el de Xiloxochico; si observamos comparativamente estos datos con los de textura y sobre todo con el contenido de arcillas, el cual

determina la retención de agua, incrementándose cuando ésta aumenta, vemos que el suelo de Xiloxochico tiene un porcentaje de arcilla menor que cualquiera de los otros suelos, y sin embargo el que posee la mayor capacidad de campo, debido a su alto contenido de materia orgánica, modificando la estructura del suelo, ayudando tanto al suelo de Xiloxochico y Yancuictlalpan a estabilizar su estructura, dando lugar a que haya más agregación que compactación, por lo que son suelos bien drenados y en consecuencia bien oxigenados, haciendo que parte del agua circulante sea retenida tanto por las arcillas como por la materia orgánica, favoreciendo las relaciones suelo-organismo existentes a través de su efecto estabilizador y absorción de agua.

De igual manera, vemos que la materia orgánica influye en muchas características del suelo, para el desempeño de su función de nicho ecológico; esto mismo lo observamos en cuanto al contenido de nitrógeno presente en estos suelos, que junto con otros factores tales como la textura, temperatura y humedad, influyen en la liberación del nitrógeno de la materia orgánica, ya que afectan la acción de algunos microorganismos desintegradores. Los valores más altos los observamos en los suelos que tienen mayor contenido de materia orgánica, como son Xiloxochico y Yancuictlalpan, siendo Alahuacapan el que presenta menor porcentaje de este contenido.

Con base en el análisis de los resultados -

obtenidos en las diferentes gráficas ( 1 a 6 ) las cuales nos muestran el principio o inicio de eclosión de huevos de Necator americanus, el tiempo de aparición de los tres estadios larvarios y el porcentaje diario de cada uno de ellos durante el experimento en los suelos de tres regiones de la Sierra Norte del Estado de Puebla que fueron infectados con 5,200 h.g.h. y sujetos a diferentes condiciones de temperatura y humedad, observamos lo siguiente:

- Incubación a 25°C y 95% de humedad.

La eclosión de huevos en los suelos se realizó entre el tercero y el quinto días de experimentación. En el suelo de Xiloxochico al tercer día (gráfica 5), y en el suelo de Yancuictlalpan y Alahuacapan al quinto día (gráfica 1 y 3 respectivamente), con la consiguiente aparición del primer estadio rhabditoide, excepto en Alahuacapan, donde no estuvo presente este estadio, sino el segundo rhabditoide.

El primer estadio rhabditoide es patente al iniciarse la eclosión de huevos en Yancuictlalpan y Xiloxochico, en el de Yancuictlalpan se mantiene presente durante toda la fase del experimento; en Xiloxochico única mente cinco días.

En los suelos de Yancuictlalpan y Xiloxochico este estadio presenta su máximo porcentaje al primer día de eclosión; siendo al tercer día en Xiloxochico con un 100% y al quinto día en el suelo de Yancuictlalpan con

95%.

El segundo estadio rhabditoide aparece al cuarto y quinto días de haberse colocado los huevos en los tres suelos, con una diferencia de 24 a 48 horas en comparación con el primer estadio rhabditoide, manteniéndose presente este segundo estadio en el suelo de Yancuictlalpan durante todo el experimento; en Xiloxochico únicamente seis días coincidiendo con el incremento del tercer estadio, la desaparición del segundo estadio rhabditoide.

El segundo estadio rhabditoide en el suelo de Alahuacapan presentó su máximo al quinto día con un 100%; en Xiloxochico al sexto día y en Yancuictlalpan al octavo día con 86% y 78% respectivamente, observándose en la gráfica 5 que en el suelo de Xiloxochico es donde más rápidamente se alcanza el segundo estadio rhabditoide.

El tercer estadio (filariforme) en los tres suelos aparece entre el sexto y séptimo días, siendo al sexto para Yancuictlalpan con un 18% y Xiloxochico con un 14%; y séptimo día para Alahuacapan con 20%, la duración de este estadio no puede establecerse con precisión puesto que el experimento se suspendió antes de la desaparición de este estadio.

Es notorio observar en las tres gráficas que a 25°C y 95% de humedad, existe un momento en el cual se presentan dos estadios larvarios juntos y en el mismo porcentaje. En Xiloxochico al noveno día se presenta

segundo estadio rhabditoide y el tercer estadio o filariforme; en Alahuacapan al decimosexto día se presentan larvas del segundo y del tercer estadio o filariforme, y en Yancuictlalpan al decimotercer día el primero y segundo estadios rhabditoides.

En la gráfica 5 correspondiente al suelo de Xiloxochico, que es donde más temprano se observa este comportamiento larval, creemos que quizá sea debido a que todas las larvas del estadio anterior, ya sea primero o segundo estadio rhabditoide, tratan de alcanzar lo más pronto posible el siguiente estadio, realizándose la muda con mayor rapidez.

- - Incubación a 37°C y 85% de humedad.

La eclosión de huevos en los tres suelos a esta condición se realizó del cuarto al sexto día de experimentación, siendo por lo tanto más rápida a 25°C y 95% de humedad, en el suelo de Yancuictlalpan se inició al cuarto día (gráfica 2), detectándose larvas en los tres estadios; al quinto día en el suelo de Xiloxochico (gráfica 5) no aparece el primer estadio, sino únicamente el segundo y tercer estadios; al sexto día en el suelo de Alahuacapan (gráfica 4), no aparece el primer estadio, sino únicamente el segundo y tercero. Al sexto día en el suelo de Alahuacapan, no aparece el primer estadio, sino únicamente el segundo y tercer estadios.

El primer estadio larvario es incipiente en

Yancuictlalpan, porque se presenta un solo día, el cuarto, en un 30%, y fue nulo en Alahuacapan y Xiloxochico.

Al inicio de la eclosión nunca se presenta solo un estadio larval, sino acompañado, ya sean los tres como en Yancuictlalpan, o el segundo y tercer estadios como en Alahuacapan y Xiloxochico.

En Yancuictlalpan, el segundo estadio rhabditoide se manifiesta durante toda la fase del experimento, alcanzando su punto máximo al decimosegundo día con un 100% en Alahuacapan éste estadio aparece al quinto día con un 80%, y se manifiesta durante dos únicos días; en Xiloxochico aparece al quinto día junto con el tercer estadio larval y se presenta durante cuatro días alcanzando su punto máximo al octavo día, con un 50%.

El tercer estadio domina en toda la fase experimental en los suelos de Yancuictlalpan y Xiloxochico; en Alahuacapan se manifiestan tan pocas larvas que no se puede decir mucho del comportamiento larval en este suelo.

Por otro lado, las gráficas 7 y 8 nos muestran cuales fueron los días en el transcurso del experimento en los cuales se observa mayor eclosión de huevos, notándose que ésta se realiza en el segundo periodo o sea entre el sexto y el décimo días, ya sea a 25°C y 95% de humedad o a 37°C y 85% de humedad en los tres suelos, con la excepción de que los huevos depositados en el suelo de Xiloxochico y sujetos a la condición de 25°C y 95% de humedad -

eclosionaron en mayor número en el primer período, o sea entre el primero y quinto día de experimentación.

Indicándonos lo anterior que los huevos tienen un lapso en el cual eclosionan en mayor proporción, dependiendo esto indudablemente de la temperatura que ayuda a la apertura y desarrollo embrionario como lo muestra la gráfica 9, donde es notorio observar que a 25°C y 95% de humedad, el porcentaje de eclosión es más alto para todos los suelos, en comparación con la de 37°C y 85% de humedad.

Esto mismo se observa en la tabla 11 donde se muestra que el suelo de Yancuictlalpan tiene el mayor índice en eclosión, siendo el número de huevos eclosionados 274 y el porcentaje obtenido de 5.26% en relación a los 5,200 huevos depositados en el suelo por cada gramo de heces.

## CONCLUSIONES

En los estudios efectuados en los suelos de Yancuictlalpan, Alahuacapan y Xiloxochico localizados en la Sierra Norte del Estado de Puebla, con el objeto de conocer las propiedades edafológicas que facilitan una máxima eclosión de huevos y una rápida transformación de larvas de un estadio a otro, encontramos que el contenido de materia orgánica presente en suelos de textura migajón-arcilloso y franco crea condiciones que influyen en la eclosión de huevos de Necator americanus.

De acuerdo con nuestros resultados obtenidos podemos decir que la textura por sí sola no influye en la eclosión y desarrollo larval de Necator americanus, sino que aunque es importante el porcentaje de partículas presentes, es necesario que haya una cantidad suficientemente alta de materia orgánica en los suelos; lo anterior se manifiesta en el suelo de Alahuacapan, que teniendo la misma textura que el de Yancuictlalpan (migajón-arcilloso), muestra resultados diferentes, siendo el número de huevos eclosionados bajo, y la mortalidad de larvas alta, en relación con el de Yancuictlalpan, que tuvo el porcentaje de eclosión más alto de los tres suelos estudiados, debido a que

el suelo de Alahuacapan es el que presentó el contenido de materia orgánica más bajo. Xiloxochico que tiene una textura de tipo franco y contenido de materia orgánica alta - muestra resultados relacionados con el porcentaje de eclosión muy similares a los de Yancuictlalpan.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por Hsieh y col. (1971) quienes encontraron que la alta incidencia e intensidad de Necator americanus en Liberia fué observada en suelos con diferentes texturas, coinciden con los hallados en este trabajo, puesto que los dos - suelos que mostraron valores más altos en eclosión (Yancuictlalpan y Xiloxochico), poseen un alto contenido de materia orgánica factor no estudiado por los autores mencionados.

Por otro lado el porcentaje de eclosión más alto en nuestros suelos correspondieron a los que presentaron contenido de arena entre 36 y 49%, en cambio Hsieh y cols, encontraron que este era de 60 a 80% de arena.

En este trabajo se encontró que el contenido de materia orgánica modifica algunas propiedades físicas y químicas del suelo, debido a sus características de cohesión y plasticidad, tales como pH, capacidad de campo, y porcentaje de nitrógeno, estructura, porcentaje de porosidad y por lo consiguiente la textura, haciendo que los suelos que tienen un alto contenido de arena e inversamente de arcilla (Xiloxochico), posean un alto porcentaje de porosidad debido a que ésta estabiliza el acomodamiento de

las partículas para que de alguna manera se compensen la circulación y retención del agua y el aire, haciendo que tales suelos sean mejores captadores de humedad y de cationes, creando así un medio adecuado para la eclosión y desarrollo larval.

También se observa que los suelos con un pH ligeramente ácido (6.8) son los más favorables para la eclosión y desarrollo larval, como se nota en los resultados de la tabla 11 donde Yancuictlalpan y Xiloxochico son los que muestran valores más altos en este porcentaje.

En relación con la temperatura y humedad encontramos que a 25°C y 95% de humedad se realizó más adecuadamente la eclosión de huevos y por lo tanto se obtuvo el mayor porcentaje de ésta, así como de la viabilidad de Necator americanus.

Stiles (1921) analizó el comportamiento de huevos y larvas de uncinarias a diferentes rangos de temperatura, observando que el más favorable a la cual eclosionan y desarrollan las larvas está entre 20 y 35°C, sin embargo Hsieh (1963) encuentra que la temperatura óptima está entre los 28 a 32°C. Nosotros observamos que a 37°C y 85% de humedad la eclosión se retrasa de 24 a 48 horas más, en relación con lo observado a 25°C y el número de huevos eclosionados es menor.

La observación de la viabilidad de los huevos se basó en el hecho de que el primer estadio rhabditoide se presentó en forma constante durante todo el curso experimen-

tal en el suelo de Yancuictlalpan, (gráfica 1) como este estadio es el que aparece inmediatamente después de la eclosión, es el que se tomó como parámetro de la viabilidad de aquellas; incluso en el suelo de Xiloxochico donde el porcentaje de eclosión está por debajo del valor que presenta Yancuictlalpan (gráfica 5) la cual se mantiene durante un tiempo más corto, lo que no acontece en Alahuacapan en donde no se presenta este estadio, (gráfica 3).

La velocidad con la cual se pasa de un estadio a otro también está influenciada por la temperatura, siendo más rápido el cambio a 37°C y 85% de humedad, observándose que el lapso comprendido desde que el es colocado el huevo, hasta que aparece el tercer estadio o filariforme (forma infectante), tiene una duración de 4 a 6 días, es decir, se acorta el proceso de mudas, así como la viabilidad larval.

## B I B L I O G R A F I A

- ADAMS, R.E. 1965. Temperature and the quantitative recovery of nematodes with a modified Baerman funnel. Pl. Dis Repr. 49 (8): 662-664
- AUGUSTINE, 1922 in RUDOLFS, W., FALK, L.L. and RAGOTZKIE, R.A., 1950. Literature review on the occurrence and survival of enteric, pathogenic and related organisms in soil, water, sewage, and sludges, and vegetation. II. Animal parasites. Sewage ind. Wastes, 22(11) 1417-1427
- AUGUSTINE, D.L. 1923. Investigations on the control of -- hookworm disease. XXIII. Experiments on the factors determining the length of life of infective hookworm larvae. Am. J. Hyg. 3(4), 420-443
- AUGUSTINE, D.L. and W.G. SMILLIE. 1926. The relation of the type of soils of Alabama to the distribution of hookworm disease. Am. J. Hyg. 6: 36-62
- BEAVER, P.C. 1953. Persistence of hookworm larvae in soil. Am. J. Trop. Med. Hyg. 2: 102-108
- BELTRAN, H.F.; GUTIERREZ, Q.M.; y NAVARRETE, C.E. 1972. Efectividad terapéutica del compuesto HOE-16842 en la necatoriasis. Pren. Méd. Méx. 37: 224
- BELTRAN, H.F.; STOOPEN, R.M. y BIAGI, F.F.; 1966. Características clínicas de las helmintiasis masivas. Rev. Méx. Pediatr. 35 (1); 12-14
- BIAGI, F. y STOOPEN, M. 1962. Aspectos económicos de las -- helmintiasis intestinales en Yancuictlalpan, Puebla. Bol. Med. Hosp. Inf. Méx. 19 (4): 497-501
- BOUYOUCOS, G.J. 1961. Improved hydrometer method for making particles analysis of soils. J. Amer. Soc. Agron. 64: 464-465
- BROWN, H.W. 1970 Parasitología Clínica. Ed. Interamericana, S.A. 3a. Ed. México.

- CCTA/WHO African Conference on Anylostomiasis (1963) Wld. Hlth. Org. techn. Rep. Ser. No. 255
- CCTA/WHO Committee on Soil-Transmitted Helminths (1964) Wld. Hlth. Org. techn. Rep. Ser. No. 277
- CHENG, T.C. 1964. The biology of the animal parasites. W. B.Saunders Col. 1a. Ed.
- CORT, W.W., and PAYNE, G.C., 1922. Investigations on the control of hookworm disease. VI. A study on the effect of hookworm control measures on soil pollution and infestation in a sugar estate. Amer. Jour. Hyg. 2: 107-108
- CORT, W.W. 1925. Investigations on the Control of Hookworm Disease. XXXIV. General Summary of Results. Am. Jour. Hyg. 5: 49
- CORT, W.W.; GRANT, J.B.; STOLL, N.R.; et. al., 1926. Researches on Hookworm in China. Am. Jour. Hyg.; Monograph. Ser. No. 7
- DURIE, P.H. 1959. A new technique for the Recovery of Infective Strongyle Larvae from Soil and Pasture. J. of Helm. 33 (2/3); 189-196
- FAUST, E.C. 1939. Human Helminthology. Ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
- FUENTES AGUILAR, Luis. 1972. Regiones Naturales del Estado de Puebla. 1a. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- GARCIA, Enriqueta. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. 2a. Ed. Instituto de Geografía UNAM. México.
- GAVANDE, SAMPAT A. 1976. Física de Suelos. Ed. Limusa. México.
- HEYDON, G.M. 1927. The differences between the infective larvae of the hookworms of man. Méd. J. Austr. 1: 531-538
- HIRST, L.F. 1924. Investigations on the epidemiology of hookworm disease in Colombo II. Observations on the viability of hookworm larvae. Ceylon J. Sci. Sect. D. Med. Sci., 1; 15-26

- HSIEH, H.C. 1961. Employment of a test-tube filterpaper method for the diagnosis of Ancylostoma duodenale, Necator americanus and Strongyloides stercoralis W.H.O. AFR/ANCYL/CONF '16 Annex 6: 37-41
- HSIEH, H.C. 1971 Combining MFC and Stoll dilution egg counting for species analysis of hookworm in man. Chin. J. Microbiol. 4 (1/2): 25-39
- HSIEH, H.C.; STOLL, N.R.; REBER, F.W.; CHEN, E.R.; KANG, B.T. KUO, M. 1972. Distribution of Necator americanus and Ancylostoma duodenale in Liberia. Bull. Wild. Hlth. Org. 47: 317-324
- HSIEH, H.C.; KANG, B.T.; STOLL, N.R.; CHEN, E.R.; REBER, E.W.; KUO, M. 1971. Relation of hookworm prevalence to soil characteristic in Liberia. Chinese J. Microbiol. 4 (3/4): 132-156
- JACKSON, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- KELLER, A.E.; LEATHERS, W.S. y RICKS, H.C. 1934. An investigation of the incidence and intensity of infestation of hookworm in Mississippi. Am. J. Hyg. 19: 629-656
- KELLER, A.E.; LEATHERS, W.S. y DENSEN, P.M. 1940. The results of recent studies on hookworm in eight southern states-Am. J. Trop. Med. 20: 493-590
- KIM, S.H. 1965. Epidemiological studies on the relationship between soil composition and the infestation of Ascaris and hookworm Korea Med. J. 2 : 37-57
- KOURI, P; BASNUEVO J. 1943. Helminología Humana. 2a. Ed. Tomo II. La Habana, Cuba.
- MANSON-BOHR. 1936. Manson's Tropical Diseases. Ed. William Wood and Company. Baltimore, Gran Bretaña.
- MELVIN, D.M.; BROOKE, M.M.; 1971. Métodos de Laboratorio para diagnóstico de parasitosis intestinales. Ed. Interamericana, S.A. la. Ed. México.
- MILLAR, L.M.; TURK, H.D.; FOTH. 1971. Fundamentos de la Ciencia del suelo. Ed. CECSA. la. Ed. México.
- NOBLE, E.R. y NOBLE, G.A. 1965. Parasitología. Biología de los parásitos animales. Ed. Interamericana. 2a. Ed. México.

- OLSEN, O. WILFORD. 1962. Animal Parasites.: Their Biology and life cycles. Ed. Burgess publishing Company.
- ORTIZ, B. y VILLANUEVA. 1975. Edafología. Ed. Esc. Nac. de Agricultura. Suelos. Chapingo, Méx.
- PAYNE, F.K., 1922. Investigations on the Control of Hookworm Disease. XI. Vertical Migration of Infective Hookworm Larvae in the Soil. Am. Jour. Hyg. 2:254
- PAYNE, F.K., 1923. Field Experiments on vertical migration of hookworm larvae. Am. Jour Hyg 3: 46-58
- RAGOTZKIE, R.A., 1950. Literature review on the occurrence and survival of enteric, pathogenic, and related organisms in soil, water, sewage, and sludges, and vegetation. II, Animal. parasites. Sewage ind. Wastes 22(11) 1417-1427
- SASA, M.S.; HAYASHI, H; TANAKA and SHIRASAKA R. 1958. Application of test tube cultivation method on the survey of hookworm (*Uncinaria americana*) parasitic in man. Am. Med. 3:777
- SEINHORST, J.W., 1956. The quantitative extraction of nematodes from soil. Nematol. 1: 249-267
- STILES, C.W. 1903 Report upon the prevalence and geographic distribution of hookworm disease (uncinariasis or ancylostomiasis) in the United States. U.S. Public Heal. Serv. Hyg. (10): 1-121
- STILES, C.W., 1921. Condensed Hookworm thermometer. J. Parasit 7: 192
- STOLL, N.R. 1923. Investigations on the control of hookworm disease. XXIV Hookworm cultures with humus, sand, loam and clay. Am. J. Hyg. 3: 1-36
- STOLL, N.R., 1923. An effective method of counting hookworm eggs in feces. Amer. J. Hyg. 3: 50-70
- STOLL, N.R., 1963. Dilution egg-counting technique for hookworm, *Ascaris*, *Trichuris* and other parasites. W.H.O. Techn. Rep. Ser. 255: 21-26
- STOOPEN, R.M. y Beltrán, H.F. 1964. Características epidemiológicas de las helmintiasis en Yancuictlalpan, Pue. (México) Medicina Rev. Mex. 44 (932): 28-33; 1964
- SVENSSON R. 1925. A morphological distinction between infective larvae *Necator* and *Ancylostoma*. Proc. Soc. Expert. Biol. Med. 22: 261-262

SVENSSON, R. and KESSEL, J.F. 1926. Morphological differences between *Necator* and *Ancylostoma* larvae. J. Parasitol. 13: 146-153

SWELLENGREBEL, N.H.; STERMAN, M.M. *Animal Parasites in man*; D. Van Nostrand Company Inc: Princeton, New Jersey.

TODD, Jr. K.S.; LEVINE, N.D. and ANDERSEN, F.L. 1970. An - evaluation of the Baerman technic using infective larvae of *Haemonchus contortus*. Proc Helminth. Soc. Wash., 37 (1): 57-63

WARRINGTON, YORK. 1962. *The Nematode Parasites of Vertebrate*. Hafner Publishing Company, New Yor.