



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE TRANSMISIÓN DE CISTICERCOSIS
PORCINA MEDIANTE ESTUDIO DE TRAYECTORIAS EN UNA
COMUNIDAD RURAL DEL ESTADO DE GUERRERO**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

MAURICIO MARTÍNEZ PÉREZ

TUTOR PRINCIPAL: JOSE JUAN MARTÍNEZ MAYA FMVZ UNAM

COMITÉ TUTORAL: EDDA SCIUTTO CONDE IIB UNAM

**JULIO MORALES SOTO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA
SALUD
MÉXICO, D.F. MAYO 2013**



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.

DEDICATORIA

A la vida por haberme permitido llegar y cumplir ésta meta profesional con salud, entusiasmo y los deseos de continuar desarrollándome en el área de la Medicina Veterinaria.

A mi mamá Blanca por su infinito amor y apoyo incondicional, a mis hermanos Cary y Gordis por sus grandes manifestaciones de apoyo y demostrar que siempre están a mi lado en cualquier momento, los amo profundamente.

A Ady que es mi complemento mágico y da la tensión perfecta a mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Juan Martínez Maya por su confianza otorgada, apoyo, paciencia y esfuerzo por terminar este proyecto. Siempre le tendré agradecimiento.

Al Dr. Marcos Rosetti por sus análisis, comentarios puntuales y siempre estar disponible para la elaboración de la tesis.

Al Dr. Julio Morales por su invaluable apoyo para resolver el trabajo de campo de la investigación.

A la Dra Edda Sciutto por las facilidades proporcionadas en su laboratorio para realizar los diagnósticos serológicos y su rapidez para corregir la tesis.

A MVZ Armando Trejo, MVZ Juanita, MVZ Antonio Celis, MVZ Raúl Suárez, Dra. Nelly Villalobos, Dra Sara Herrera, Kemler Valencia, Juan Antonio, David Arroyo, Alejandro Gallegos, MVZ Diana Nolasco, por ser el gran pilar para el desarrollo de este trabajo, indudablemente la toma de muestras y encuestas en el campo del estado de Guerrero represento el trabajo más arduo y lo amenizamos bastante bien debido al gusto con que lo realizaron, muchas gracias.

A mi niña Ady, desde el inicio del posgrado siempre estuviste dispuesta a extenderme la mano y siempre buscas alguna forma para favorecerme en todos los sentidos.

A mi querida amiga Angélica Ruíz por siempre escucharme, comprenderme y ayudarme en este trayecto de la Maestría.

A MVZ Cynthia Camacho y Marisol Nájera por la enorme ayuda en los diagnósticos serológicos de cisticercosis porcina.

A la Dra. Aline Schunemann de Aluja, Dr Jesús Antonio Alvarez, Dr. Efren Díaz Aparicio, por sus observaciones en el trabajo y formar parte del jurado.

Al proyecto CONACyT AC 118047 y PAPIIT IN 226611 por su apoyo para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

	Págs.
1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Justificación.....	5
4. Hipótesis.....	5
5. Objetivo General.....	5
6. Objetivos específicos.....	6
7. Material y Métodos.....	7
7.1. Selección de la comunidad.....	7
7.2. Características de las viviendas y algunos servicios.....	7
7.3. Caracterización de la población porcina.....	7
7.4. Situación epidemiológica de la población porcina.....	8
7.5. Determinación del número de sub-poblaciones.....	8
7.6. Determinación de trayectorias.....	8
7.7. Determinación de dominancia en los grupos de cerdos.....	9
7.8. Análisis de trayectorias de cerdos.....	9
7.9. Análisis de la información.....	10
8. Resultados	11
8.1. Localización de la comunidad.....	11
8.2. Características de las viviendas y algunos servicios.....	11
8.3. Conocimiento de cisticercosis.....	12
8.4. Aspectos relacionados con la crianza de los cerdos.....	12
8.5. Caracterización de la población porcina según época del año.....	12
8.6. Determinación de anticuerpos contra cisticercosis según época del año, sexo y estado reproductivo.....	13
8.7. Comparación global de cisticercosis por temporada de secas y lluvias.....	13
8.8. Descripción de los grupos de cerdos para realizar trayectorias.....	13
8.9. Determinación de dominancia.....	14

	Págs.
8.10. Análisis de trayectorias.....	14
8.11. Distancia de recorrido.....	14
8.12. Tiempo de recorrido.....	14
8.13. Porcentaje de tiempo de descanso	14
9. Discusión.....	15
10. Referencias bibliográficas.....	21
11. Cuadros y figuras.....	24
12. Anexos.....	37

EVALUACIÓN DE LA DINAMICA DE TRANSMISIÓN DE CISTICERCOSIS PORCINA MEDIANTE ESTUDIO DE TRAYECTORIAS EN UNA COMUNIDAD RURAL DEL ESTADO DE GUERRERO.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue conocer algunos aspectos relacionados con la dinámica de transmisión de la cisticercosis porcina en una comunidad rural, tales como: a) conocer mediante encuestas, algunas características de la población que favorecen su transmisión b) determinar la frecuencia global de cisticercosis porcina diagnosticado por ELISA e inspección en lengua en el periodo de lluvias y en el de secas, c) determinar las trayectorias en 3 grupos de cerdos que deambulan libremente mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) durante las épocas de lluvia y sequía. La población reúne las condiciones favorables para la transmisión de cisticercosis porcina ya que carecen de excusado en el 56% de las casas, de agua potable en el 51% y mantienen a los cerdos deambulando libres el 73% de los habitantes de la comunidad. Encontramos una mayor frecuencia de anticuerpos anti-cisticercos por ELISA en los cerdos en la época de lluvia que en secas (Ji cuadrada, $P < 0.05$).

Los análisis de las trayectorias muestran diferencias con respecto a la movilización de los cerdos que deambulan libremente, tanto en temporada de lluvia como de secas.

Palabras clave: Epidemiología, cisticercosis, trayectorias, sistema de posicionamiento global (GPS), cerdos.

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE TRANSMISIÓN DE CISTICERCOSIS PORCINA MEDIANTE ESTUDIO DE TRAYECTORIAS EN UNA COMUNIDAD RURAL DEL ESTADO DE GUERRERO. MÉXICO

2. INTRODUCCIÓN

La teniasis-cisticercosis por *Taenia solium* es una parasitosis que afecta la salud humana y la porcicultura rústica. La cisticercosis humana y porcina se presenta debido al consumo de huevos o de proglótidos grávidos de *Taenia solium*, mientras que, la teniosis se origina al consumir la fase larvaria o metacéstodo en la carne de cerdo infectado con este parásito cuando se consume mal cocida (Martínez *et al.*, 2003).

En 1988 la encuesta seroepidemiológica a nivel nacional arrojó un promedio de 1.2% de prevalencia en cisticercosis en humanos e indica el riesgo de entrar en contacto con la *Taenia solium*, en cualquiera de las distintas localidades geográficas, sectores sociales o grupos de edad y sexo (Larralde *et al.*, 1992). En dicha encuesta el Estado de Guerrero resultó tener la mayor positividad (2.97%). Diferentes grupos de investigación han informado prevalencias para cisticercosis porcina que van desde el 1 al 33% (Sarti *et al.*, 1988; 1992; 1994, Morales *et al.*, 2008). Estos datos aunados a la frecuencia registrada en necropsias de humanos de hasta el 3%, como la reportada en el Hospital General de México (Villagrán *et al.*, 1988), señalan la necesidad de planear intervenciones efectivas para su prevención y control.

En países en vías de desarrollo como México, persiste el problema porque se presentan las condiciones que favorecen el ciclo de vida del parásito. Entre ellas figuran la crianza rústica de los cerdos, el consumo de carne sin inspección sanitaria, condiciones sanitarias inadecuadas en las viviendas, falta de higiene personal y el fecalismo al aire libre que se practica extensamente en diferentes áreas, particularmente del México rural (Sarti *et al.*, 1994).

La cisticercosis porcina se ha asociado al manejo de los cerdos no confinados y al acceso que éstos tienen a lugares contaminados con heces

humanas (Aluja y Villalobos., 2000, Martínez *et al.*, 1997). Desde el punto de vista de la dinámica de transmisión, la cisticercosis porcina resulta de interés, ya que la limitada esperanza de vida de los cerdos criados en condiciones rústicas (1 año aproximadamente); aunado a una importante movilización de los mismos, permite determinar la existencia de transmisión activa de la parasitosis en diferentes regiones endémicas (García *et al.*, 2003a, b).

Mediante un estudio serológico Lescano *et al* en 2007 evaluaron la tasa de prevalencia y de incidencia de cisticercosis porcina en áreas endémicas y se demostró que ambas aumentan a medida que los cerdos se encuentran a menor distancia del portador de *Taenia solium*. Concluyeron que el mayor porcentaje de seropositivos (68.9%) se encuentran alrededor de la fuente de huevos, a una distancia no mayor de 50 metros y, la posibilidad de encontrar un cerdo seropositivo va disminuyendo hasta llegar a una distancia mayor de 500 metros.

Actualmente, existe escasa información sobre la conducta de los cerdos y sus hábitos alimenticios cuando son criados en semiconfinamiento. En 2004, Copado *et al* publicaron un estudio sobre hábitos y actividades de cerdos criados libremente. En dicho estudio se señala que los cerdos criados libremente forman grupos integrados por todas las edades y con la presencia de ambos géneros. Además, los cerdos establecen jerarquías y, generalmente una hembra adulta cumple el papel de líder. La conducta de la piara se modifica de acuerdo a la estación del año (Copado *et al.*, 2004). Se observó que los cerdos prefieren alimentarse en las horas más frescas del día y descansar en las horas más calurosas. En promedio, se estimó en una comunidad de Guerrero que los cerdos caminaban 1 km. al día en la época seca y casi 3 kilómetros en época de lluvias. Cuando lo hacen, la velocidad de movimiento parece ser más o menos constante, suelen caminar en línea recta, con cambios de dirección relacionados a la estructura del lugar (presencia de barrancas, casas o bardas) o por la elección de algún lugar predilecto (Copado *et al.*, 2004).

Conocer estos cambios en la dirección, hábitos y costumbres de movimiento, sería de gran utilidad para determinar una posible relación con la

frecuencia de cisticercosis y, en su caso poder predecir donde están los portadores del problema; es decir, podría ser un indicador directo de la población expuesta a riesgo de teniosis o cisticercosis.

En México se observan diferencias en los métodos de crianza de cerdos. En este sentido, resulta necesario identificar cuáles variables están asociadas a la presencia de cisticercosis porcina para poder establecer estrategias de control. Es aquí, donde se hace necesario establecer otros análisis epidemiológicos como son los estudios de trayectorias. Una trayectoria es un registro espacial del movimiento de un cuerpo en el tiempo (Turchin, 1998) y su estudio puede aportar información para detectar mediante mapas de riesgo los sitios para la transmisión de la enfermedad.

3. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades pueden presentar patrones de distribución espacio-temporal, que en el caso de la cisticercosis porcina no han sido claramente estudiados y cuya identificación ayudaría a comprender mejor la transmisión de la enfermedad. Es por ello que se considera importante conocer con detalle las trayectorias de los cerdos, particularmente por su posibilidad de movimiento libre en la comunidad, las cuales pueden indicar los lugares de contagio y la distribución espacial de los elementos involucrados en la dinámica de infección.

La importancia del presente estudio radica en la necesidad de tener protocolos de evaluación espacial de enfermedades en zonas que reúnen las condiciones favorables para su presentación y, en el análisis de la información para generar estrategias que permitan dirigir con mayor precisión las intervenciones idóneas a implementar en programas de control.

4. HIPÓTESIS

Mediante el análisis de trayectorias en cerdos es posible detectar sitios de riesgo donde el contagio por cisticercosis podría ocurrir con mayor probabilidad.

5. OBJETIVO GENERAL

Estudiar y describir las trayectorias de cerdos en condiciones de semi-confinamiento y su relación con la cisticercosis porcina.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la estructura poblacional de cerdos de una comunidad rural del estado de Guerrero, caracterizada por número, edad, sexo y distribución espacial.
- Realizar diagnóstico de cisticercosis porcina en época de lluvia y secas.
- Describir las trayectorias a lo largo del día de cada uno de los grupos de cerdos, tanto en temporada de secas, como de lluvias en una comunidad rural del estado de Guerrero.
- Describir hábitos de alimentación, particularmente de acceso a material fecal humana, así como los sitios de obtención de éstas.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. SELECCIÓN DE LA COMUNIDAD

Se seleccionó la comunidad de San Martín Pachivia, Gro., en la que en estudios preliminares se encontró alta frecuencia de anticuerpos anti-cisticercos en cerdos así como la presencia de cisticercos en la inspección in vivo en lengua (41% y 6.5% respectivamente, Morales SJ, comunicación personal).

7.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS Y CONOCIMIENTO DE LA CISTICERCOSIS

Durante marzo y abril del 2010, se realizaron encuestas con el propósito de conocer algunas características de la población vinculadas con servicios, crianza de los cerdos y aspectos relacionados con el conocimiento de la cisticercosis porcina. Además, se realizó una encuesta y censo de la población porcina, identificando geo-espacialmente la ubicación de la vivienda de donde proceden, además se obtuvieron datos de su edad, género, raza y peso, para su fácil identificación. (Anexo 1)

7.3 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN PORCINA Y ASPECTOS RELACIONADOS CON SU CRIANZA

Se realizó un censo de la población porcina durante las épocas de secas (abril 2010) y lluvias (septiembre 2010), y se evaluó en tiempo y espacio la ubicación de la vivienda de donde proceden mediante el empleo de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), además se registraron datos de edad, género, raza y peso de los cerdos (Anexo 2).

7.4 SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA POBLACIÓN PORCINA

Se evaluaron algunas características epidemiológicas de la población porcina durante la temporada de secas y lluvia, para lo cual en cada cerdo de la comunidad se realizó lo siguiente:

- Se examinó la lengua para el diagnóstico de cisticercosis porcina, descrita en detalle en Morales *et al.*, 2008.
- Se obtuvieron 10 ml de sangre y se separó el suero para el diagnóstico de cisticercosis porcina mediante la técnica de ELISA (Sciutto *et al.*, 1998).

7.5 REGISTRO DEL NÚMERO DE SUB-POBLACIONES

Con el fin de identificar grupos de cerdos con los que se iba a trabajar se realizaron durante una semana recorridos en la comunidad por las mañanas (8 am) y tardes (4 pm). Al identificar dichos grupos, se registró su tamaño y estructura, así como la procedencia de cada uno de ellos.

7.6 IDENTIFICACIÓN DE TRAYECTORIAS

En cada uno de los subgrupos se realizó un seguimiento a lo largo del día durante 9 horas. Antes de iniciar, durante 2 días el observador solo acompañó el recorrido de los cerdos para que se acostumbraran a su presencia siguiendo el procedimiento previamente utilizado por Copado *et al.*, 2004. Después y durante 3 días se llevó a cabo el registro de las trayectorias por medio de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) en cada cerdo dominante dentro de 3 subgrupos que deambulaban libremente en la localidad. Además, se marcaron aquellos puntos en donde:

- Los cerdos permanecieron por más de 15 minutos.
- Confluyeron e interactuaron con otro grupo de cerdos.
- Se alimentaron de material fecal humana.

7.7 ESTUDIO DE DOMINANCIA EN LOS GRUPOS DE CERDOS

A cada grupo se le estudio la estructura jerárquica con la finalidad de identificar al animal dominante. Para este propósito se utilizaron índices de dominancia que proveen una estimación de cuán dominante es un individuo en el grupo utilizando la siguiente fórmula.

$ID = W/T$ (donde W es el número de interacciones ganadas y T el número total de interacciones).

Además, se efectuó el registro básico de conductas (Marotta *et al.*, 1998) a lo largo del día en el animal dominante, que contempló la siguiente información:

1. Alimentación: acción de beber, masticar y pastorear.
2. Descanso: acción de dormir, recostar y refrescar.
3. Explorar: acción de escarbar, hozar y olfatear.
4. Desplazamiento: acción de caminar, dar vueltas, al paso y trotar.
5. Consumo de materia fecal humana.

Para obtener la información anterior, se elaboraron hojas de registro y mediante muestro focal del animal dominante, se anotó el tiempo de las conductas antes señaladas durante 9 horas de observación por día.

7.8 ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS DE CERDOS

Se cuantificaron descriptores generales como la distancia y tiempo recorrido cada día Turchin (Turchin, 1998). Todos los indicadores anteriores se utilizaron para la comparación de trayectorias entre grupos, además, los mismos descriptores sirvieron para la comparación del desempeño del mismo grupo durante las épocas de lluvia y seca.

Combinando estos registros temporales con la información espacial se puede determinar la localización precisa de sitios de forrajeo e ingesta u otra actividad. Con la información anterior se elaborarán mapas de la localidad que permitan conocer el uso que normalmente le dan los cerdos a las áreas dentro de las localidades (forrajeo, circulación, habitacional, alojamiento de animales, letrinas, entre otras) y por ende, conocer las probabilidades de infección en la que se incurre visitando dichas localidades.

La comparación de estos hábitos en lluvia y secas nos indicará si los hábitos de movilización varían durante estas épocas. La secuencia de hábitos y frecuencia de visita a cada lugar permitirá crear un mapa temporal con las actividades diarias y un mapa espacial de conductas y preferencias.

7.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se empleó estadística descriptiva para la determinación de frecuencias en las características de la población porcina de acuerdo a su edad, sexo, así como positividad a cisticercosis.

Se elaboraron mapas puntuales y se identificó la ubicación de los cerdos en la comunidad, así como la representación de las trayectorias de los diferentes grupos de cerdos, marcando particularmente aquellos puntos donde convergen dos o más grupos. Además, se realizó prueba de Ji cuadrada y Exacta de Fisher para comparar frecuencias de cisticercosis global y por grupos respectivamente, durante la época de lluvia y secas.

8. RESULTADOS

8.1 LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD

La localidad de Pachivia está situada en el Municipio de Ixcateopan de Cuauhtémoc, Gro., a los 18°, 24' 20.0"LN, y 99° 47' 03.7"LW, y 1382 metros de altitud (Figura 1). El clima es semicálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 22°C y presencia de lluvias en los meses de julio a octubre y secas de diciembre a mayo. La población humana en Pachivia es de 1339 personas, de cuales 490 son hombres y 849 mujeres (INEGI, 2010)



Figura 1. Localización de la comunidad de San Martín Pachivia. Gro. México (flecha amarilla)

8.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS Y ALGUNOS SERVICIOS

Se registraron un total de 91 viviendas, de las cuales se obtuvo información en 76 (83.5%) de ellas. En 43 (56.6%) disponen de excusado, en tanto que en el 43.4% (33 casas) realizan la crianza de cerdos. En el 51.3% (39 casas) de las viviendas se cuenta con el servicio de agua por medio de la conexión a red pública. Además, en 58 (76.3%) casas dicen efectuar la desinfección del agua para consumo humano. El 24 (31.6%) de las casas presentan piso de tierra (Cuadro 1).

8.3 CONOCIMIENTO DE CISTICERCOSIS

De las 76 encuestas, en 49 (64.5%) mencionaron que han visto o conocen el cisticerco y en 9 (11.8%) casas se mencionó que han tenido alguna vez cerdos con cisticercosis. Respecto al conocimiento de personas que han padecido la enfermedad se encontró que lo refieren en 13 (17.1%) de las viviendas, mientras que en 11 (14.5%) viviendas se indicó que conocen personas cercanas a su domicilio con historia de presentar convulsiones generalizadas.

También se refirió en 2 (2.6%) de las casas haber consumido alguna vez en su vida carne con cisticercos.

8.4 ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CRIANZA DE LOS CERDOS

En cuanto a la crianza de los cerdos se observó que en 33 (43.4%) viviendas realizaban esta actividad, de ellas en 24 (72.7%) mantenían a sus cerdos deambulando libremente en la localidad.

Con respecto al total de la población porcina, se contaron 141 animales, de estos cerdos, 67 permanecían confinados todo el año (Cuadro2).

8.5 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN PORCINA SEGÚN EPOCA DEL AÑO

Época de secas. Se registraron 141 cerdos en total, de los cuales, 67 (47.5%) fueron machos y 74 (52.5%) hembras.

Época de lluvias. Se observaron 116 animales, de ellos, 54 (46.5%) eran machos y 62 (53.5%) eran hembras.

8.6 ANTICUERPOS CONTRA CISTICERCOSIS EN LAS DOS DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO, EN DIFERENTES SEXOS Y ESTADO REPRODUCTIVO (Figura 1)

ÉPOCA DE SECAS. Mediante la prueba de ELISA se encontraron 32 (22.7%) animales positivos de un total de 141 cerdos examinados. Se ilustran los resultados de acuerdo al sexo y estado reproductivo (Cuadros 3 y 4).

EPOCA DE LLUVIAS. En la época de lluvia se obtuvo una frecuencia de 40 (34.5%) animales positivos de 116 cerdos. Se ilustran los resultados de acuerdo al sexo y estado reproductivo (Cuadros 5 y 6).

8.7 COMPARACIÓN GLOBAL DE CISTICERCOSIS POR TEMPORADA DE SECAS Y LLUVIAS

Con respecto a la frecuencia global de anticuerpos contra cisticercosis entre la época de secas y lluvia se encontró diferencia estadísticamente significativa mediante la prueba de Ji cuadrada ($P < 0.05$) (Cuadro 7).

8.8 DESCRIPCIÓN DE LOS 3 SUBGRUPOS DE CERDOS PARA REALIZAR LAS TRAYECTORIAS

Los subgrupos de cerdos con los que se realizaron las trayectorias se conformaron principalmente por hembras. (Cuadro 8)

Durante la comparación de frecuencias de cisticercosis por época, no se encontró diferencia significativa entre los 3 grupos a los que se evaluaron sus trayectorias ($P > 0.05$) (Cuadro 9).

8.9 EVALUACION DE LA DOMINANCIA

En las matrices elaboradas, se observó que una hembra de cada grupo se encontró siempre en la cabeza del orden jerárquico, definida con base a que presentó comportamiento de agresión y desplazamiento contra los demás animales y ninguno de ellos lo hizo contra dicha hembra. Las cerdas de mayor edad fueron las de mayor orden jerárquico (Cuadro 10).

8.10 ANÁLISIS DE LAS TRAYECTORIAS DE LOS 3 SUBGRUPOS DE CERDOS

DISTANCIA DE RECORRIDO

En los gráficos de cajas y bigotes se observa que los valores mayores de distancia recorrida ocurren en la época de lluvias en los 3 grupos de cerdos, mientras que en la época de secas se observaron los valores menores de distancia recorrida (Figura 2).

TIEMPO DE RECORRIDO

En los gráficos de caja y bigotes se observa que los valores centrales (mediana) de los tiempos de recorrido fueron mayores durante la temporada de lluvia en los 3 subgrupos de cerdos, mientras que la comparación con la temporada de secas los valores centrales del tiempo recorrido fueron menores (Figura 3).

PORCENTAJE DE TIEMPO DE DESCANSO

En los gráficos de caja, se observa el porcentaje mayor de tiempo de descanso durante la época de sequía en los 3 grupos de cerdos, de forma alterna, los porcentajes de tiempo de descanso resultaron menores durante la época de lluvia (Figura 4).

Resumiendo, los análisis de trayectorias muestran diferencias con respecto a la movilización de los subgrupos que deambulan libremente, tanto en temporada de lluvias como en secas ($P < 0.05$) (Figura 5 y 6).

9. DISCUSIÓN

En el presente estudio los resultados de las encuestas relacionados con los servicios con los que cuenta la comunidad coinciden con lo reportado por Larralde *et al* (1992) y Martínez *et al* (1997) donde se señala que con frecuencia, en las comunidades rurales de Guerrero se carece de agua potable, drenaje entubado, desinfección de agua, disposición de excretas en excusados, con la consecuente práctica de fecalismo libre, además, la crianza de cerdos no confinados contribuye a la presencia y permanencia de la teniosis-cisticercosis, ya que estos animales consumen gran parte de los desechos humanos, posiblemente contaminadas con él parásito. Aluja *et al.*, 2008, refiere que hasta un 60% de la población porcina de México son cerdos de granja, criados en condiciones tecnificadas y en confinamiento estricto. Por otra parte, se estima que el 30-40 % restante corresponde a los cerdos denominados de traspatio, lo que concuerda con lo encontrado en el presente estudio, ya que hasta un 43% de los cerdos fueron criados en traspatio y gran parte de estos (73%) deambulaban libremente por las localidades.

Aunado a lo anterior, en el presente estudio se presentó escaso conocimiento respecto a la cisticercosis porcina y su mecanismo de transmisión. Esta situación también ha sido señalado por Sarti *et al*, 1998; Flisser *et al.*, 1990, Keilbach *et al.*, 1989 y Aluja *et al.*, 2000, que han hecho énfasis sobre la problemática de la cisticercosis en México y vinculan que el aspecto de educación es el principal factor para concientizar a la población y prevenir la enfermedad. En estos estudios se ha reportado que en sitios donde se ha encontrado alta prevalencia de la parasitosis, sus habitantes carecen de conocimiento de la causa de esta enfermedad (Nolasco *et al.*, 2009).

Nolasco *et al.*, 2009, reportan que estudiantes de nivel básico de comunidades rurales de Guerrero tenían un grado de conocimiento escaso sobre la Teniasis-Cisticercosis, aunque conocían el parásito. Dichas observaciones se asemejan a lo presentado en este estudio, donde hasta un 50% de los encuestados mencionaron que han visto o conocen la cisticercosis.

Con respecto a los hábitos de alimentación de los cerdos, Graves et al., 1984 y Copado et al., 2004, observaron que se desarrollaban con mayor intensidad en las mañanas y particularmente en temporada de lluvias. Esto se debe según los investigadores a la influencia de la temperatura ambiental y a la disponibilidad de los recursos naturales. En ese sentido, durante la época de lluvias del presente estudio, se observó que los cerdos desarrollaron por mayor tiempo las actividades como alimentación y desplazamiento, además, dichas actividades se realizaron principalmente durante las mañanas, cuando la temperatura ambiental era óptima para la búsqueda de los recursos alimentarios.

Además, Copado (2004) también observó que otras conductas como el escarbar hojar y olfatear se llevaron a cabo con mayor frecuencia durante la época de lluvia, lo cual coincide con lo observado en el presente estudio.

Con respecto al comportamiento de los cerdos, Copado (2004), observó que durante la época de secas se disminuyó notablemente la actividad de exploración, alimentación e ingesta de materia fecal humana, particularmente durante las horas del día con mayor temperatura, entre las 12 y 3 de la tarde, estos datos coinciden con lo presentado en este estudio.

La actividad de descanso resultó la conducta donde se dedicó la mayor parte del tiempo, tanto en la época de lluvias como la de secas, lo cual coincide con estudios realizados por investigadores como Copado (2004) y Robert (1987), ellos vinculan esta actividad a una forma de conservación de energía que además se incrementa durante la época de secas, cuando hace más calor.

Copado (2004) también observó estructuras bien organizadas en los grupos de cerdos con machos y hembras adultos, jóvenes y lechones, con presencia de jerarquías lineales. Estos resultados coinciden con lo reportado en los 3 subgrupos estudiados los cuales se conformaban hasta por 15 cerdos donde destaca que eran dominados por una hembra que generalmente era la más longeva, hembras que los propietarios acostumbran dejar como pie de cría.

El hecho de que la frecuencia en las veces que los cerdos consumían materia fecal humana no presentó diferencia significativa entre las dos épocas del año, pudiera deberse a que esta actividad se realizaba de forma rutinaria en sitios donde los cerdos saben que se practica el fecalismo a ras de suelo, donde fue encabezada esta actividad por la hembra dominante del grupo.

Morales *et al.*, 2008, han reportado prevalencias de cisticercosis mediante serología que van desde el 0% hasta 33 % en comunidades rurales del país. En el presente estudio se encontró una frecuencia de anticuerpos entre 22.7% y 34.5%, para la época de secas y lluvias respectivamente, lo cual entra dentro de lo mencionado en otros estudios. Es factible que la capacidad de detección de cisticercos en el cerdo y su amplificación a través de la inducción de anticuerpos, medie estas diferencias en la estimación de la magnitud de la parasitosis. En este sentido es necesario enfatizar que la presencia de anticuerpos es un indicador de contacto y no necesariamente de infección con el parásito (Sciutto *et al.*, 1998, Larralde *et al.*, 1989). Es también factible que en la comunidad estudiada, prevalezcan prácticas de riesgo a estar en contacto con el parásito como el hozar y refrescarse en charcos de aguas residuales, donde confluye el drenaje de múltiples casas que resulten en mayor contacto con el parásito que en otras comunidades.

Al respecto del incremento en la prevalencia de cisticercosis porcina de acuerdo a la edad, este hallazgo ha sido reportado anteriormente por Sarti-Gutiérrez *et al.*, 1992 y Aluja *et al.*, 1998. En este estudio se observan resultados compatibles con los reportados, en los 3 subgrupos de cerdos estudiados, los animales más longevos presentaron niveles de anticuerpos más elevados con respecto a los jóvenes. Es factible que la mayor seroprevalencia se relacione con el aumento de la práctica de conductas de riesgo como el aumento significativo en las actividades de búsqueda de alimento, exploración, hozar, desplazamiento, así como el consumo de excretas humanas por los cerdos.

La correlación entre la edad de los cerdos y los niveles de densidad óptica (ELISA), podría servir como un estimador del contacto con parásitos. En el presente estudio se muestra que a mayor edad de los animales se encontró una mayor densidad óptica en la prueba de ELISA. Es factible que contactos adicionales con el parásito durante la edad aumenten los niveles esperados de anticuerpos contra los mismos.

Una contribución particular de este estudio recae en el registro de trayectorias. El registro de trayectorias produce una descripción detallada de la posición en el tiempo, lo que no es posible por ningún otro medio de registro de la conducta con escalas como las que recorre el cerdo. En primer lugar, esta metodología corrobora y cuantifica con mayor precisión las originalmente realizadas por Copado (2004). Las nuevas metodologías geo posicionales, permiten además utilizando la posición, realizar observaciones espaciales que enriquecen la descripción conductual. Una de ellas, son las rutas que los cerdos utilizan, así como donde realizan las paradas. Existe la posibilidad de que el registro de trayectorias produzca una relación cuantificable entre el movimiento y el riesgo de infección. Sin embargo, los primeros análisis de trayectorias realizados en este estudio muestran lo contrario. En el presente estudio los 3 grupos de cerdos realizaron menor movilidad en época de secas. Esto podría atribuirse a que el cerdo semi-confinado puede disminuir su actividad ya que probablemente un cerdo con menor movimiento es aquel que tiene resueltos sus problemas de alimentación, y una posibilidad es la disposición permanente de materia fecal. Es por ello que la disponibilidad de materia fecal en época de secas parece ser mayor debido a que esta permanece más tiempo en el ambiente y el cerdo puede forrajear con menos desplazamientos, pero la cantidad de materia fecal ingerida podría permanecer constante independientemente de la época.

La correlación entre el tiempo y la exposición versus los descriptores de movimiento, resultó en valores no significativos; lo que indica que trayectorias más largas, rangos hogareños más amplios, ni para la época de lluvias ni para la época de secas aumentan los niveles esperados de anticuerpos. Considerando esta

información parece factible que en condiciones de alta exposición la probabilidad de encuentros múltiples con el parásito que funcionen aumentando el nivel de los anticuerpos esperados aumente solo en el curso de más expectativa de vida de los cerdos.

Con lo que respecta al territorio y ámbito hogareño de las pjaras en semi-confinamiento estudiadas se observó que tienen trayectorias y conductas bien definidas, además, al parecer realizan actividades como el desplazamiento, alimentación, exploración descanso y consumo de excretas humanas con horarios bien establecidos y generalmente dichas actividades las realizan en grupos, estas observaciones concuerdan con estudios realizados por Maugetet al., 1981; Graves et al., 1984 y Copado, 2004.

Un primer hallazgo de este trabajo es encontrar que en la comunidad existen grandes agregaciones de materia fecal humana, una suerte de baños al aire libre que toda la comunidad utiliza. Los terrenos que contienen las heces son usualmente lotes sin construcción o con construcciones abandonadas y comúnmente se encuentran dentro de las inmediaciones del pueblo. Otra ruta que los cerdos utilizan comúnmente son las cañadas en donde desembocan los drenajes improvisados de muchas casas así como los de las letrinas. Los cerdos repiten la misma trayectoria día con día y la mayoría de su exploración puede ser descrita como movimientos cortos dentro de los parches ricos en excremento y desplazamientos lineales largos. Las descripciones de estos movimientos podrían utilizarse para generar sugerencias sobre los terrenos que se deberían restringir en su acceso, así como de la importancia de cambiar los hábitos higiénicos o mejorar la infraestructura.

Otra de las contribuciones de este estudio es la de intentar relacionar descriptores conductuales generados por las trayectorias con estimadores del contacto con el parásito producidos por la presencia de antígenos en la sangre del cerdo por ELISA, esto en teoría podría ser útil para cualificar la relación entre el movimiento y el riesgo de infección.

El presente estudio aporta una manera de relacionar las trayectorias de grupos de animales en un espacio y tiempo, donde exista antecedente de la presencia de alguna enfermedad infecciosa en particular y en dado caso establecer puntos de riesgo de contagio y algunos aspectos conductuales.

Con respecto a investigaciones anteriores, el uso de la tecnología GPS como en este caso puede aportar de una forma más sencilla el registro de trayectorias de animales, sin embargo, el seguimiento personal involucra demasiado tiempo y esfuerzo, por lo que se sugiere la utilización de collares de rastreo para su registro automático.

CONCLUSIONES

En este estudio se analizaron las trayectorias de cerdos que habitan libres o semi-confinados en una comunidad rural utilizando GPS, en un intento de evaluar si podían permitirnos detectar sitios de riesgo donde el contagio por cisticercosis podría ocurrir con mayor probabilidad, midiendo el riesgo a través de la presencia de anticuerpos séricos contra cisticercos.

Los análisis de los resultados obtenidos indican un riesgo homogéneo en la comunidad que no distingue entre diferentes trayectorias realizadas entre tres diferentes grupos de cerdos. No obstante, los resultados obtenidos en esta tesis establecen las bases para proponer la descripción de una trayectoria para evaluar el riesgo de infección con otros patógenos.

10. BIBLIOGRAFÍA

Aluja AS, Villalobos AN. Cisticercosis por *Taenia solium* en cerdos de México. Vet Méx 2000; 31:239-244.

Benhamou S. How to reliably estimate the tortuosity of an animal's path: straightness, sinuosity, or fractal dimension? J of Theoretical Biol 2004;229:209-220.

Benhamou S. Detecting an orientation component in animal paths when the preferred direction is individual-dependent. Ecol 2006;87:518-528.

Bergman MC, Schaefer AJ and Luttich SN. Caribou movement as a correlated random walk. Oecol 2000;123:364-374.

García HH, Gilman RH, Gonzalez AE, Verastegui M, Rodriguez S, Gavidia C, Tsang VC, Falcon N, Lescano AG, Moulton LH, Bernal T and Tovar M. Hyperendemic human and porcine *Taenia solium* infection in Peru. Am J Trop Med Hyg 2003a; 68: 268-75.

García HH, Gonzalez AE, Gavidia C, Falcon N, Bernal T, Verastegui M, Rodriguez S, Tsang VC and Gilman RH. Seroincidence of porcine *T. solium* infection in the Peruvian highlands. PrevVetMed 2003b; 57: 227- 36.

Lescano AG, Garcia HH, Gilman RH, Guezala MC, Tsang VC, Gavidia CM, Rodriguez S, Moulton LH, Green JA y Gonzalez AE. Swine cysticercosis hotspots surrounding *Taenia solium* tapeworm carriers. Am J Trop Med Hyg 2007;6:376-83.

Marotta. E., Lagreca. L., Muñoz Luna. A. Conducta Social, Alimenticia y Social del Cerdo. Porci, Aula Veterinaria, Tratado de Ganado Porcino. Comportamiento y Bienestar Porcino (II). Ed. Luzans. España 1999.

Martínez MJJ, Aluja AS, Villalobos AN, Jaramillo ACJ y Gemmell M. Epidemiología de la cisticercosis en cerdos en una comunidad rural del estado de Guerrero, México. Vet Méx 1997;28:281-286.

Martínez MJJ. Dinámica de transmisión de la teniosis/cisticercosis (*Taenia solium*) en una comunidad rural del estado de Guerrero, México (tesis de doctorado). México (DF.) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.

Martínez MJJ, Aluja AS, Avila RG, Aguilar VL *et al.* Teniosis y detección de anticuerpos anticisticercosis en personas de una comunidad rural del estado de Guerrero. *Salud Pública Méx* 2003;45: 84-89.

Moore DA, Carpenter TE. Spatial analytical methods and geographic information systems: use in health research and epidemiology. *Epidemiol Rev* 1999;21:143-161.

Morales J, Martínez JJ, Rosetti M, Fleury A, Maza V, Hernández M, Villalobos N, Fragoso G, Aluja AS, Larralde C, Sciutto E. Spatial distribution of *Taenia solium* Porcine Cysticercosis within a rural area of México. *PLoS Negl Trop Dis* 2008;2:1-7.

Morales SJ. Evaluación de la vacuna expresada en fagos contra la cisticercosis porcina: Factores de exposición y del hospedero en la protección (tesis doctorado). México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2008.

Nolasco, PD. Educación para la salud enfocada a Teniasis-Cisticercosis en comunidades rurales de Guerrero. (Tesis Licenciatura). México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2009.

Nams, V.O. and M. Bourgeois. Using fractal analysis to measure habitat use at different spatial scales: an example with marten. *Can J Zool* 2004;82:1738-1747.

Sarti, E., P. M. Schantz, R. Lara-Aguilera, H. Gómez y A. Flisser. *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in a Mexican village", *Tropical Medicine and Parasitology* 1988;9:194-198.

Sarti, E., P. M. Schantz, A. Plancarte, M. Wilson, I. O. Gutiérrez, A. S. López, J. Roberts y A. Flisser. Prevalence and risk factors for *Taenia* and cysticercosis in

humans and pigs in a village in Morelos, Mexico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 1992; 46:677-683.

Sarti, E., P. M. Schantz, A. Plancarte, M. Wilson, I. O. Gutiérrez, J. Aguilera, J. Roberts y A. Flisser. Epidemiological investigation of *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in a rural village of Michoacan state, Mexico. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 1994; 88:49-52.

Sciutto CE, Hernandez M, Garcia G, Aluja AS, Villalobos N, Rodarte LF, *et al.* Diagnosis of porcine cysticercosis: a comparative study of serological tests for detection of circulating antibody and viable parasites. Vet Parasitol 1998;78:185-197.

Turchin P. Quantitative analysis of movement: Measuring and modeling population redistribution in animals and plants. University of Connecticut. 1998.

Villagrán-Urbe J, Olvera-Rabiela JE. Cisticercosis humana. Estudio clínico y patológico de 481 casos de autopsia. Patología 1988; 26:149-156.

11. CUADROS Y FIGURAS

Cuadro1. Características de las viviendas de Pachivia, Gro. 2010

	Sí	Porcentaje
Dispone de excusado y/o sanitario	43	56.6
Crianza de cerdos	33	43.4
Conexión a red pública de agua	39	51.3
Desinfectan el agua de consumo	58	76.3
Tiene piso de tierra	24	31.6

Se realizaron encuestas en 91 viviendas, de las cuales se obtuvo información en 76 de ellas (83.5%).

Cuadro 2. Forma de alojamiento de los cerdos en las viviendas de Pachivia, Gro.

	Número de viviendas	Porcentaje	Número de animales	Porcentaje
Confinamiento todo el año	9	27.3	67	47.5
Libres en alguna época del año	24	72.7	74	52.5
Total	33	100	141	100

Cuadro 3. Resultados de ELISA contra cisticercosis de acuerdo al sexo.

	Positivos (%)	Negativo (%)	Total
Machos	13 (9.2%)	54 (38.3%)	67
Hembras	19 (13.5)	55 (39%)	74
Total	32 (22.7%)	109 (77.3%)	141

Cuadro 4. Resultados de ELISA contra cisticercosis por estado reproductivo.

	Positivo	Negativo
Macho castrado	10	41
Macho entero	3	13
Hembra gestante	1	2
Hembra lactando	2	4
Hembra no gestante	16	49

Cuadro 5. Resultados de ELISA contra cisticercosis de acuerdo al sexo.

	Positivos (%)	Negativo (%)	Total
Machos	20 (17.24%)	34 (29.31%)	54
Hembras	20(17.24%)	42 (36.2%)	62
Total	40 (34.48%)	76 (65.52%)	116

Cuadro 6. Resultados de ELISA contra cisticercosis por estado reproductivo.

	Positivo	Negativo
Macho castrado	20	32
Macho entero	0	2
Hembra gestante	0	2
Hembra lactando	0	3
Hembra no gestante	20	37

Cuadro 7. Frecuencia de cisticercosis porcina global por época de secas y lluvia en Pachivia, Gro.

	Positivo	Negativo	Total
Secas	32	109	141
Lluvia	40	76	116
Total	72	185	257

Diferencia entre las 2 épocas, mediante Ji cuadrada (P=0.03).

Cuadro 8. Los grupos de cerdos donde se realizaron las trayectorias se conformaron principalmente por hembras.

ÉPOCA DEL AÑO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
SECAS	6 Hembras 3 Machos	9 Hembras 3 Machos	10 Hembras 4 machos
LLUVIAS	5 Hembras 2 Machos	7 Hembras 2 Machos	10 Hembras 5 Machos

Cuadro 9. Comparación de la frecuencia de cisticercosis por época en los 3 grupos de trayectorias.

	No. de cerdos		Frecuencia y % de Positividad		Exacta de Fisher
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
GRUPO 1	9	7	3 (33%)	4 (57%)	P(0.32)
GRUPO 2	12	10	3 (25%)	3 (30%)	P(0.58)
GRUPO 3	14	15	4(28.5%)	6 (40%)	P(0.39)

Cuadro 10. Matrices de dominancia. Se muestra el número de veces que cada cerdo desplazó y que fue desplazado por otro cerdo. En la columna izquierda son cerdos agresores y en la fila superior los agredidos.

GRUPO 1	ANIMALES AGREDIDOS														INDICE DE DOMINANCIA
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
Hembra 18 meses A	---	35	18	11	10	0	0	0	---	---	---	---	---	---	0.96
Hembra 12 meses B	2	---	12	5	8	15	0	0	---	---	---	---	---	---	0.54
Hembra 12 meses C	1	0	---	8	1	4	0	0	---	---	---	---	---	---	0.32
Macho 12 meses D	0	1	0	---	3	7	0	0	---	---	---	---	---	---	0.31
Macho 12 meses E	0	0	0	0	---	0	0	0	---	---	---	---	---	---	0.0
Hembra 6 meses F	0	0	0	0	0	---	0	0	---	---	---	---	---	---	0.0
Macho 2 meses G	0	0	0	0	0	0	---	0	---	---	---	---	---	---	0.0
Hembra 2 meses H	0	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	0.0
Hembra 2 meses H	0	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	0.0
GRUPO 2															
Hembra 30 meses A	---	28	10	15	4	0	0	0	0	0	0	---	---	---	0.89
Hembra 18 meses B	2	---	8	19	2	6	0	0	0	0	0	---	---	---	0.56
Macho 12 meses C	4	0	---	12	8	17	3	0	0	0	0	---	---	---	0.68
Macho 12 meses D	1	1	0	---	4	1	1	2	0	0	0	---	---	---	0.17
Hembra 12 meses E	0	0	3	1	---	0	2	1	0	0	0	---	---	---	0.28
Hembra 6 meses F	0	0	0	1	0	---	0	0	0	0	0	---	---	---	0.04
Macho 6 meses G	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	---	---	---	0.0
Hembra 2 meses H	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	---	---	---	0.0
Hembra 2 meses I	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	---	---	---	0.0
Hembra 2 Meses J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	---	---	---	0.0
Hembra 2 Meses K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	0.0
Hembra 2 Meses L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	---	---	---	0.0

Cuadro 10 (continuación). Matrices de dominancia. Se muestra el número de veces que cada cerdo desplazó y que fue desplazado por otro cerdo. En la columna izquierda son cerdos agresores y en la fila superior los agredidos.

GRUPO	ANIMALES AGREDIDOS														INDICE DE DOMINANCIA
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
GRUPO 3															
Hembra 24 meses A	---	11	16	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.95
Macho 18 meses B	1	---	7	5	1	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0.68
Macho 18 meses C	0	0	---	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.17
Hembra 18 meses D	1	0	1	---	5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0.58
Hembra 12 meses E	0	0	0	0	---	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0.44
Hembra 12 meses F	0	0	0	0	0	---	1	1	0	0	0	0	0	0	0.11
Macho 6 meses G	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Hembra 4 meses H	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0.0
Hembra 4 meses I	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0.0
Hembra 4 Meses J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0.0
Hembra 4 Meses K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0.0
Macho 4 Meses L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0.0
Hembra 4 meses M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0.0
Hembra 8 meses N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0.0

Figura 1. Comparación de los resultados de diagnóstico serológico por época de año y estado reproductivo. Diferencia entre las 2 épocas, mediante Ji cuadrada (P=0.03).

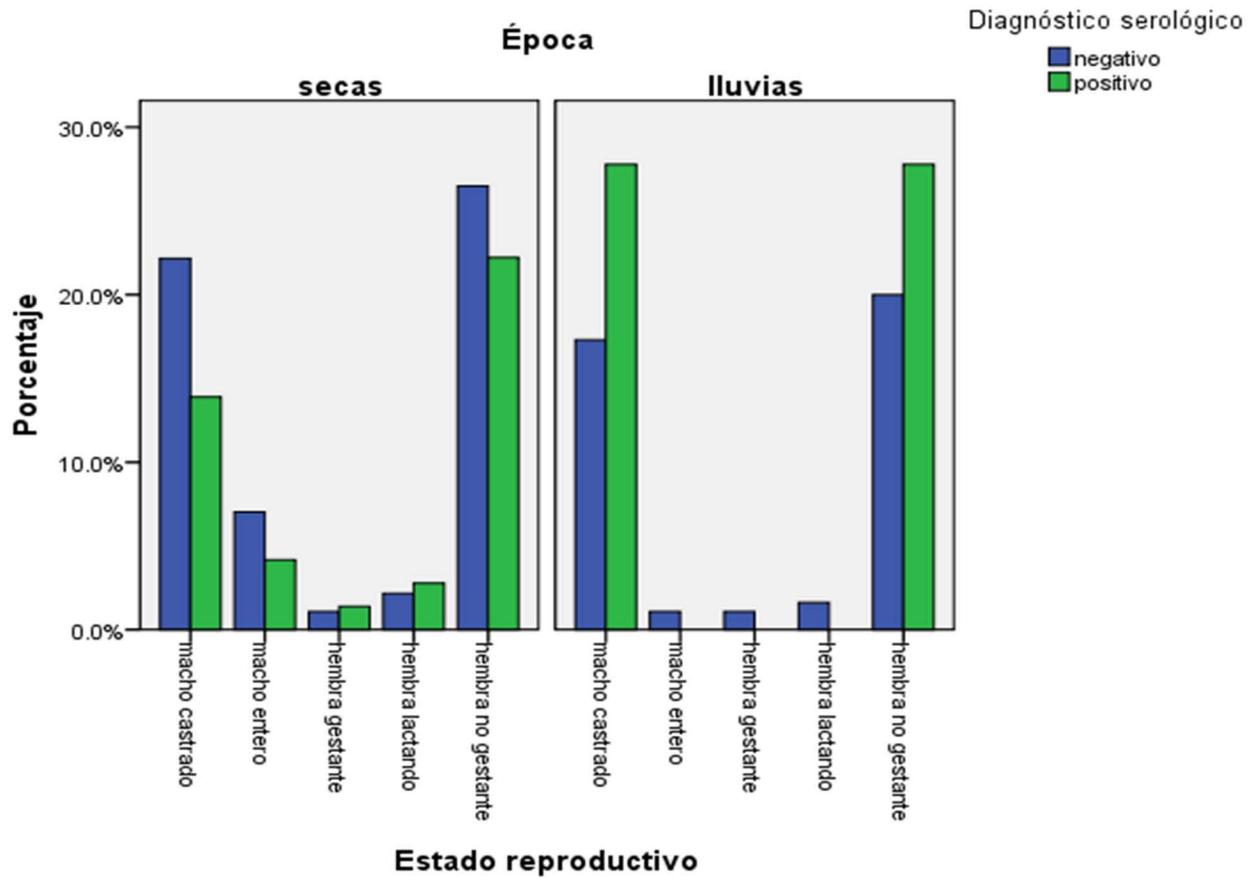


Figura 2. En los gráficos de cajas y bigotes se observa que los valores mayores de distancia recorrida se observaron en la época de lluvias en los 3 grupos de cerdos, mientras que en la época de sequía se observaron los valores menores de distancia recorrida.

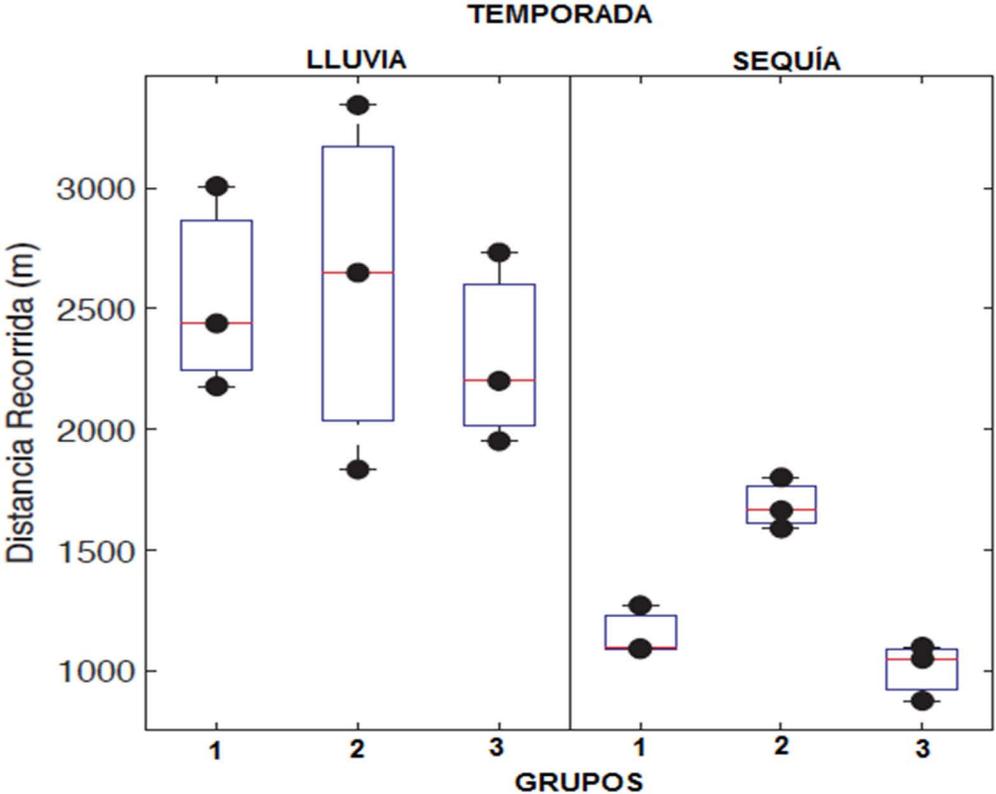


Figura 3. En los gráficos de caja y bigotes se observa que los valores centrales (mediana) de los tiempos de recorrido fueron mayores durante la temporada de lluvia en los 3 grupos de cerdos, mientras que la comparación con la temporada de secas los valores centrales del tiempo recorrido fueron menores.

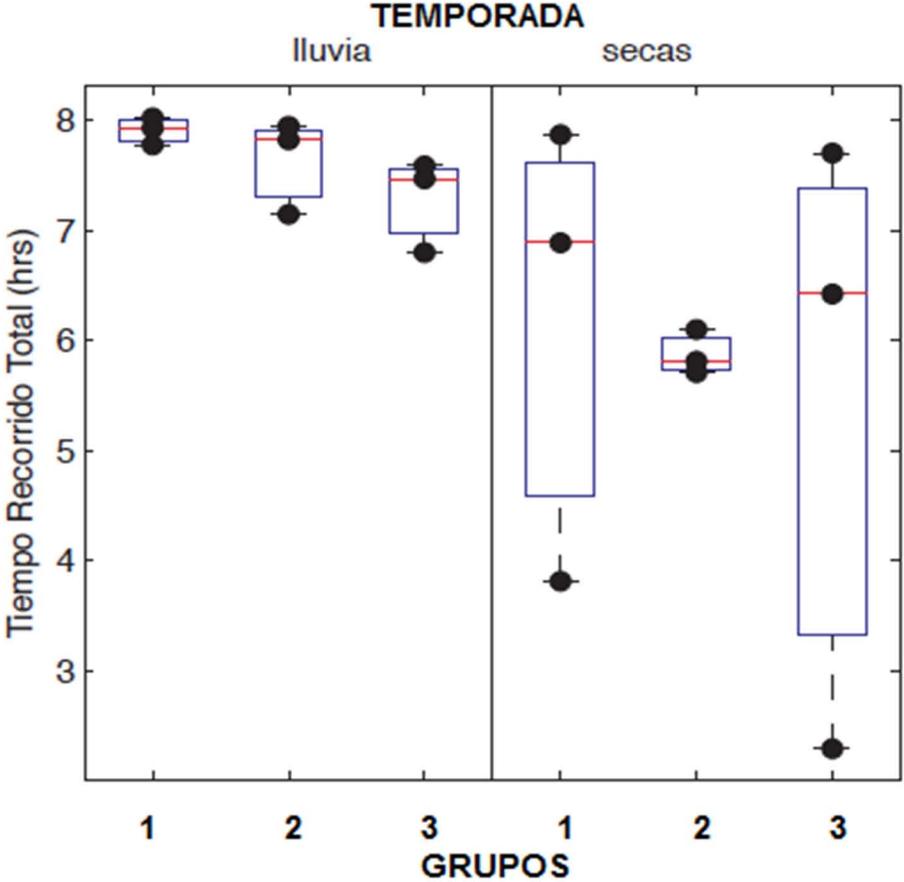


Figura 4. En los gráficos de caja, se observa el porcentaje mayor de tiempo de descanso durante la época de sequía en los 3 grupos de cerdos, de forma alterna, los porcentajes de tiempo de descanso resultaron menores durante la época de lluvia.

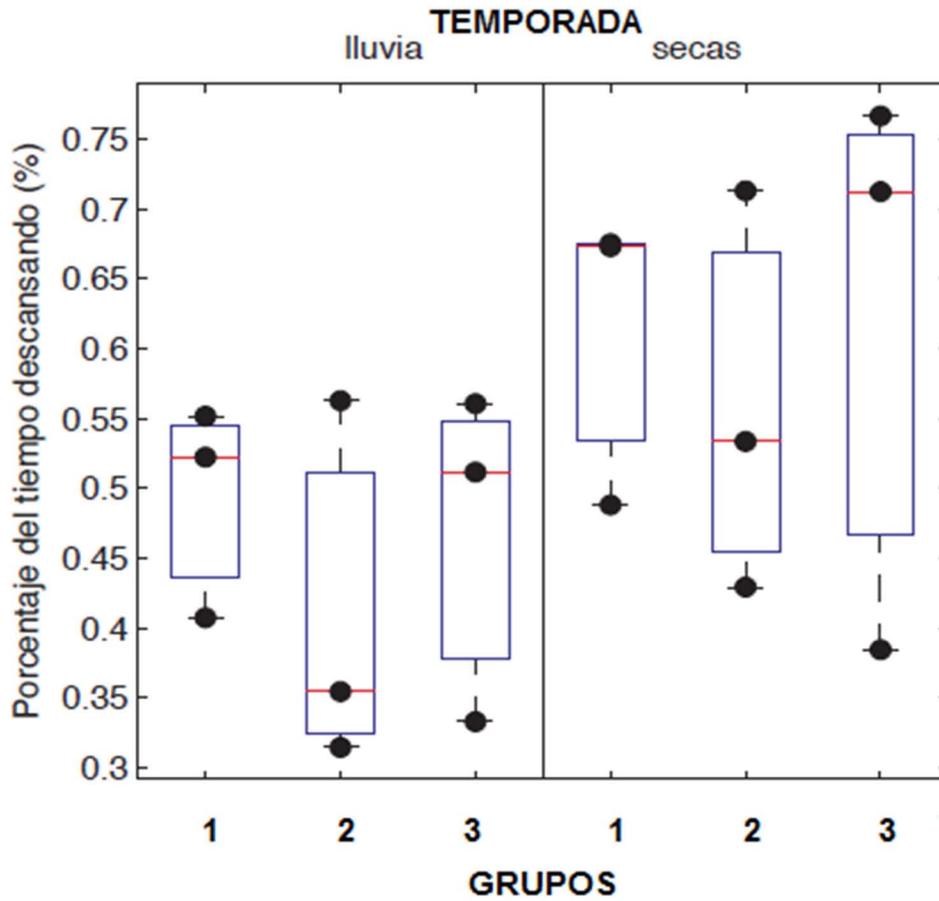
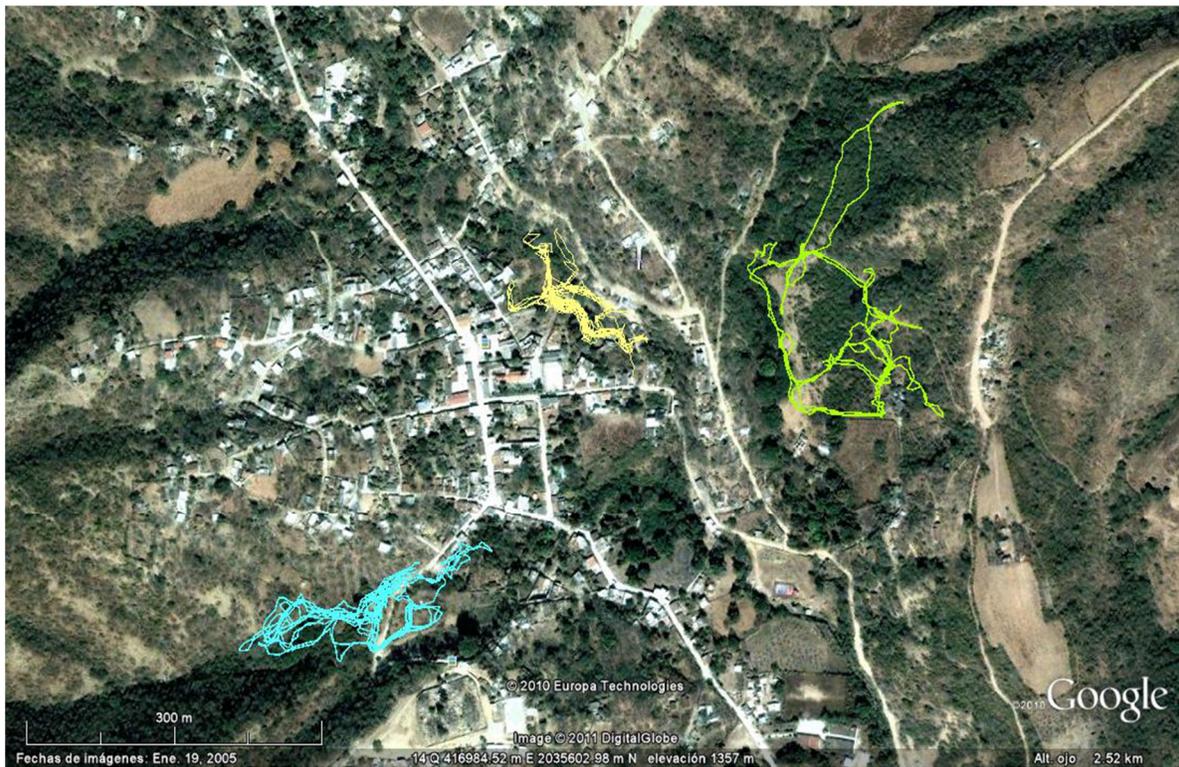


Figura 5. Trayectoria de los 3 grupos de cerdos en lluvias y secas



Los análisis de trayectorias muestran diferencias con respecto a la movilización de los cerdos que deambulan libremente, tanto en temporada de lluvias como en secas ($p < 0.05$). (Figura 6)

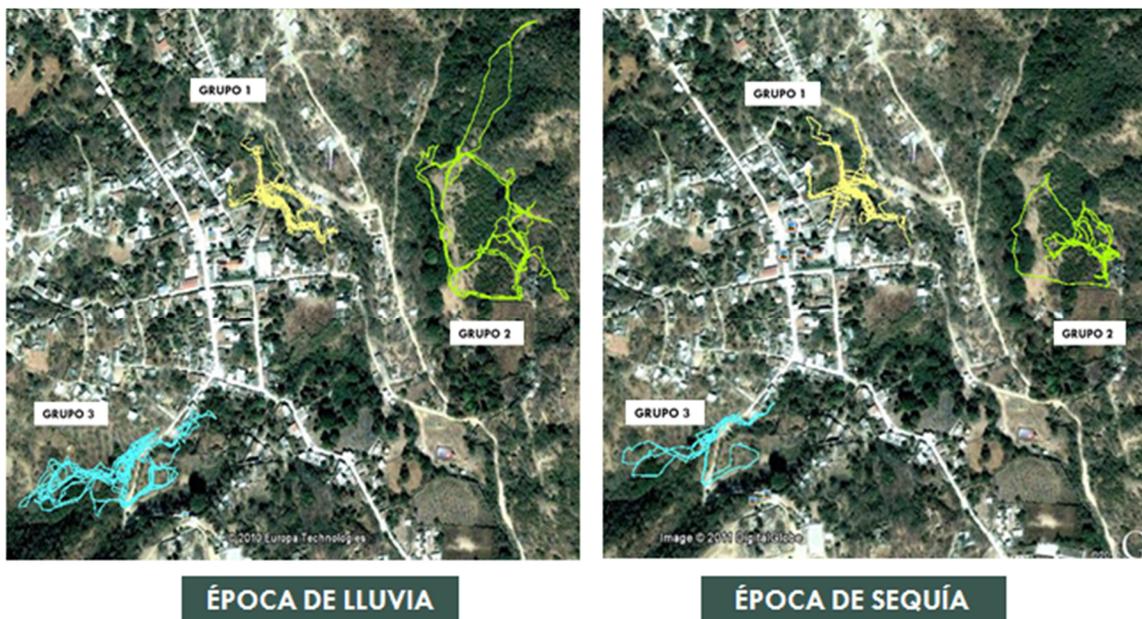
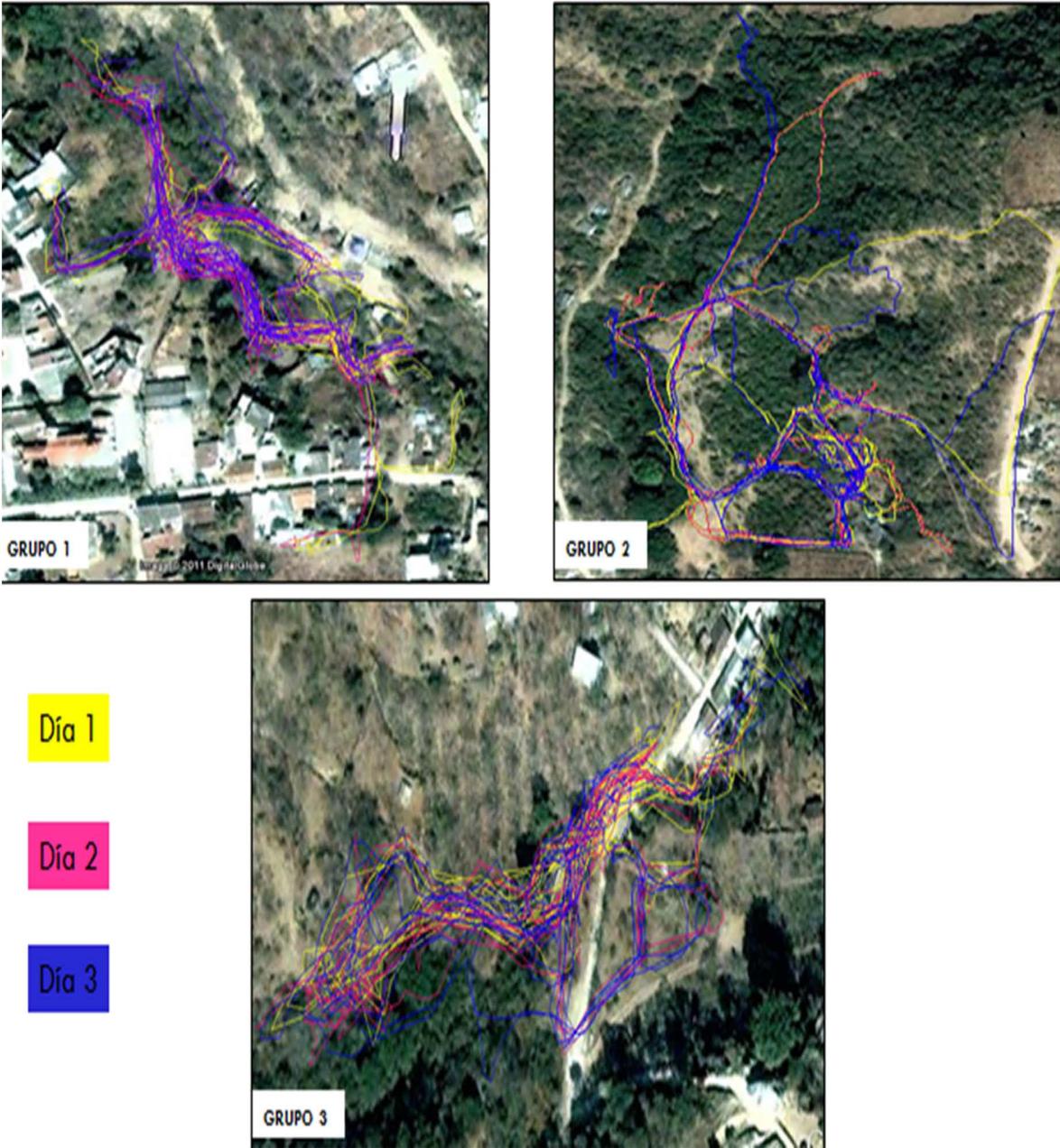


Figura 7. Trayectorias durante 3 días de los 3 grupos de cerdos



12. ANEXO 1

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA						
CENSO POBLACIONAL Y ENCUESTA SOCIAL VINCULADO A CISTICERCOSIS PORCINA EN PACHIVIA, GRO.						
PROPIETARIO	FECHA		/	/	No. REGISTRO	
GEOREFERENCIA	LAT	LONG			UTM	
¿NUMERO DE PERSONAS QUE VIVEN EN LA CASA?			EPOCA DEL AÑO		(LLUVIA)	(SECAS)
¿DONDE OBTIENE EL AGUA?	POZO		RED PUBLICA	OTRO ¿CUAL?		
¿DISPONE DE EXCUSADO O SANITARIO?		SI	NO			
¿DONDE HACE DEL BAÑO?	(SANITARIO/LETRINA)		(AIRE LIBRE)			
¿DONDE ASISTE CUANDO ENFERMA?	MEDICO PARTICULAR		MEDICO DEL GOBIERNO		OTRO ¿CUAL?	
¿SU PISO ES DE TIERRA?		SI	NO			
¿CUAL ES SU MAXIMO GRADO DE ESTUDIOS?	(PRIMARIA)	(SECUNDARIA)	(BACHILLERATO)	(LICENCIATURA)	(NINGUNO)	
¿DESINFECTA O TRATA EL AGUA QUE CONSUMEN?		SI	NO ¿CON QUE?	COLORO	YODO	HERVIDA
¿DESINFECTA VERDURAS?		SI	NO ¿CON QUE?	COLORO	YODO	JABON
¿CRIA CERDOS?		SI	NO			
¿NUMERO DE CERDOS EN TOTAL?						
¿SALEN A BUSCAR SU COMIDA LOS CERDOS?		SI	NO			
¿COMO MANTIENE O ALOJA A SUS CERDOS?	(LIBRES TODO EL DIA)		(DIA LIBRE/NOCHE ENCIERRO)		(ENCIERRO TODO EL DIA)	
¿CUAL ES EL DESTINO DEL CERDO?	(CONSUMO FAMILIAR)		(VENTA)		(AMBOS)	
¿EN CASO DE VENDER A QUIEN LO HACE?	(LOCAL)		(INTERMEDIARIO)		(AMBOS)	

ANEXO 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIAGNOSTICO EN LENGUA Y SEROLÓGICO CISTICERCOSIS PORCINA EN PACHIVIA, GRO.

PROPIETARIO _____ **GPS** _____ **EPOCA: LLUVIAS** _____ **SECAS** _____ **FECHA** _____

IDENT No reg/No. Cerdo	EDAD Meses	EDO. REPR. 1 mc,2 me 3 hg, 4 hl 5 hng	FENOTIPO 1 CRIOLLO 2 MEJORADO	PESO Kg.	No. PARTOS (en hembras)	FECHA DESP.	DX LENGUA	DX SEROLOG	SE OBTUVO SANGRE
						Producto Dia/ mes/ año	0= neg 1= pos	0= neg 1= pos	SI NO
/									
/									
/									
/									
/									
/									
/									

OBSERVACIONES _____