

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFECTO DE LA EXPOSICION A LA FRACCION LIQUIDA DE RESIDUOS DE
GRANJA OBTENIDOS A PARTIR DE UN TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO
(FILTRACION Y CLORACION) SOBRE LA SALUD DE CERDOS DESTETADOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:
ABIGAIL BRAVO ALCANTARA

ASESORES: MVZ. MPA. MARCO A. HERRADORA LOZANO
MVZ. MCV. ROBERTO MARTINEZ GAMBA

MEXICO, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 mis padres Inocencio y Aurora , quienes son el más grande tesoro que tengo en la vida y que por su esfuerzo y apoyo he logrado llegar a este momento, gracias por ser los guías en mi vida, por el ejemplo que me han dado, pero sobre todo gracias por su amor.

La felicidad no depende de lo que pasa a nuestro alrededor, sino de lo que pasa dentro de nosotros; la felicidad se mide por el espíritu con el cual nos enfrentamos a los problemas de la vida.
Stephan Tanasescu.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida que me ha prestado y la maravillosa familia que me ha regalado

A mis padres por su ejemplo, apoyo, amor y comprensión

A mis hermanos Juan Alberto y Laura por estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional, por sus consejos y palabras de aliento en esos momentos difíciles

A mi Universidad por darme abrigo durante mis estudios

A mis asesores Marco A. Herradora Lozano y Roberto Martínez Gamba, por el gran apoyo que me brindaron para realizar éste trabajo

Al MVZ. Gerardo Ramírez por su gran ayuda, consejos y apoyo durante la realización de éste trabajo

A Lulu y Alhector por su ayuda durante el trabajo experimental, chicos de verdad mil gracias

Al Laboratorio del Departamento de Producción Animal: Cerdos y en especial a la MVZ. Esperanza Galván por la gran ayuda que me brindo durante el trabajo de laboratorio de igual manera a la MVZ Alejandra Mercadillo por su apoyo

A mis amigas Tatiana, Itzelly, Ana, Alicia, Diana, Claudia, Mariana, y Chyntia, por los grandes momentos que juntas hemos vivido

A todas las personas del Departamento de Producción Animal: Cerdos

A los integrantes del jurado: Francisco Castrejon Pineda, Rafael Suárez Castrejon, José Fernando Núñez Espinosa, Marco A. Herradora Lozano y Humberto Ramírez Mendoza.

Al proyecto PAPIIT IN-223903: Sistema alternativo para el tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales de granjas porcinas, propuestas para disminuir la contaminación ambiental.

CONTENIDO

INDICE

| | |
|-----------------------------------------------------|-------|
| RESUMEN..... | ..... |
| 1. INTRODUCCION..... | ..... |
| 1.1 Cloración de agua residual..... | ..... |
| 1.2 Características de Salmonella spp..... | ..... |
| 1.3 Justificación ..... | ..... |
| 2. HIPOTESIS..... | ..... |
| 3. OBJETIVO GENERAL..... | ..... |
| 3.1 Objetivos específicos..... | ..... |
| 4. MATERIAL Y METODOS..... | ..... |
| 4.1 Área Geográfica..... | ..... |
| 4.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales..... | ..... |
| 4.3 Trabajo experimental..... | ..... |
| 4.4 Variable a evaluar..... | ..... |
| 4.5 Análisis estadístico ..... | ..... |
| 5. RESULTADOS..... | ..... |
| 6. DISCISION..... | ..... |
| 7. CONCLUSIONES..... | ..... |
| 8. LITERATURA CITADA..... | ..... |
| CUADROS..... | ..... |
| FIGURAS..... | ..... |
| ANEXOS..... | ..... |

RESUMEN

BRAVO ALCÁNTARA ABIGAIL. Efecto de la exposición a la fracción líquida de residuos de granja obtenidos a partir de un tratamiento físico-químico (filtración y cloración) sobre la salud de cerdos destetados. (Bajo la dirección de MVZ. MPA. Marco Antonio Herradora Lozano y MVZ. MCV. Roberto Martínez Gamba).

El objetivo fue evaluar el efecto del suministro de residuos líquidos de granja con un tratamiento físico-químico, sobre la salud de cerdos destetados. Se emplearon 24 cerdos distribuidos en 3 tratamientos (T1= agua filtrada y clorada; T2= agua filtrada; T3= agua potable) que se suministraron por 13 días. Antes de iniciar los tratamientos se confirmó la presencia de *Salmonella spp.* en el agua de T2. Se evaluaron las variables: consumo de alimento diario (Cald), consumo de alimento total (CAIt), consumo de agua diario (Cagd), consumo de agua total (CAgt), conversión alimenticia (CA), temperatura corporal (TC) y ganancia de peso (GP), por medio de ANDEVA; para la proporción de sanos (S) y enfermos (E) se realizó una prueba de χ^2 ; y para el aislamiento bacteriológico un análisis descriptivo. Para Cald se observaron diferencias ($P < 0.05$) del día 4 al 9 en T2 con respecto a T1 y T3; en CAIt se observó un mayor consumo ($P < 0.05$) en T1. En GP y CA no se encontraron diferencias ($P > 0.05$). Los resultados de Cagd fueron inconsistentes y en CAgt no se hallaron diferencias ($P > 0.05$). La TC fue mayor en T2 ($P < 0.05$) los días 3 y 4. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en S y E los días 4, 5, 8, y 11. Se aisló *Salmonella entérica* en válvula ileocecal (VI) e hígado en 2 cerdos de T1 y en VI en un cerdo de T2. El tratamiento de aguas residuales de granja a base de filtración, no es suficiente para asegurar su inocuidad para reciclarlas como agua de bebida o de limpieza de instalaciones, por el grave riesgo de provocar la circulación de patógenos y la presencia de portadores sanos, por lo cual se requiere un tratamiento terciario como la cloración para asegurar su inocuidad.

1. INTRODUCCIÓN

El cerdo ha sido proveedor constante de una gran variedad de subproductos sumamente útiles en los aspectos comercial, industrial y científico, por estas múltiples propiedades la porcicultura se ha convertido en un factor fundamental para el desarrollo y la economía de muchos países, es por esto que la porcicultura ha llegado a ser la actividad pecuaria que se encuentra en primer lugar a nivel mundial en la producción de carne. México se ubica en el lugar número 18 en producción de carne de cerdo en el mundo y es segundo en Latinoamérica después de Brasil. A nivel nacional la porcicultura ocupa el tercer lugar en importancia por su aportación en la producción total de cárnicos después de la avicultura y los bovinos con una aportación en el PIB alrededor del 0.3 %, su relevancia reside en que proporciona un conjunto de productos en la dieta de los estratos de bajos ingresos de la población. El consumo per cápita es alrededor de 12 kg/año ^(1,2,3,4,5).

La porcicultura como principal actividad ganadera a nivel mundial, puede tener impactos negativos en la calidad del aire, agua y suelo además de producir contaminación visual y auditiva ^(1,2). De estos efectos la contaminación de los cuerpos de agua es el más preocupante, pues aunque haya agua, si está contaminada y se encuentra en una condición tal que no sea acorde con el uso que se le quiere dar, su empleo se limita ⁽⁶⁾.

Las causas de los problemas ambientales son muchas y variadas. Durante siglos, los países ahora desarrollados emplearon sus recursos naturales y los de otros países sin mayores escrúpulos. No es sino hasta hace apenas tres décadas, cuando los cuantiosos

daños son irreversibles y se cobra conciencia del problema ambiental, que se plantean planes de crecimiento y desarrollo en los que no se comprometen los recursos naturales para futuras generaciones ⁽⁷⁾.

El impacto actual y potencial de la ganadería en países como México, prácticamente no ha sido estudiado ⁽⁷⁾. La actividad porcina es una de las más importantes del país, pero también es una de las más contaminantes debido a la descarga de aguas residuales que genera.

Lo cierto es que la recién adquirida conciencia sobre el problema ambiental es un reflejo de su gravedad real, mismo que ha dado lugar a una respuesta intelectual y a la generación de políticas ambientales, para las cuales las normas ambientales son el principal instrumento ⁽²⁾.

La norma que regula la descarga de aguas residuales de una de las actividades más importantes del país es la NOM-001-ECOL-1996, la cual es la única disposición ambiental con la que tiene que cumplir la actividad porcina ⁽²⁾.

Actualmente se está dando mayor énfasis a las producciones que se realizan en confinamiento y emplean gran cantidad de agua, entre 10 y 50 litros diarios por animal para el aseo de sus instalaciones, consumo y enfriamiento de los cerdos.

Cada cerdo para cubrir sus necesidades diarias de consumo requiere de 0.12 a 0.22 litros por kg de peso vivo, que representa en una unidad de 100 hembras un gasto entre

7500 y 10,000 litros de agua diarios (225,000 litros de agua al mes). Aproximadamente el 82% del agua que ingresa a las granjas sale como agua residual acompañada de heces, orina, alimento desperdiciado y otros materiales que se arrastran a través de los drenajes ^(2,3,4,5). Gran parte de los problemas se originan en los criaderos industriales con grandes densidades de población porcina, en donde los volúmenes de desechos fecales son elevados y con un fuerte impacto ambiental, mismo que produce un grave deterioro biológico por el explosivo aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que puede llegar a ser incompatible con la vida ⁽⁴⁾.

La cantidad de heces y orina que un cerdo elimina varía entre el 0.6 y 1.0 % de su peso vivo en materia seca fecal diariamente, lo que puede variar dependiendo de la edad del animal, su madurez fisiológica, la cantidad y calidad del alimento ingerido, el volumen de agua consumida, el clima y otros factores ^(5, 6). De las excretas porcinas se sabe que la orina representa el 45% y las heces el 55%, cerca del 99% de los sólidos se excretan en las heces y un 10% en la orina en forma de minerales como potasio, fósforo y nitrógeno amoniacal; dada la composición de estos desechos, la carga orgánica en el agua residual de una granja porcina es mucho mayor que la de los municipios e industrias, teniendo una cantidad de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de 23.013 mg/l y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 7.238 mg/l, parámetros que se encuentran muy por arriba de los establecidos por la norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996 ^(7,8,9) que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, y cuyo objetivo es proteger la calidad de las aguas nacionales, revertir su deterioro y posibilitar los usos posteriores del recurso. Esta norma es la única disposición ambiental con la que tiene que cumplir la actividad porcina y su cumplimiento es gradual,

debiendo cumplirla en primer lugar “los grandes contaminadores”, definidos por la cantidad de sólidos suspendidos totales (Mayor de 3.0 toneladas/día) o demanda bioquímica de oxígeno (Mayor de 3.0 toneladas/día) que generan⁽¹⁰⁾.

La determinación del impacto ambiental de los desechos que genera la porcicultura en México esta estrechamente ligada al modelo de crecimiento adoptado, en el que se destaca el desarrollo de una actividad sin vínculo con la agricultura; la enorme población animal en piaras que han reducido el número de las granjas pequeñas y se han concentrado en unas cuantas regiones; la inexistencia de un programa de reubicación de granjas alcanzadas por el crecimiento sin control de los núcleos urbanos; una casi nula atención al problema ambiental; y la falta de personal profesional capacitado en el manejo de residuales⁽⁷⁾.

El grado en que ésta contaminación afecta a las fuentes de agua depende de la cantidad de agua usada, de la separación de sólidos que se realice y del manejo dado a los residuales, de los cuales tanto el efluente líquido como la fracción sólida de las excretas, contienen gran cantidad de microorganismos patógenos, mismos que pueden sobrevivir por largos periodos de almacenamiento. Entre las bacterias que se pueden encontrar en este material están *Salmonella spp*, *E. coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphilococcus aureus*, *Bacillus anthracis*, *Brucella spp*, *Leptospira spp*, *Brachyspira hyodysenteriae*, *Erysipelotrix rhusiopathiae* y *Clostridium perfringens*; parásitos como *Cryptosporidium parvum*; y virus semejantes a los enterovirus⁽¹¹⁾. Para la remoción de estos agentes se han propuesto tratamientos de los productos residuales mediante métodos físicos, químicos y biológicos^(3,4,7,8,12,13).

Existen muchos tipos de tratamientos de aguas residuales que generalmente se utilizan de manera combinada. Los tratamientos pueden ser físicos como la filtración, la sedimentación y la evaporación; químicos, entre los que se encuentran la cloración y la precipitación y biológicos que se dividen a su vez en aeróbicos y anaeróbicos: al primer grupo pertenecen las lagunas de oxidación y los lodos activados; y al segundo, los reactores como los biodigestores ⁽³⁾.

Las empresas porcinas en la actualidad cuentan con sistemas de tipo primario que consisten básicamente en un separador de sólidos-líquidos los cuales no aportan mucho en la disminución de microorganismos, ya que la cantidad de enterobacterias presentes en algunos de los sistemas de tratamiento primario de agua residual es de 9×10^6 UFC/g⁽¹⁴⁾, esta carga bacteriana aún cuando no es muy alta, puede ocasionar cuadros clínicos en los cerdos, por lo tanto solo con un tratamiento terciario como lo es la cloración, se logra cumplir con la norma, lo que representa un mayor gasto para la porcicultura en comparación con otras actividades ^(7,8,9).

El problema en México es que la combinación de estos sistemas debido a su alto costo, sólo han podido ser empleados por los porcicultores industriales para tratar las aguas residuales generadas por sus granjas, por lo que las medianas y pequeñas producciones en conjunto pueden contaminar igual o más que las grandes densidades de población porcina⁽⁸⁾.

Por otra parte el 67% del territorio mexicano es árido o semiárido y la concentración de la población porcina es significativa donde los recursos hidráulicos presentan los

mayores problemas de contaminación y escasez; por otra parte debido a la gratuidad del agua para las actividades agropecuarias, muchos porcicultores han hecho un uso ineficiente de la misma ya que vierten grandes cantidades de metros cúbicos de aguas residuales, basura y desperdicios a los cuerpos de agua natural sin ningún tratamiento. Esto ocasiona el deterioro y disminución de la viabilidad de los cuerpos de agua y limita los usos que se pueden dar al recurso, de tal suerte que si no se desarrolla una administración adecuada para su manejo, tratamiento, almacenamiento y protección, los habitantes del país sufrirán de escasez de agua ^(3,15).

En la antigüedad, la calidad del agua se calificaba solo por su aspecto, sabor, color y olor. Actualmente, los avances científicos y tecnológicos han repercutido en el desarrollo de técnicas analíticas y procesos capaces de identificar y de remover una amplia lista de compuestos, a tal grado que es posible hacer agua “potable” mediante la depuración del agua residual. Sin embargo, debido a su costo, tales conocimientos no se aplican en forma común, menos aún se plasman políticas integrales de administración del agua que busquen: la conservación del recurso (agua superficial y subterránea), la preservación de su calidad y su uso eficiente (re-uso, ahorro y recirculación del agua) ⁽⁶⁾.

El problema de la contaminación causada por las excretas porcinas puede convertirse en una oportunidad en la medida en que se deje de considerar a las excretas como un estorbo y se valoren en su justa dimensión de acuerdo al contenido de energía, materia orgánica y nutrientes que poseen ⁽³⁾.

Así queda mucho por lograr en términos del mejoramiento de la calidad y la distribución de la cantidad de agua. Los retos actuales abarcan desde el suministro de agua microbiológicamente aceptable, mediante el empleo de procesos sencillos (como la cloración), hasta el desarrollo de sofisticados métodos de control para remover contaminantes complejos y de daño a largo plazo, e incluso, de efectos poco conocidos ⁽⁶⁾.

1.1 Cloración de agua residual

La desinfección con cloro es una de las prácticas más usadas para el tratamiento del agua residual doméstica ya que destruye a muchos de los microorganismos potencialmente problemáticos que pueden encontrarse en ella incluyendo bacterias entéricas y quistes de protozoarios ⁽¹⁶⁾.

El cloro es un desinfectante que tiene ciertos limitantes en términos de salubridad y seguridad, pero al mismo tiempo tiene un largo historial como desinfectante efectivo. Teniendo como ventajas que la cloración es una tecnología bien establecida, el cloro residual que permanece en el efluente del agua residual puede prolongar el efecto de desinfección aún después del tratamiento inicial y la dosificación puede ser bien controlada, además de que el cloro puede eliminar ciertos olores ⁽¹⁶⁾.

Pero como bien es conocido, el cloro residual aún a bajas concentraciones es tóxico a organismos acuáticos, es muy corrosivo y oxida ciertos tipos de materiales orgánicos del agua residual generando compuestos más peligrosos como los metanos trihalogenados, por tal razón es necesario minimizar estos efectos lo cual se logra con la des-cloración del agua residual ⁽¹⁶⁾.

1.2 Características de *Salmonella* spp.

El genero *Salmonella* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, es un bacilo del grupo de las Gram negativas, anaerobio facultativo y móvil. Este género puede multiplicarse entre los 7 - 45°C, sobreviviendo al frío y a la desecación, persistiendo por semanas, meses o años en agua y substratos orgánicos con pH mayor a 5.0 ⁽¹⁷⁾. Este género tiene gran habilidad de persistir en el ambiente, teniendo como reservorio el tracto gastrointestinal de un gran número de hospedadores,⁽¹⁸⁾ y siendo algunos portadores asintomáticos, aseguran su distribución mundial, lo cual ha permitido que la salmonelosis sea la enfermedad zoonotica más común, teniendo que en Estados Unidos ocurren 1.4 millones de infecciones al año en humanos, atribuyéndose principalmente al consumo de carne contaminada durante la matanza de los animales y su procesamiento ⁽¹⁹⁾.

Las infecciones por *Salmonella* son de importancia económica para la industria porcina ⁽²⁰⁾ ocasionando en los cerdos signos como fiebre, diarrea, disminución en el consumo de alimento y disminución en la ganancia diaria de peso ⁽²¹⁾. Este género cuenta con más de 2400 serotipos siendo *Salmonella choleraesuis* el serotipo más adaptado ⁽²⁰⁾ y *S. typhimurium*, *S. choleraesuis* y *S. derby* los más frecuentes ⁽²²⁾.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con base en lo anterior es prioritario desarrollar investigaciones encaminadas a mejorar el aprovechamiento e implementar sistemas para el re-uso de los recursos acuíferos empleados en las empresas porcinas del país, particularmente en aquellas operaciones a pequeña escala, para las cuales no se han desarrollado alternativas que permitan el tratamiento y reaprovechamiento de este recurso.

2. HIPÓTESIS

La exposición de cerdos recién destetados a la fracción líquida de residuos de granja obtenidos a partir de un tratamiento físico-químico (filtración y cloración) no compromete la salud y/o el comportamiento productivo de los mismos.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la exposición a enterobacterias a través del suministro de la fracción líquida de residuos de granja, obtenidos a partir de un tratamiento físico-químico, como única fuente de agua de bebida, sobre la salud de cerdos destetados.

3.1 Objetivos específicos

1. Determinar si la reutilización de la fracción líquida de residuos de granja, obtenidos a partir de un sistema de tratamiento físico-químico (filtración y cloración), permite la circulación de enterobacterias, con la presencia de portadores sanos.
2. Definir si la reutilización de la fracción líquida de residuos de granja, obtenidos a partir de un sistema de tratamiento físico-químico (filtración y cloración), tiene efecto sobre el estado de salud, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la ingesta de agua en cerdos destetados.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Área geográfica

Para realizar el presente trabajo se empleó agua proveniente de un sistema de tratamiento físico a base de separación de sólidos-líquidos y filtración de la fracción líquida de los desechos de una granja porcina a pequeña escala, la cual se dedica a la venta de lechones destetados, esta se encuentra ubicada en el municipio de Otumba en el Estado de México, con una altitud media de 2,250 msnm, tiene un clima templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 14.8 °C y una precipitación pluvial anual de 573.3 mm ⁽²³⁾.

4.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales

El sistema de tratamiento consiste en la recolección de desechos de toda la granja, los cuales son depositados en un cárcamo de colección y posteriormente pasan a un separador mecánico de sólidos, que consiste en una prensa de tornillo el cual exprime los desechos para obtener una fracción sólida y una fracción líquida. La fracción líquida es depositada en una fosa de sedimentación a través de un tubo separador, posteriormente esta fracción se hace pasar por una serie de tres filtros los cuales están hechos a base de piedras, grava y arena de tezontle.

El tratamiento a base de cloración aún no se realiza en la granja, por tal motivo éste tratamiento se realizó en los corrales de aislamiento de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El agua que se empleó en el trabajo experimental se obtuvo a partir del tercer filtro, con ayuda de un dispositivo hidráulico y se depositó en bidones los cuales fueron trasladados a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, manteniéndolos a temperatura ambiente para igualar las condiciones en las que ésta agua permanece en la granja, posteriormente se le dio un tratamiento a base de hipoclorito de sodio, agregando 0.6 lt de hipoclorito de sodio (0.18 % de cloro libre) en 20 lt de agua filtrada.

4.3 Trabajo experimental

El trabajo experimental se llevó a cabo en los corrales de aislamiento del Departamento de Producción Animal: Cerdos, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se utilizaron tres aislamientos, cada aislamiento cuenta con dos corrales de 6m x 4m con piso emparrillado (33%) y sólido (66%), éstos fueron divididos para emplear un total de 12 corrales.

En este trabajo se emplearon tres tipos de agua:

1. Agua proveniente de la red hidráulica propia de la FMVZ-UNAM
2. Agua proveniente del sistema de filtración de la granja porcina
3. Agua proveniente del sistema de filtración de la granja porcina, con un tratamiento a base de cloración.

(Esta agua se dejó reposar 2 horas antes de darla a tomar a los cerdos al inicio de la prueba, posteriormente se dejó reposar 24 horas).

Antes de iniciar el trabajo experimental con los animales, se hizo un análisis bacteriológico a los diferentes tipos de agua que se utilizaron como única fuente de agua de bebida en cada tratamiento (Figura 1), realizando el conteo bacteriano.

Para el trabajo experimental se utilizaron 27 cerdos híbridos de 35 días de edad sin antecedentes clínicos de enfermedad entérica. Al inicio de la prueba se sacrificó al 10 % de los animales (3 cerdos), para verificar la ausencia o presencia de enterobacterias, en principio los cerdos fueron tranquilizados con Azaperona (Sural¹) a una dosis de 2 ml/kg/IM, posteriormente se anestesiaron con Tiletamina-Zolazepam (Zoletil²) a una dosis de 0.15-0.5 mg/kg/IM. Una vez anestesiados fueron sacrificados por degüello, durante la necropsia se tomaron muestras de válvula ileocecal (VI), hígado con vesícula biliar (Hi/V), linfonodos mesentéricos (L), estómago y duodeno (E/D), estas muestras se

¹ Laboratorios Chinoin Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V.

² Laboratorios Virbac Mexico, S.A. de C.V.

trabajaron en el laboratorio de bacteriología del Departamento de Producción Animal: Cerdos, para hacer los aislamientos bacterianos correspondientes.

Los 24 cerdos restantes se alojaron en los aislamientos que fueron previamente lavados y desinfectados y en donde pasaron un periodo de adaptación de 6 días, se les dio alimento comercial (VIMIFOS-BRONCE) a voluntad, el cual cubre las necesidades nutricionales correspondientes a la etapa de destete⁽³⁴⁾ y se les proporcionó agua de la red hidráulica como agua de bebida.

Se establecieron tres tratamientos (T1, T2, T3), para cada tratamiento se utilizó un local totalmente aislado. Los locales fueron adaptados para tener un total de 4 corrales por tratamiento, en cada corral se colocó un comedero de plástico y un bebedero con chupón con una capacidad de 8 lt.

El día en que se inició la prueba los cerdos fueron pesados y distribuidos al azar en los distintos tratamientos, en cada corral se alojaron dos cerdos, teniendo 8 repeticiones por tratamiento evaluando en cada cerdo todas las variables contempladas.

Como medidas de bioseguridad se tomaron las siguientes:

- A la entrada de cada aislamiento se colocó un tapete sanitario donde se puso desinfectante (Ambientrol¹), el cual se cambio cada tercer día.
- Cambio de ropa (overol y botas) para ingresar a los diferentes aislamientos.

¹ Laboratorios Novartis Salud Animal, S.A. de C.V.

Una vez colocados los cerdos en los corrales fueron marcados con crayón e identificados con la numeración del 1 al 8 según el corral al que pertenecían.

A los cerdos se les restringió 3 horas el acceso al agua para que una vez empezada la prueba ingirieran el agua del tratamiento correspondiente.

Posteriormente se les proporcionó agua y alimento registrando la cantidad. El consumo de ambos fue a voluntad y se les suministró dos veces al día. (Figura 2)

❖ **Actividades realizadas durante el trabajo experimental**

- Cada 24 horas se hizo la limpieza de los corrales
- Cada 12 horas se hizo la inspección clínica (I.C), la cual consistió en observar si alguno de los animales presentaba alguna manifestación clínica, específicamente fiebre y diarrea. Registrando las observaciones en una hoja con formato para la I.C. (Anexo 1)
- Cada 12 horas se proporcionó el agua del tratamiento correspondiente en cada corral, la cual fue medida con una probeta para poder registrar el consumo diario. El consumo fue a voluntad y se utilizó una hoja con formato para el registro del consumo de agua, alimento y temperatura. (Anexo 2).
El consumo de agua diaria registrada se muestra en el anexo 3.
- El alimento fue proporcionado cada 12 horas y pesado en una báscula.
Los cerdos consumieron el alimento a voluntad y se utilizó una hoja con formato para el registro del consumo de agua, alimento y temperatura. (Anexo 2)

La cantidad de alimento ingerido diariamente por los cerdos de cada corral se muestra en el anexo 4.

- Cada 24 horas se hizo la toma de temperatura corporal de cada cerdo y se registro (Anexo 2). En el anexo 5 se muestra la temperatura diaria registrada.

Este manejo se realizó durante el tiempo que duro la prueba, esto fue durante un total de 13 días.

Al día 14 se llevó a cabo el sacrificio de los 24 cerdos (el cual fue descrito anteriormente) para realizarles la necropsia, durante ésta se tomaron muestras de válvula ileocecal (VI).hígado con vesícula biliar (Hi/V) y linfonodos mesentéricos (L).

❖ **Aislamiento bacteriológico**

Las muestras se trabajaron en el laboratorio de diagnóstico del Departamento de Producción Animal: Cerdos, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, para hacer los aislamientos correspondientes.

A partir de cada órgano se tomó una muestra de aproximadamente 2 cm³ para realizar una impronta en agar sangre ⁽¹⁾ y agar MacConkey ⁽²⁾, posteriormente cada muestra fue sembrada en 30 ml de caldo selenito de sodio ⁽³⁾ así como en caldo tetrathionate ⁽⁴⁾, y se

¹ Bioxon. Becton Dickinson de México. Catálogo 211726

² Bioxon. Becton Dickinson de México. Catálogo 210900

³ Bioxon. Becton Dickinson de México. Catálogo 220300

⁴ Merck. E.Merck Darmstadt R.F. de Alemania. Catálogo 5285

incubaron a 37°C durante 24 horas. En el caso del hígado se sembró junto con la vesícula biliar tanto en el caldo tetratonate como en el caldo selenito de sodio.

A partir de estos medios se realizaron tres siembras cada 24 hrs por la técnica de hisopo en agar Salmonella-Shigella ⁽¹⁾ (SS) y verde brillante ⁽²⁾ (VB), incubándose a 37°C durante 24 horas, (Carter 1979) ⁽²⁴⁾. Al tercer pase se dio por concluida la presencia o no del agente. Las cajas se examinaron diariamente y se seleccionaron colonias sugestivas de *Salmonella spp.* (Henry *et al.* 1995) ⁽²⁵⁾, en el caso de agar SS que fueran traslucidas y con o sin ácido sulfhídrico (punto negro al centro), y en agar VB que las colonias fueran rosas.

Las colonias sugestivas fueron resembradas en una placa con agar SS o VB para su purificación (Figura 3).

Posteriormente, a las 24 horas se les realizó frotis con tinción de Gram y aquellas que resultaron ser bacilos Gram negativos, se les realizó su identificación a través de pruebas bioquímicas, sembrándose en Agar Hierro Tres Azucres (TSI), medio de SIM, Agar Citrato de Simmons, Urea, Arabinosa, Trealosa y Ramnosa (Figura 4), incubándose posteriormente durante 24 horas a 37°C. Los datos se registraron en un formato de identificación bacteriana (Anexo 6). A partir de las pruebas bioquímicas que coincidieran con *Salmonella spp.* según las tablas del Manual Bergey's (Bergey 1984) ⁽²⁶⁾ se realizó la tipificación del agente, por pruebas serológicas.

¹ Bioxon. Becton Dickinson de México. Catálogo 214400

² Bioxon. Becton Dickinson de México. Catálogo 214500

La tipificación se realizó con los siguientes antisueros:

- Antisuero somático "O" Grupo D (*S. entérica*)
- Antisuero somático "O" Grupo C (*S. choleraesuis*)

Para esta se utilizó una placa de vidrio en la cual se colocó una gota del suero con una gota de la bacteria previamente cosechada en 3 ml de una solución bufferada de fosfatos (PBS), al 0.3% de formol. Posteriormente con un asa bacteriológica se homogenizó y dentro de los tres primeros minutos, en el caso de positividad, se observó aglutinación. (Figura 5) empleándose para ello una cepa positiva como control positivo y como negativo solución de PBS.

4.4 Variables a evaluar

- Las variables de respuesta a evaluar por corral fueron:

Consumo de alimento diario = Cald

Consumo de alimento total = CAlt

Consumo de agua diario = Cagd

Consumo de agua total = CAgt

Conversión alimenticia = CA

- Las variables de respuesta a evaluar por cerdo fueron:

Promedio de temperatura corporal = TC

Proporción de sanos = S

Proporción de enfermos = E

Ganancia de peso = GP

- Identificación bacteriana a partir de los siguientes órganos:

Válvula ileocecal = VI

Hígado y vesícula biliar = Hi/V

Linfonodos mesentéricos = L

5. RESULTADOS

Antes de iniciar el trabajo experimental, se hizo un análisis bacteriológico a las diferentes aguas que se utilizaron como agua de bebida en cada tratamiento, realizando el conteo de enterobacterias. Los resultados se presentan en el Cuadro 1, donde se observa que solo se detectaron enterobacterias en la muestra de agua filtrada (T2), mientras que en T1 y T3 si bien se observó crecimiento bacteriano, este no correspondió a enterobacterias.

Con respecto a los tres animales sacrificados al inicio de la prueba para verificar la ausencia o presencia de enterobacterias, solo se detectó *E.coli* a partir de estómago y duodeno; las muestras obtenidas de vesícula biliar, hígado y linfonodos mesentéricos, fueron negativas a enterobacterias y por lo tanto negativas a Salmonella. (Cuadro 2)

En cuanto a S y E aunque se observaron diferencias estadísticas los días 4, 5, 8, y 11, los resultados fueron inconsistentes, ya que se observó una mayor frecuencia de heces pastosas en T2 (21.15%) y en T1 (12.5%) respecto a T3 (0%); mientras que la presencia de heces acuosas solo se observaron en T1 (3.85%). (Cuadro 3).

Los resultados de Cagd fueron inconsistentes, encontrándose diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos los días 1, 10 y 13, y en CAgt no se observaron diferencias ($P > 0.05$), para T1 = 77.40 L, T2 = 85.39 L y T3 = 77.44 L (Cuadro 4 y Figura 6).

Para Cald se observaron diferencias ($P < 0.05$) del día 4 al 9 de experimentación entre T2 con respecto a T1 y T3; también se observaron diferencias ($P < 0.01$) en CAIt, presentándose los mayores consumos en T1 (16.14kg), seguido por T3 (15.95kg) y por ultimo T2 (15.33kg). Sin embargo, para GPT y CA no se observaron diferencias ($P > 0.05$) (Cuadro 5 y Figuras 7.8, 9 y 10).

En TC solo se presentaron diferencias ($P < 0.05$) los días 3 y 4; siendo mayor en T2 (39.4°C y 39.3°C), respecto a T3 (38.6°C y 38.9°C) y T1 (38.8°C y 39.0°C). (Cuadro 6 y Figura 11)

Con respecto al análisis bacteriológico se aisló *Salmonella entérica* en VI e Hi/V correspondientes a dos cerdos de T1 y en VI en un cerdo de T2. (Cuadro 7)

6. DISCUSIÓN

Si bien en las muestras de agua analizadas en los tres tratamientos, existieron conteos bacterianos, en el caso del agua de la red pública (T3) y del agua filtrada y clorada (T1) no se encontraron enterobacterias, pero sí otro tipo de gérmenes en cantidades pequeñas ($<2 \times 10^2$ UFC/ml). Lo anterior permite establecer que en el caso de T1, no se logró una completa destrucción de las bacterias a pesar de que la dosis de cloro empleada (0.18%) superó ampliamente las recomendaciones de dosificación (20 mg/l) ⁽¹⁶⁾.

El hecho de detectar *E. coli* en estómago y duodeno en los tres cerdos muestreados antes del inicio de la prueba, indica la posibilidad de que estos animales estuvieran sufriendo una infección post-destete, la cual si bien no les causó signos clínicos, sí indica que los animales tenían alguna dificultad con los mecanismos de defensa del tracto digestivo, lo cual no es raro en animales recién destetados ⁽¹⁷⁾.

Respecto a la presentación de heces pastosas, los cerdos de T3 siempre estuvieron libres de estas, mientras que en algunos animales de T1 y T2 se presentaron heces pastosas durante la primera semana del suministro de agua, ésto puede indicar la posibilidad de un trastorno de tipo digestivo, el cual puede deberse a un problema infeccioso causado por *E.coli*, lo que estaría justificado por el aislamiento a partir de estómago y duodeno de los cerdos sacrificados al inicio de la prueba; sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de una diarrea de tipo fisiológica que suele ser muy frecuente en cerdos recién destetados.

Sin embargo, los animales de T1 que presentaron heces pastosas los días 5 y 8 postratamiento, no mostraron un cuadro clínico de decaimiento, o incluso un incremento en la temperatura corporal que pudiera asociarse a un trastorno infeccioso. Los cerdos de este tratamiento presentaron heces de tipo acuoso exclusivamente el día 11 después de haber iniciado el experimento, pero tampoco se asocia con un incremento de la temperatura corporal, por lo que es factible descartar un problema infeccioso. En este último caso se puede pensar que la presencia de heces acuosas puede deberse a alteraciones en el contenido de la flora intestinal, lo cual coincide con el consumo de cloro en el agua por ese tiempo, ya que un exceso en el consumo de esta sustancia puede ser detrimental para la flora normal del tracto digestivo generando con ello deficiencias en los procesos de digestión y absorción tanto en estómago como en intestino^(19, 28).

El comportamiento de los cerdos fue muy semejante, pero los cerdos de T2 presentaron heces pastosas durante un mayor número de días en comparación a T1; sin embargo, en ambos casos se estableció una clara diferencia con los cerdos de T3, lo que indica que el agua filtrada y el agua filtrada y clorada, tienen elementos que pueden alterar la homeostasis del tracto digestivo; lo anterior puede estar asociado con los resultados bacteriológicos del agua de T2 al inicio de la prueba, en donde se confirma la presencia de enterobacterias.

Los resultados del presente estudio difieren del trabajo de Balaji *et al.*⁽²¹⁾ en el cual se observó la respuesta de cerdos de 5 semanas de edad a la fase aguda de un desafío oral con *Salmonella typhimurium*, en donde reportan que la diarrea fue evidente en todos los

cerdos detectados como positivos a *S. typhimurium*, aunque no determinaron el grado de diarrea.

De la misma manera Anderson *et al.* ⁽²⁹⁾ indican la presencia de diarrea en cerdos destetados de 14 días de edad, infectados oralmente con *S. choleraesuis*, observando que solo con una dosis de 8×10^9 UFC/ml se logra la infección del 100% de los cerdos; mientras que a dosis menores (8×10^4 UFC/ml y 8×10^6 UFC/ml) la infección se manifiesta solo en el 10% y 40% de los animales inoculados, respectivamente.

Coincidiendo con esta última observación Gray *et al.* ⁽³⁰⁾ señalan que cerdos infectados intranasalmente con *S. choleraesuis* a una dosis de 1×10^9 UFC/ml, presentaron una diarrea de leve a severa las 2 primeras semanas de infección, pero los cerdos infectados con dosis de 1×10^6 y 1×10^3 UFC/ml no presentaron signos de diarrea. Con base en lo anterior, se puede asumir que la ausencia de un cuadro clínico severo de una enfermedad entérica y el porcentaje de animales afectados en el presente trabajo, correspondió a una baja concentración de enterobacterias en el agua empleada. Al respecto Metcalf *et al.* ⁽³¹⁾ reportan que cerdos de tres semanas de edad infectados con *Salmonella typhi*, incluso a una dosis de 1×10^{10} UFC/ml son totalmente asintomático.

En el presente estudio se pudo observar que una dosis de 4×10^7 UFC/ml de enterobacterias reportada en el agua sin tratamiento químico (T2), es capaz de infectar a los cerdos y que éstos presenten heces pastosas. Los animales que bebieron agua con un tratamiento de filtración y cloración (T1) también presentaron signos de heces pastosas y acuosas; sin embargo, es poco probable que la infección haya sido adquirida a través del

agua de consumo, ya que el estudio realizado previamente al experimento, reporta que tanto el agua de la red pública como el agua que recibió el tratamiento a base de filtración y cloración, fueron negativas a la presencia de enterobacterias. Una fuente potencial puede ser el uso de los mismos utensilios de limpieza ya que estos son una de las causas de transmisión indirecta de enterobacterias ^(32, 33).

El consumo de agua promedio por cerdo durante el experimento fue superior a lo recomendado para cerdos de esa edad y peso ⁽³⁴⁾ sin embargo, es importante considerar que durante el experimento no fue posible determinar el desperdicio de agua, lo que puede explicar ese consumo excesivo. En cuanto a los resultados obtenidos para el consumo de agua por día, estos fueron inconsistentes entre los tres tratamientos durante el tiempo que duro la prueba. Es interesante notar que en dos de los tres días donde se observaron diferencias entre tratamientos para el consumo de agua, el menor consumo fue en T1, lo que puede asociarse al sabor y/o al olor del agua clorada, especialmente en el primer día, cuando el cloro se agregó al agua dos horas antes de ser suministrada. Por el contrario, Anderson *et al.* ⁽¹⁹⁾ mencionan que el suministro de iones de cloro en el agua no afecta el consumo de ésta en cerdos destetados.

Contrario a lo esperado, en el presente trabajo el mayor consumo total de agua se dio en T2, lo que puede explicarse con base en lo citado por Almond *et al.* ⁽³⁵⁾ quienes reportan que animales con cuadros de diarrea o cambios en la temperatura corporal, requieren mayor cantidad de agua, en comparación con animales sanos de la misma edad ⁽³⁴⁾.

El menor consumo diario de alimento y durante toda la prueba fue observado en los cerdos de T2, lo cual puede explicarse por la presentación subclínica de un problema de tipo infeccioso. Balaji *et al* ⁽²¹⁾ señalan que la presentación de signos como diarrea y fiebre originan una disminución del consumo de alimento; en el caso de este trabajo esos signos no fueron tan manifiestos, pero si se presentaron esporádicamente tanto en T1 como en T2. Por ejemplo, los cerdos de T2 presentaron una mayor temperatura corporal durante los días 3 y 4 (39.4 °C y 39.3°C) después de iniciar el consumo de agua, dichas temperaturas si bien no fueron muy elevadas, pueden considerarse como fiebre en animales de esa edad ⁽¹⁷⁾.

La disminución del consumo de alimento de T2 con respecto a los tratamientos T1 y T3 se presentó del día 4 al día 9 de la prueba, llegando a recuperarse e igualarse con los otros tratamientos los días 12 y 13, ésta recuperación coincide con lo citado por Balaji *et al*.⁽²¹⁾ quienes señalan que la ingestión de alimento retorna a niveles normales entre las 120 y 144 horas (5 y 6 días) después de la presentación de los signos clínicos originados por *S. typhimurium* y teniendo la máxima depresión a las 48 horas posteriores a la infección, lo cual también concuerda con la presentación de las primeras heces pastosas y el ligero incremento en la temperatura corporal, observado en este estudio.

En el presente trabajo los signos clínicos que presentaron los cerdos de T1 y T2 fueron poco notorios debido a que la carga bacteriana presente en el agua filtrada se consideró insuficiente para causar enfermedad, ya que se reporta que con dosis de 1×10^6 UFC/ml de *Salmonella spp.*, no hay mortalidad y se manifiestan muy pocos signos clínicos. La infección de cerdos a una dosis inducida de 1×10^9 UFC/ml o más, resulta en enfermedad clínica severa y un estado de portador a largo plazo; mientras que dosis

moderadas menores de 1×10^7 y mayores a 1×10^3 UFC/ml resultan en enfermedad leve con la presencia de portador por menos de nueve semanas; finalmente con una dosis menor a 1×10^3 UFC/ml no hay eliminación de microorganismos Gray *et al.* ⁽³⁰⁾.

En cuanto a la temperatura corporal prácticamente no hubo fiebre en ninguno de los tres tratamientos, registrándose las temperaturas más altas en T2 durante los días 3 y 4 de la prueba; mientras que en T3 y T1, las temperaturas promedio registradas por grupo, se encontraron dentro del rango normal para cerdos destetados ⁽¹⁷⁾, aunque también se vieron ligeramente incrementadas en los días 3 y 4 posteriores al inicio de la prueba.

Lo anterior difiere del trabajo realizado por Balaji *et al.* ⁽²¹⁾ quienes reportan que cerdos de 5 semanas de edad desafiados con *S. typhimurium* tuvieron una marcada respuesta febril en las primeras 12 horas después de la inoculación, alcanzando un pico máximo a las 42 horas y permaneciendo elevada durante todo el estudio. Cabe señalar (como se cito anteriormente), que en el presente trabajo el desafío bacteriano fue menor (4×10^7 UFC/ml), lo que pudo originar solo un ligero incremento en la temperatura corporal de algunos de los animales evaluados.

Estos resultados pueden apoyarse en las observaciones realizadas por Jeffrey *et al.* ⁽³⁶⁾ que al exponer por vía intranasal a cerdos con 1×10^9 UFC/ml de *Salmonella choleraesuis* encontraron una marcada respuesta febril a las 48 horas, que duró por 2 semanas post-inoculación, mientras que los desafiados con solo 1×10^6 UFC/ml tuvieron una repuesta febril leve (40.8°C) hacia el tercer día.

Por el contrario Metcalf *et al* ⁽³¹⁾ al inocular cerdos de tres semanas de edad con *S. typhi* con una dosis de 1×10^{10} UFC/ml, encontraron fluctuaciones en la temperatura corporal sin la presencia de variación estadística y concluyeron que a pesar de la dosis empleada, no se produjeron signos clínicos de enfermedad como letárgia, decaimiento o posturas anormales.

El aislamiento de *S. enterica* en dos cerdos de T1 (VI e Hi/V) y de un animal en T2 (VI), indica la presencia de la bacteria en estas dos poblaciones, sin embargo, no quiere decir que la fuente o el origen de infección haya sido el agua de bebida en el caso de T1, ya que ésta siempre se encontró libre de enterobacterias; de ahí la sospecha de que la transmisión del agente se haya realizado a través de fomites entre los animales de ambos grupos o tratamientos.

El hecho de aislar esta bacteria solo en algunos de los animales puede explicarse con los resultados presentados por diversos autores, en los cuales se documenta el aislamiento a partir de diferentes órganos pero en un porcentaje variable de animales. Por ejemplo, Metcalf *et al* ⁽³¹⁾ aislaron *S. choleraesuis* a partir de ileon, colon, bazo, hígado y tonsilas en 2 de 3 cerdos infectados, y *S. typhi* a partir de tonsilas en 3 de 6 cerdos infectados.

Lo mismo señalaron Gray *et al.* ⁽³⁰⁾ quienes lograron el aislamiento de *S. choleraesuis* a partir de tonsilas, pulmón, hígado, conexión ileocecal, nódulos linfáticos ileocecales, ciego, contenido cecal y colon, en cerdos inoculados con 1×10^9 UFC/ml con 6 y 15 semanas de infección, en cerdos inoculados con 1×10^6 UFC/ml lo anterior no ocurrió

y solo se logró el aislamiento de *S. choleraesuis* a las 6 semanas de infección a partir de nódulos linfáticos ileocecales.

Jeffrey *et al.*⁽³⁶⁾ obtuvieron el aislamiento de Salmonella en un 100% y 81% a la semana 1 y 2 post-inoculación respectivamente, a partir de animales inoculados con una dosis de 6.7×10^9 UFC de *S. choleraesuis*, esta prevalencia disminuyó a las semanas 4, 6 y 9, encontrando la disminución en el porcentaje de aislamiento del 31, 47 y 19% respectivamente.

La baja tasa de aislamiento en el presente trabajo, puede explicarse por la reducida dosis infectante contenida en el agua de bebida. Otra dificultad para lograr el aislamiento de esta bacteria en el resto de los animales sacrificados, fue el bajo espectro de órganos utilizados para recuperar el germen, ya que varios autores señalan la importancia de las tonsilas como un órgano de infección extraintestinal de Salmonella, al ser éstas las más frecuentemente colonizadas, entre los órganos linfoides ^(31, 37, 38); sin embargo; es indispensable confirmar la infección con la presencia del agente en órganos como VI, Hi/V y L.

7. CONCLUSIONES

El tratamiento de aguas residuales de granja a base de filtración, no es suficiente para asegurar la inocuidad de éstas en un proceso de reciclaje, demostrándose con este estudio que el consumo de agua tratada a base de filtración en cerdos destetados causa un incremento en la temperatura corporal y en el consumo de agua; mientras que en el consumo de alimento se observa un efecto negativo, sin que por ello los cerdos se vean afectados en su ganancia de peso y conversión alimenticia.

El consumo de agua tratada a base de filtración es de interés público, ya que la ingesta de agua residual común en algunos sistemas de producción, sin un tratamiento terciario como es la cloración y con gran cantidad de enterobacterias, genera la presencia de portadores sanos infectados con *Salmonella entérica*.

8. LITERATURA CITADA

1. Pérez ER. Porcicultura intensiva en México, 1999, Oct-Dec
[www.fao.org.docrep/x17t/x1700t03.htm](http://www.fao.org/docrep/x17t/x1700t03.htm)
2. Pérez ER. Los grandes problemas nacionales y su entorno internacional, política ambiental, normas y su aplicación en actividades específicas. XVII seminario de economía mexicana; 21-25, Mayo,2001. CU. México, D.F.
3. Chara OJD. El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV).
[http://www:cipav.org.co/cipav/conf/chara1.htm](http://www.cipav.org.co/cipav/conf/chara1.htm)
4. Iñigo DC, Aitana AS, Soto AC, Alcaino HC. Caracterización bacteriológica y parasitológica del desecho fecal porcino en Chile. Avances en Ciencias Veterinarias 1991;1:23-28.
5. Taiganides EP, Pérez ER, Girón SE. Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México. Consejo Mexicano de Porcicultura, A.C.,1996.
6. Jiménez CBE. La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Colegio de ingenieros ambientales de México A.C., Instituto de Ingeniería de la UNAM, FEMISCA, México, Limusa, 2001.
7. Pérez ER. Porcicultura intensiva y medio ambiente en México , situación actual y perspectivas. <http://www.cipav.org.co/cipav/conf/espejo.htm>, Méx, 1999
8. Pérez ER. El costo ambiental en granjas porcinas de La Piedad Michoacán. Estudios agrarios. Revista de la porcicultura agraria 2002; 21,99-145.

9. NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
www.semarnat.gob.mx
10. Pérez ER. Estrategia ambiental y ganadería porcina. Un estudio de caso en México. Congreso iberoamericano de desarrollo y medio ambiente, “desafíos locales ante la globalización”, 1999, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México D.F.
11. Vanotti M.B., Millner P.D., Hunt P.G, Ellison A.Q., Removal of pathogen and indicator microorganisms from liquid swine manure in multi-step biological and chemical treatment, B.Tech. 2005; 96: 209-214
12. Strauch D. Ballanini G. Hygienic aspects of the production and agricultural use of animal wastes. Journal Veterinary Medicine 1994; 41:176-228.
13. Hernández CB. Determinación de bacterias patógenas en ensilados de excretas porcinas con caña de azúcar (tesis de licenciatura). México, D.F.: FMVZ, UNAM, 1997.
14. García DM. Caracterización de enterobacterias a partir de un sistema de tratamiento de aguas residuales de granja porcina a pequeña escala (Tesis de licenciatura). México, D.F.: FMVZ, UNAM, 2005.
15. Liceaga MM. Manejo de excretas en granjas porcinas: Estudio recapitulativo (tesis de licenciatura). México, D.F.: FMVZ, UNAM, 1994.
16. United States, Environmental Protection Agency. Folleto informativo de tecnología de aguas residuales: desinfección con cloro, Sep 1999.
www.epa.gov/owm/mtb/cs-99-062-pdf
17. Straw EB, Sylvie D, Mengeling LW, Taylor JD. Disease of swine. 8ª ed. Ames Iowa, USA: Iowa State Press, 1999.

18. Biberstein EL. Tratado de microbiología veterinaria 1^a ed. Acribia, Zaragoza España,1994.
19. Anderson RC, Hume ME, Genovese KJ, Callaway TR, Jung YS, Edrington TS, Poole TL, Harvey RB, Bischoff KM, Nisbet DJ. Effect of drinking-water administration of experimental chlorate ion preparations on Salmonella enterica serovar Typhimurium colonization in weaned and finished pigs. Vet Res Comm 2004;28:179-189.
20. Schwartz K. Salmonellosis in swine. The compendium on continuing education for the practicing veterinarian 1991; 13: 139-147.
21. R. Balaji, K.J. Eright, C,M. Hill, S.S. Dritz, E.L.Knoppel, J.E.Minton. Acute phase responses of pigs challenged orally with Salmonella typhimurium. J.Anim. Sci.2000;78:1885-1891.
22. Darwich L, Torre E, Martín M, Mateu E. Multiresistant Salmonella strains isolated from pigs un Catalunya, 1998-200 Proceedings 16 th international Pig Veterinary Society Congress, 2000:222.
23. Secretaria de Gobernación y Gobierno del Estado de México, Los municipios del Estado de México . Colección: Enciclopedia de los municipios de México. México, D.F.,1998.
24. Carter GR. Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. 3th ed. Springfield, USA:C.C. Thomas, 1979.
25. Henry DP, Frost AJ, O' Boyle DA, Cameron RD. The isolation of salmonellas from piggery waste water after orthodox pondaje treatment. Aus Vet J 1995.72; (12):478-479.
26. Bergey, I. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Ed Williams and Wilkins, USA, 1984.

27. JMP. SAS/STAT User Guide 4th ed. SAS Inst.Inc. Cary NC.2000.
28. Pluske JR, Hampson DJ, Williams IH. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock production science* 1997;51: 215-236.
29. Anderson RC, Nisbet DJ, Buckley SA, Genovese KJ, Harvey RB, Deloach JR, Keith NK, Stanker LH. Experimental and natural infection of early weaned pigs with *Salmonella choleraesuis*. *Research in Veterinary Science*. 1998;64:261-262.
30. Gray JT, Stabel TJ, Fedorka-Cray PJ. Effect of dose the immune response and persistence of *Salmonella choleraesuis* infection in swine. *AJVR*, 1996; 57: 313-319.
31. Metcalf ES, Almond GW, Routh PA, Horton JR, Dillman RC, Orndorff PE. Experimental *Salmonella typhi* infection in the domestic pig, *Sus scrofa domestica*. *Microbial pathogenesis* 2000; 29: 121-126.
32. Nollet N, Houf H, Dewulf J, De Kruif A, De Zutter L, Maes D. *Salmonella* in sows: a longitudinal study in farrow-to-finish pig herds. *Vet Res* 2005;36:645-656
33. Davies PR, Bovee FGEM, Funk JA, Morrow WEM, Jones FT, Deen J. Isolation of *Salmonella* serotypes from feces of pigs raised in a multiple-site production system. *J.Am. Vet. Med. Assoc.* 212 (1998) 1925-1929.
34. *Nutrients Requirements of swine*, National Research Council, 10th rev. ed. USA. 1998.
35. Almond G. *Water: Optimizing performance while reducing waste*.
<http://www.thepigsite.com> 2005

36. Jeffrey T. Gray, Paula J. Fedorka-Cray, Thomas J. Stabel, Theodore T. Kramer.
Natural transmission of *Salmonella choleraesuis* in swine. *Applied and Environmental microbiology*. 1996; 62:141-146.
37. Fedorka-Cray PJ, Kelley LC, Stabel TJ, Gray JT, Laufer JA, Alternate routes of
invasión may affect patogénesis of *Salmonella typhimurium* in swine. *Infect immune*
1995; 63: 2658-64.
38. Wood RL, Pospischil A, Rose R, Distribution of persistent *Salmonella typhimurium*
infection in internal organs of swine. *Am J Vet Res* 1989; 50: 1015-21.

CUADROS

Cuadro 1.- Conteo de UFC/ml realizado en el agua utilizada (T1, T2, T3), antes de ser suministrada como agua de bebida en cerdos destetados.

| Muestra | UFC/ml de muestra | Bacterias encontradas |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Agua filtrada y clorada (T1) | 2×10^2 | Negativo a enterobacterias |
| Agua filtrada (T2) | 4×10^7 | Enterobacterias y hongos |
| Agua de la red publica (T3) | 2×10^2 | Negativo a enterobacterias |

UFC/ml= Unidades formadoras de colonia por mililitro de muestra

Cuadro 2.- Aislamiento bacteriano a partir de válvula ileocecal, hígado y vesícula biliar, linfonodos mesentéricos, estómago y duodeno, de los tres cerdos sacrificados al inicio del trabajo experimental.

| Cerdo | VI | Hi/V | L | E/D |
|--------------|-----------|-------------|----------|------------|
| 1 | NO | NO | NO | E.COLI |
| 2 | NO | NO | NO | E.COLI |
| 3 | NO | NO | NO | E.COLI |

VI = Válvula ileocecal

Hi/V = Hígado y vesícula biliar

L = Linfonodos mesentéricos

E/D = Estómago y duodeno

Cuadro 3.- Proporción de animales que presentaron heces pastosas u acuosas por tratamiento durante el trabajo experimental.

| DIA | T1 | | | T2 | | | T3 | | | P |
|--------------|-------|------|------|-------|-------|---|-----|---|---|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | |
| 4 | 100 | 0 | 0 | 25 | 75 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0.0001 |
| 5 | 50 | 50 | 0 | 25 | 75 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0.001 |
| 6 | 100 | 0 | 0 | 75 | 25 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0.09 |
| 8 | 62.5 | 37.5 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0.023 |
| 11 | 87.5 | 0 | 12.5 | 50 | 50 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0.014 |
| TOTAL | 87 | 13 | 4 | 82 | 22 | 0 | 104 | 0 | 0 | |
| % | 83.65 | 12.5 | 3.85 | 78.85 | 21.15 | 0 | 100 | 0 | 0 | |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

P = Probabilidad

0 = Sanos

1 = Heces pastosas

2 = Heces acuosas

Cuadro 4.- Promedio del consumo de agua diario y total (lt), de los cerdos de T1, T2 y T3.

| DIA | T1 X | T2 X | T3 X | EE | P |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|
| 1 | 3.21 ^b | 4.87 ^{ab} | 5.01 ^a | 0.44 | 0.03 |
| 2 | 4.00 | 3.75 | 3.84 | 0.10 | 0.30 |
| 3 | 6.00 | 5.07 | 4.82 | 0.57 | 0.35 |
| 4 | 6.90 | 6.24 | 4.71 | 0.55 | 0.05 |
| 5 | 3.35 | 4.74 | 4.67 | 0.49 | 0.13 |
| 6 | 5.48 | 5.52 | 4.99 | 0.42 | 0.64 |
| 7 | 4.98 | 7.23 | 6.73 | 0.48 | 0.02 |
| 8 | 6.28 | 6.50 | 5.53 | 0.37 | 0.21 |
| 9 | 7.31 | 6.93 | 6.81 | 0.49 | 0.76 |
| 10 | 7.00 ^a | 8.68 ^b | 7.60 ^{ab} | 0.41 | 0.04 |
| 11 | 7.28 | 8.19 | 7.27 | 0.44 | 0.29 |
| 12 | 7.61 | 8.61 | 7.60 | 0.48 | 0.29 |
| 13 | 7.95 ^{ab} | 9.02 ^a | 6.67 ^b | 0.45 | 0.01 |
| TOTAL | 77.40 | 85.39 | 77.44 | 4.18 | 0.34 |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

X = Promedio

EE = Error estándar

P = Probabilidad

Cuadro 5.- Promedio del consumo de alimento diario y total (k), ganancia de peso total (k) y conversión alimenticia, de los cerdos de T1, T2 y T3.

| DIA DE | T1 | T2 | T3 | | |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|----------|
| CONSUMO | | | | EE | P |
| 1 | 0.946 | 0.855 | 0.860 | 0.025 | 0.055 |
| 2 | 0.675 | 0.623 | 0.625 | 0.030 | 0.4312 |
| 3 | 0.895 | 0.867 | 0.895 | 0.012 | 0.265 |
| 4 | 1.000 ^a | 0.910 ^b | 1.000 ^a | 0.022 | 0.028 |
| 5 | 0.947 ^a | 0.792 ^b | 0.935 ^a | 0.017 | 0.0002 |
| 6 | 0.950 ^a | 0.795 ^b | 0.950 ^a | 0.016 | 0.0001 |
| 7 | 1.251 ^a | 1.189 ^b | 1.232 ^a | 0.006 | 0.0001 |
| 8 | 1.340 ^a | 1.286 ^b | 1.325 ^a | 0.004 | 0.0001 |
| 9 | 1.430 ^a | 1.384 ^b | 1.419 ^a | 0.004 | 0.0001 |
| 10 | 1.600 | 1.597 | 1.600 | 0.001 | 0.4053 |
| 11 | 1.610 ^a | 1.578 ^b | 1.607 ^{ab} | 0.007 | 0.0278 |
| 12 | 1.700 | 1.675 | 1.701 | 0.010 | 0.1774 |
| 13 | 1.790 | 1.772 | 1.794 | 0.012 | 0.4486 |
| CONSUMO | | | | | |
| TOTAL | 16.137 ^a | 15.327 ^b | 15.945 ^b | 0.074 | 0.0001 |
| GPT | 11.38 | 11.63 | 14.38 | 1.11 | 0.1653 |
| C.A | 1.43 | 1.39 | 1.11 | 0.112 | 0.1534 |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

X = Promedio

EE = Error estándar

P = Probabilidad

GPT = Ganancia de peso total

C.A = Conversión alimenticia

Cuadro 6.- Promedio por día de la temperatura corporal (°C) de los cerdos de T1, T2 y T3.

| DIA | T1 | T2 | T3 | | |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|----------|
| | X\°C | X\°C | X\°C | EE | P |
| 1 | 39.19 | 39.20 | 39.35 | 0.05 | 0.08 |
| 2 | 38.56 ^a | 39.15 ^b | 39.24 ^b | 0.09 | 0.0001 |
| 3 | 38.84 ^a | 39.40 ^b | 38.65 ^a | 0.11 | 0.0004 |
| 4 | 39.04 ^a | 39.34 ^b | 38.96 ^a | 0.07 | 0.0045 |
| 5 | 39.30 | 39.36 | 39.42 | 0.12 | 0.78 |
| 6 | 39.26 | 39.26 | 39.35 | 0.15 | 0.89 |
| 7 | 39.42 | 39.24 | 39.19 | 0.11 | 0.32 |
| 8 | 39.35 | 39.30 | 39.20 | 0.09 | 0.55 |
| 9 | 39.35 | 39.54 | 39.47 | 0.13 | 0.59 |
| 10 | 39.44 | 39.34 | 39.40 | 0.11 | 0.81 |
| 11 | 39.42 | 39.35 | 39.56 | 0.08 | 0.23 |
| 12 | 39.54 | 39.5 | 39.60 | 0.06 | 0.58 |
| 13 | 39.51 | 39.57 | 39.60 | 0.09 | 0.80 |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

EE = Error estándar

P = Probabilidad

Cuadro 7.- Aislamiento de *Salmonella enterica* a partir de válvula ileocecal, hígado con vesícula biliar, y linfonodos mesentéricos de los cerdos de T1, T2 y T3.

| | CERDO | VI | Hi/V | L |
|----|--------------|-------------|-------------|----------|
| T1 | 1 | S. entérica | S. entérica | NO |
| T1 | 2 | S. entérica | S. entérica | S/M |
| T1 | 3 | NO | NO | S/M |
| T1 | 4 | NO | NO | NO |
| T1 | 5 | NO | NO | S/M |
| T1 | 6 | NO | NO | S/M |
| T1 | 7 | NO | NO | NO |
| T1 | 8 | NO | NO | NO |
| T2 | 1 | NO | NO | S/M |
| T2 | 2 | NO | NO | S/M |
| T2 | 3 | S. entérica | NO | S/M |
| T2 | 4 | NO | NO | NO |
| T2 | 5 | NO | NO | NO |
| T2 | 6 | NO | NO | NO |
| T2 | 7 | NO | NO | NO |
| T2 | 8 | NO | NO | S/M |
| T3 | 1 | NO | NO | NO |
| T3 | 2 | NO | NO | NO |
| T3 | 3 | NO | NO | S/M |
| T3 | 4 | NO | NO | S/M |
| T3 | 5 | NO | NO | S/M |
| T3 | 6 | NO | NO | S/M |
| T3 | 7 | NO | NO | NO |
| T3 | 8 | NO | NO | NO |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

VI = Válvula ileocecal

Hi/V = Hígado y vesícula biliar

L = Linfonodos mesentéricos

S/M = Sin muestra

FIGURAS



Figura 1.- Muestras del agua utilizada en los tres tratamientos, analizadas bacteriológicamente para hacer la determinación de enterobacterias.



Figura 2.-Administración de agua a cerdos destetados.



Figura 3.- Aislamiento de *Salmonella spp.* en medio verde brillante.



Figura 4.- Identificación bacteriana a través de pruebas bioquímicas como Agar Hierro Tres Azucres (TSI), medio de SIM, Agar Citrato de Simmons, Urea, Arabinosa, Trealosa y Ramnosa.



Figura 5.- Prueba de aglutinación para la tipificación de *Salmonella enterica*, a través de antisueros: Somático "O" grupo D (*S. enterica*), y antisuero Somático "O" grupo C (*S. choleraesuis*).

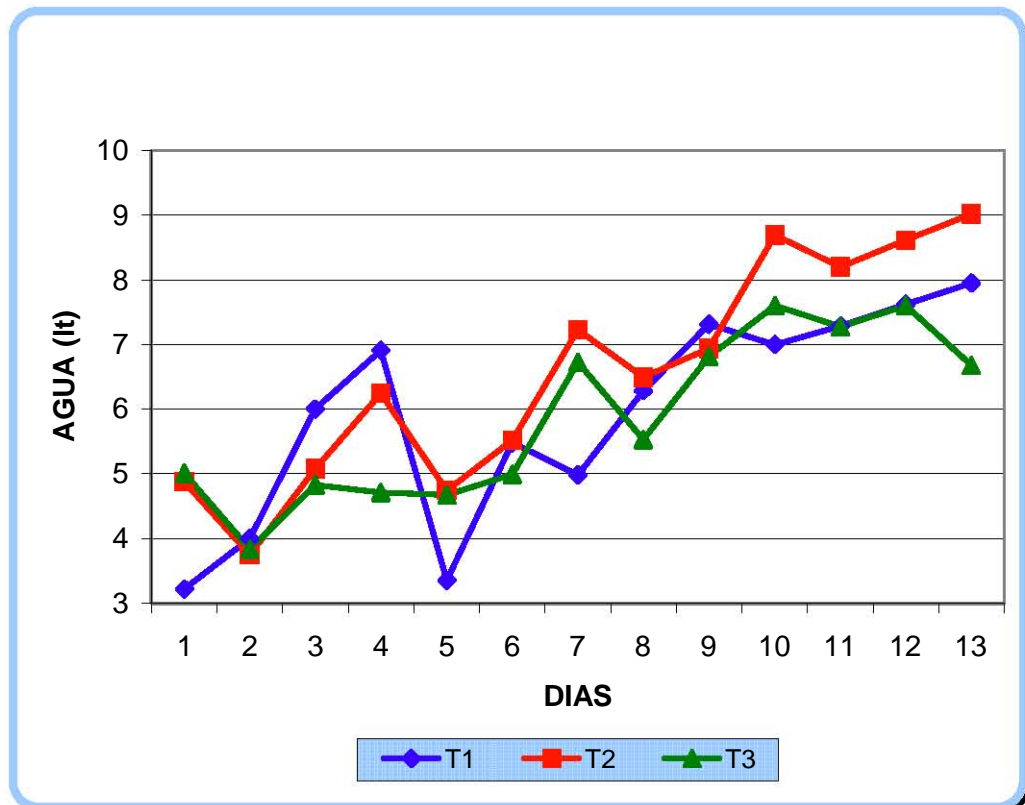


Figura 6. Consumo promedio de agua (lt) por día en cerdos destetados de los tres tratamientos.

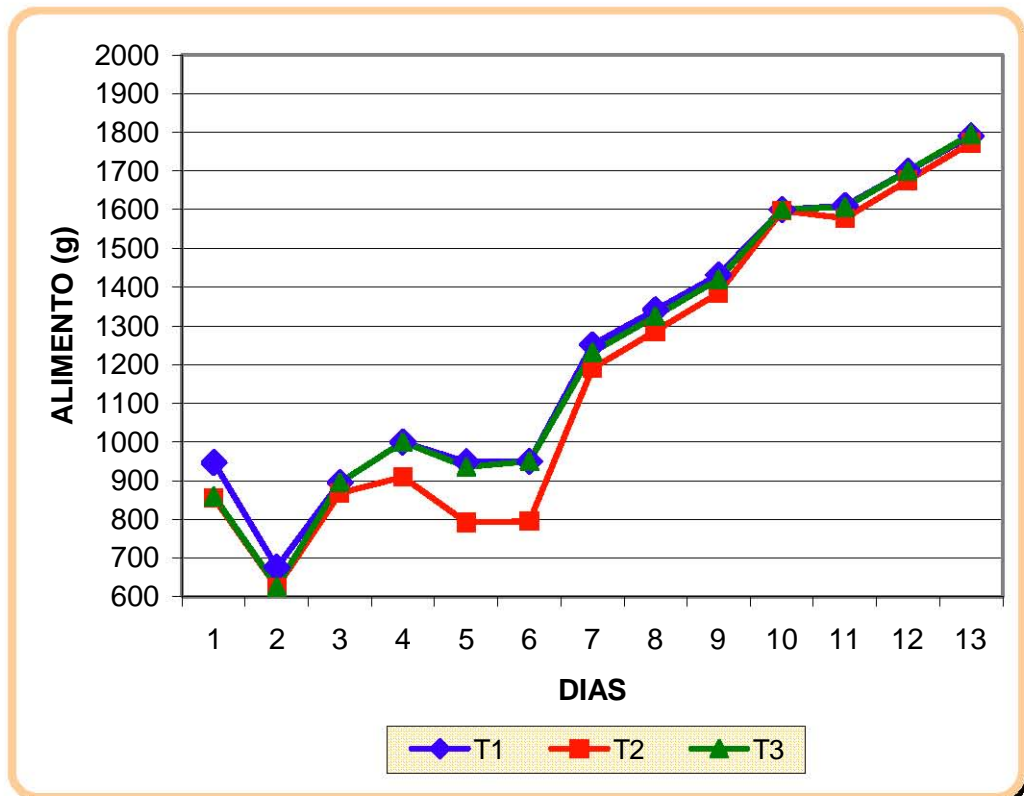


Figura 7. Consumo promedio de alimento (g) por día en cerdos destetados de los tres tratamiento.

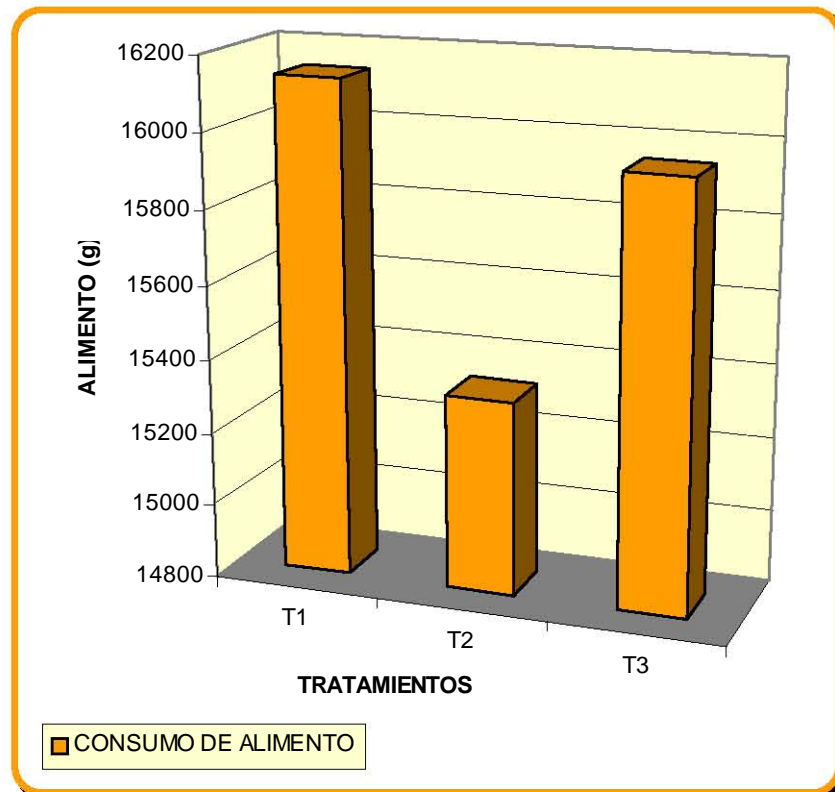


Figura 8. Consumo de alimento total (g) por tratamiento en cerdos destetados

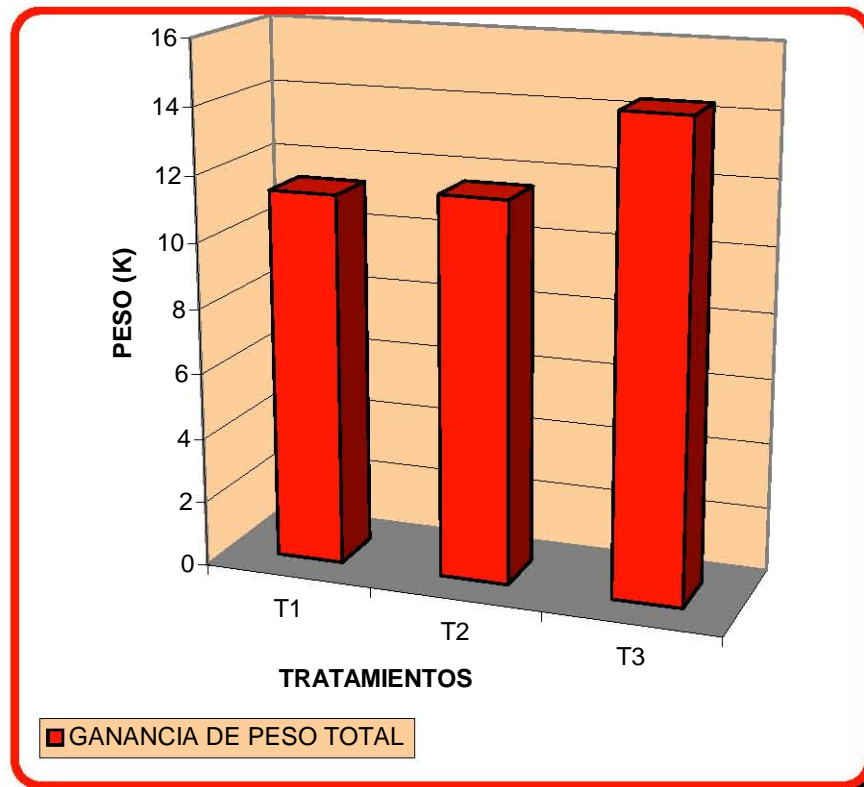


Figura 9. Ganancia de peso total por tratamiento (k) en cerdos destetados

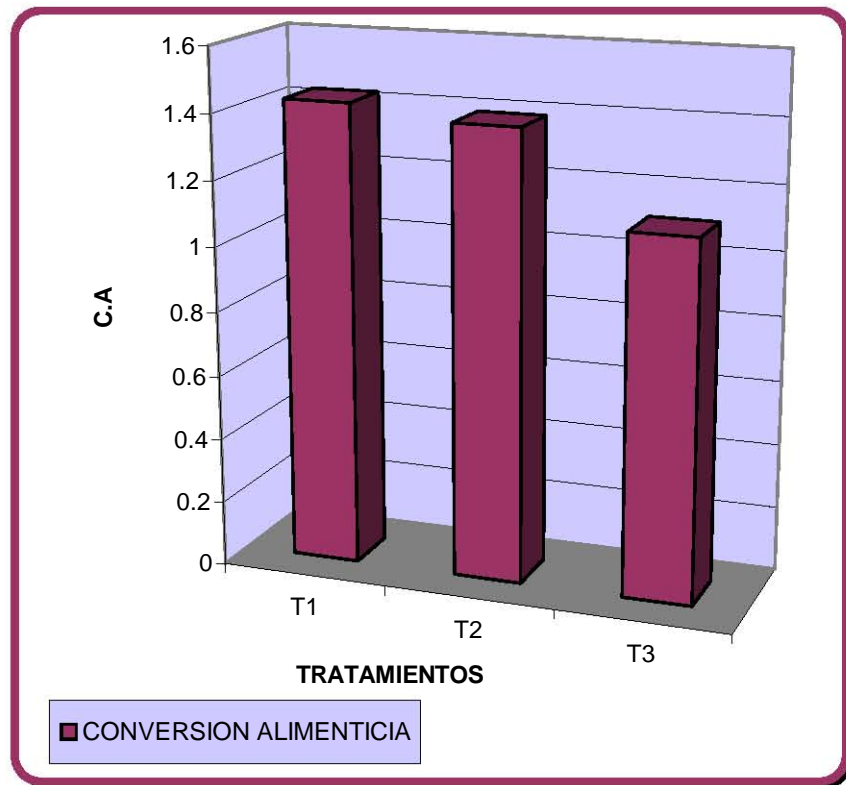


Figura 10. Conversión alimenticia por tratamiento en cerdos destetados

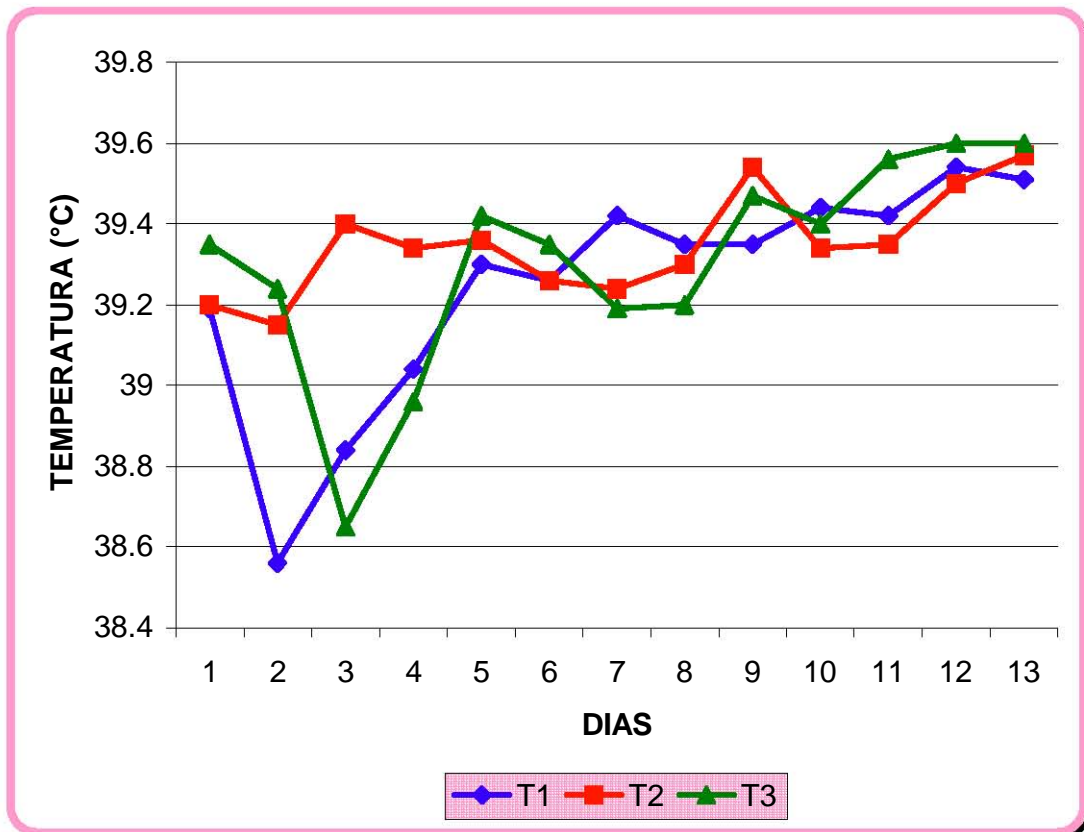


Figura 11. Promedio de la temperatura corporal (°C) por día en cerdos de los diferentes tratamientos.

ANEXOS

Anexo 3. Consumo de agua (lt) diario por tratamiento.

| DIA | C | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----|---|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| T1 | 1 | 1.45 | 4 | 6.5 | 5.625 | 3.375 | 5.5 | 4.45 | 6.55 | 7 | 7 | 7.47 | 7.89 | 8.31 |
| T1 | 2 | 4 | 4 | 6.5 | 8 | 3.5 | 5.5 | 5.5 | 7 | 7.25 | 7 | 7.38 | 7.66 | 7.95 |
| T1 | 3 | 3.42 | 4 | 5.5 | 7 | 3.06 | 5.44 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7.07 | 7.39 | 7.71 |
| T1 | 4 | 4 | 4 | 5.5 | 7 | 3.5 | 5.5 | 5 | 5.575 | 8 | 7 | 7.22 | 7.53 | 7.84 |
| T2 | 1 | 5.5 | 3.5 | 4.25 | 7.475 | 4 | 4.77 | 6.23 | 5.5 | 5.26 | 8.74 | 7 | 7.28 | 7.55 |
| T2 | 2 | 5.5 | 4 | 6.7 | 5.52 | 6.48 | 7 | 8 | 7 | 8 | 10 | 9.4 | 9.89 | 10.3 |
| T2 | 3 | 4.5 | 3.5 | 3.35 | 5 | 4 | 4.5 | 7 | 7 | 8 | 9 | 8.81 | 9.39 | 9.98 |
| T2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 7 | 4.5 | 5.81 | 7.69 | 6.5 | 6.485 | 7.015 | 7.58 | 7.88 | 8.19 |
| T2 | 1 | 5.5 | 4 | 5.5 | 4.16 | 5.34 | 6 | 6.56 | 5.71 | 6.63 | 7.6 | 7.24 | 7.52 | 7.8 |
| T2 | 2 | 4.7 | 3.5 | 3.175 | 4 | 2.86 | 3.82 | 4.83 | 4.35 | 5.625 | 6.8 | 5.8 | 6.06 | 6.32 |
| T2 | 3 | 4.35 | 3.87 | 5.125 | 4.2 | 5.51 | 4.67 | 8.03 | 5.59 | 7 | 7.5 | 7.69 | 8.07 | 8.45 |
| T2 | 4 | 5.5 | 4 | 5.5 | 6.5 | 5 | 5.5 | 7.5 | 6.5 | 8 | 8.5 | 8.36 | 8.75 | 9.13 |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

C = Corral

Anexo 4. Consumo de alimento diario (g) por tratamiento.

| DIA | C | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----|---|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| T1 | 1 | 860 | 700 | 900 | 1000 | 950 | 950 | 1251 | 1344 | 1437 | 1600 | 1624 | 1718 | 1811 |
| T1 | 2 | 975 | 700 | 900 | 1000 | 950 | 950 | 1253 | 1340 | 1427 | 1600 | 1601 | 1688 | 1776 |
| T1 | 3 | 970 | 700 | 900 | 1000 | 950 | 950 | 1253 | 1340 | 1428 | 1600 | 1603 | 1690 | 1777 |
| T1 | 4 | 980 | 600 | 880 | 1000 | 940 | 950 | 1247 | 1339 | 1431 | 1600 | 1614 | 1706 | 1798 |
| T2 | 1 | 845 | 670 | 860 | 890 | 755 | 740 | 1170 | 1269 | 1368 | 1600 | 1567 | 1666 | 1765 |
| T2 | 2 | 880 | 700 | 900 | 960 | 830 | 750 | 1201 | 1291 | 1380 | 1600 | 1559 | 1649 | 1738 |
| T2 | 3 | 900 | 600 | 900 | 980 | 850 | 850 | 1212 | 1305 | 1398 | 1600 | 1583 | 1676 | 1769 |
| T2 | 4 | 795 | 525 | 810 | 810 | 735 | 840 | 1175 | 1282 | 1390 | 1590 | 1604 | 1711 | 1818 |
| T3 | 1 | 900 | 700 | 900 | 1000 | 950 | 950 | 1237 | 1325 | 1414 | 1600 | 1590 | 1678 | 1766 |
| T3 | 2 | 870 | 600 | 890 | 1000 | 930 | 950 | 1231 | 1325 | 1420 | 1600 | 1609 | 1703 | 1798 |
| T3 | 3 | 790 | 600 | 890 | 1000 | 910 | 950 | 1227 | 1326 | 1425 | 1600 | 1623 | 1722 | 1821 |
| T3 | 4 | 880 | 600 | 900 | 1000 | 950 | 950 | 1233 | 1327 | 1420 | 1600 | 1607 | 1701 | 1794 |

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

C = Corral

Anexo 5. Temperatura corporal (°C) diaria.

| IND | T | C | DIAS DE LA PRUEBA | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | T1 | 1 | 39.3 | 38.9 | 38.6 | 38.9 | 39.2 | 39.4 | 39.7 | 39.2 | 40.0 | 39.7 | 39.6 | 39.8 | 39.4 |
| 2 | T1 | 1 | 39.2 | 38.9 | 38.5 | 38.7 | 39.8 | 39.3 | 39.1 | 39.4 | 39.2 | 39.2 | 39.6 | 39.8 | 39.5 |
| 3 | T1 | 2 | 39.3 | 38.0 | 39.0 | 39.0 | 39.7 | 39.3 | 39.8 | 39.5 | 39.3 | 39.5 | 39.6 | 39.4 | 39.9 |
| 4 | T1 | 2 | 39.0 | 38.6 | 39.5 | 39.2 | 39.2 | 40.0 | 39.7 | 39.6 | 39.1 | 39.5 | 39.6 | 39.8 | 39.6 |
| 5 | T1 | 3 | 39.2 | 38.6 | 38.4 | 39.0 | 39.1 | 38.9 | 39.4 | 39.1 | 39.5 | 39.5 | 39.3 | 39.2 | 39.2 |
| 6 | T1 | 3 | 39.2 | 38.7 | 38.5 | 39.0 | 38.9 | 38.8 | 39.4 | 39.1 | 39.2 | 39.5 | 39.4 | 39.5 | 39.7 |
| 7 | T1 | 4 | 39.1 | 38.1 | 38.7 | 39.0 | 38.5 | 38.8 | 38.9 | 39.1 | 39.0 | 39.2 | 39.0 | 39.4 | 39.8 |
| 8 | T1 | 4 | 39.2 | 38.7 | 39.5 | 39.5 | 40.0 | 39.6 | 39.4 | 39.8 | 39.5 | 39.4 | 39.3 | 39.4 | 39.0 |
| 1 | T2 | 1 | 39.3 | 38.9 | 39.3 | 39.1 | 39.3 | 39.2 | 39.5 | 39.4 | 39.6 | 39.0 | 39.6 | 39.7 | 39.9 |
| 2 | T2 | 1 | 39.2 | 39.1 | 39.6 | 39.4 | 39.6 | 39.7 | 39.2 | 39.0 | 39.7 | 39.7 | 39.5 | 39.6 | 39.2 |
| 3 | T2 | 2 | 39.0 | 38.8 | 39.7 | 39.2 | 39.3 | 38.4 | 39.0 | 38.9 | 38.6 | 38.7 | 38.8 | 39.1 | 39.3 |
| 4 | T2 | 2 | 39.3 | 39.1 | 39.6 | 39.6 | 39.3 | 39.2 | 38.8 | 39.4 | 39.4 | 39.0 | 38.9 | 39.3 | 39.5 |
| 5 | T2 | 3 | 39.2 | 39.6 | 39.1 | 39.3 | 39.5 | 39.2 | 39.1 | 39.1 | 40.0 | 39.8 | 39.5 | 39.5 | 39.6 |
| 6 | T2 | 3 | 39.3 | 39.4 | 39.5 | 39.4 | 39.4 | 39.4 | 39.3 | 39.2 | 39.7 | 39.4 | 39.5 | 39.7 | 39.8 |
| 7 | T2 | 4 | 39.0 | 39.2 | 39.2 | 39.3 | 38.8 | 39.5 | 39.3 | 39.6 | 39.4 | 39.2 | 39.4 | 39.6 | 39.4 |
| 8 | T2 | 4 | 39.3 | 39.1 | 39.2 | 39.4 | 39.7 | 39.5 | 39.7 | 39.8 | 39.9 | 39.9 | 39.6 | 39.5 | 39.9 |
| 1 | T3 | 1 | 39.2 | 39.1 | 38.8 | 38.6 | 39.5 | 39.5 | 39.4 | 39.3 | 39.3 | 39.4 | 39.5 | 39.4 | 39.2 |
| 2 | T3 | 1 | 39.3 | 39.4 | 38.6 | 39.1 | 39.6 | 39.3 | 38.9 | 39.0 | 39.8 | 39.2 | 39.8 | 39.6 | 39.6 |
| 3 | T3 | 2 | 39.4 | 38.8 | 38.4 | 38.6 | 39.3 | 38.5 | 38.6 | 39.1 | 39.2 | 39.0 | 39.7 | 39.5 | 39.8 |
| 4 | T3 | 2 | 39.0 | 39.3 | 38.5 | 39.2 | 39.5 | 39.7 | 38.9 | 39.4 | 39.3 | 39.1 | 39.4 | 39.6 | 39.4 |
| 5 | T3 | 3 | 39.4 | 39.4 | 38.5 | 39.0 | 39.5 | 39.3 | 39.6 | 38.9 | 40.0 | 39.6 | 39.7 | 39.7 | 39.7 |
| 6 | T3 | 3 | 39.5 | 39.2 | 38.4 | 39.0 | 39.0 | 38.8 | 39.2 | 39.7 | 39.8 | 39.7 | 39.3 | 39.8 | 39.5 |
| 7 | T3 | 4 | 39.3 | 39.2 | 39.0 | 39.0 | 39.3 | 39.9 | 39.2 | 39.0 | 39.0 | 39.7 | 39.4 | 39.6 | 39.9 |
| 8 | T3 | 4 | 39.7 | 39.5 | 39.0 | 39.2 | 39.7 | 39.8 | 39.7 | 39.2 | 39.4 | 39.5 | 39.7 | 39.6 | 39.7 |

IND = Individuo

T1 = Tratamiento uno (agua filtrada y clorada)

T2 = Tratamiento dos (agua filtrada)

T3 = Tratamiento tres (agua potable)

C = Corral

Anexo 6. Formato para la identificación de bacterias.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL: CERDOS

Fecha _____ No.de Caso _____ Muestra _____

| | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|
| Colonia | | | | | |
| Tinción Gram | | | | | |
| Medio | | | | | |
| Tamaño | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Hemolisis | | | | | |
| Subcultivo | | | | | |
| KOH 3% | | | | | |
| Catalasa | | | | | |
| Coagulasa | | | | | |
| TSI | | | | | |
| Citrato | | | | | |
| Urea | | | | | |
| Nitratos | | | | | |
| RM/VP | | | | | |
| Malonato | | | | | |
| Fenilalanina | | | | | |
| Amilasa | | | | | |
| NaCl 6.5% | | | | | |
| Adonitol | | | | | |
| Arabinosa | | | | | |
| Dulcitol | | | | | |
| Fructuosa | | | | | |
| Glucosa | | | | | |
| Inositol | | | | | |
| Lactosa | | | | | |
| Maltosa | | | | | |
| Manitol | | | | | |
| Rafinosa | | | | | |
| Ramnosa | | | | | |
| Salicin | | | | | |
| Sorbitol | | | | | |
| Sacarosa | | | | | |
| Trealosa | | | | | |
| Xilosa | | | | | |
| Leche tornasolada | | | | | |

