

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“UTILIZACIÓN DE MICROONDAS COMO MEDIO  
BACTERICIDA EN CATÉTERES DE INSEMINACIÓN  
ARTIFICIAL PARA LA ESPECIE PORCINA”**

**ALEJANDRO ROBERTO FIGUEROA VIDES**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**GUATEMALA, MAYO DE 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“UTILIZACIÓN DE MICROONDAS COMO MEDIO BACTERICIDA EN  
CATÉTERES DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA LA ESPECIE  
PORCINA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

**POR**

**ALEJANDRO ROBERTO FIGUEROA VIDES**

Al conferírsele el título profesional de

**ZOOTECNISTA**

En el grado de licenciado

**GUATEMALA, MAYO DE 2014**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO:</b>	MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
<b>SECRETARIA:</b>	M. V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
<b>VOCAL I:</b>	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
<b>VOCAL II:</b>	MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
<b>VOCAL III:</b>	M. V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
<b>VOCAL IV:</b>	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
<b>VOCAL V:</b>	Br. Juan René Cifuentes López

**ASESORES**

**M. V. JULIA VIRGINIA BOLAÑOS DE CORZO**  
**M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ**  
**MSc. CARLOS ENRIQUE SAAVEDRA VÉLEZ**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado

### **“UTILIZACIÓN DE MICROONDAS COMO MEDIO BACTERICIDA EN CATÉTERES DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA LA ESPECIE PORCINA”**

**Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Como requisito previo a optar al título profesional de:

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

## **TESIS QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Por ser la luz en mi camino.

### **A MIS PADRES**

Laura María Vides y Octavio Figueroa Aguilar por su amor a lo largo de mi vida, su apoyo incondicional, el esfuerzo para que saliera adelante y fortaleza en situaciones difíciles, este estudio se los dedico.

### **A MIS HERMANOS**

Octavio Figueroa Vides y Laura Figueroa Vides por su tiempo y dedicación a lo largo de mi vida.

### **A MI FAMILIA**

Alejandra López y Andrés Figueroa por estar conmigo en este camino y apoyarme siempre.

### **A MIS AMIGOS**

José Diaz, Rafael Vides, Silvia Rodríguez, Kevin Mauricio, Luis Guerra, Sigrid Quiñonez, Rodrigo Bermúdez, Romeo Solórzano, Abraham Nieves, muchas gracias por sus consejos y apoyo en todo momento

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por darme la oportunidad de estar vivo.

### **A MIS PADRES**

Por su amor y ejemplo incondicional.

### **A MIS ASESORES**

Dra. Julia Virginia Bolaños de Corzo

M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz

MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez

### **A MIS MAESTROS**

Por enseñarme el valor del sentido común en la toma de decisiones.

### **A LA FACULTAD**

De Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a la Escuela de Zootecnia por brindarme instalaciones adecuadas para mi desempeño.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. HIPÓTESIS.....</b>	<b>2</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivo específico.....	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
4.1 La eliminación de bacterias y su importancia en la inseminación porcina.....	4
4.2 Las microondas.....	5
4.3 El microondas y su relación con los organismos.....	6
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
5.1 Localización.....	8
5.2 Materiales.....	8
5.3 Manejo del experimento.....	9
5.4 Tratamiento.....	11
5.5 Variable respuesta.....	11
5.5.1 UFC (Unidades formadoras de colonias).....	11
5.5.2 Porcentaje.....	11
5.6 Análisis estadístico.....	12
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
6.1 Unidades formadoras de colonias.....	13
6.2 Porcentaje de efectividad de eliminación de bacterias.....	15
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>17</b>
<b>IX. RESUMEN.....</b>	<b>18</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>19</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### **CUADRO 1.**

Tratamientos, unidades experimentales y variables respuesta .....12

### **CUADRO 2.**

Unidades formadoras de colonia restantes después de cada  
tratamiento .....13

### **CUADRO 3.**

Porcentaje de efectividad para cada tratamiento .....15

## I. INTRODUCCIÓN

Tomando como antecedentes las investigaciones realizadas en la Universidad Alas Peruanas de Lima, Perú y el Hospital Roosevelt de la ciudad de Guatemala en donde se comprobó que el horno microondas es efectivo como medio alternativo para la esterilización; se realizó el siguiente estudio con el apoyo del Laboratorio de Microbiología ubicado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La inseminación artificial es una biotecnología de la reproducción de primera generación consistente en el depósito del semen en el tracto genital de la hembra. En el proceso de inseminación artificial es indispensable que los catéteres plásticos a utilizar estén debidamente libres de bacterias para no comprometer el estado de salud del animal y su posterior preñez.

Es importante resaltar que en el interior de las granjas encontramos condiciones ambientales favorables para el desarrollo de bacterias patógenas, que encuentran nutrientes fácilmente en residuos orgánicos presentes en los catéteres aún después de una cuidadosa limpieza.

El interés profesional de realizar esta investigación fue proporcionar a los porcicultores una herramienta para poder reutilizar los catéteres de inseminación y crear una base para posteriores investigaciones con diferentes materiales y diferentes usos.

Para el estudio se utilizó estadística descriptiva, 3 tipos de bacterias diferentes y estas se sometieron a tres diferentes tiempos en microondas. La variable respuesta se expresó en UFC (unidades formadoras de colonia) y porcentaje de efectividad.

## **II. HIPÓTESIS**

Las microondas poseen la capacidad de eliminar bacterias presentes en catéteres de inseminación artificial.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

- Ofrecer una alternativa no convencional y práctica para el control de bacterias contaminantes en catéteres de inseminación artificial.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto bactericida de las microondas sobre las cepas *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas sp.*
- Precisar el tiempo para la eliminación de bacterias presentes en materiales plásticos al aplicar microondas en diferentes tiempos.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 La eliminación de bacterias y su importancia en la inseminación porcina:

La eliminación de bacterias tiene como fin destruir toda forma de vida bacteriana en un medio, material o equipo, lo que se lleva a cabo generalmente por medios físicos, ejemplo, filtración, por calor, productos químicos u otra vía. Según (Ertola, Yantorno y Mignone, s.f.) esta definición excluye por lo tanto cualquier técnica que resulte solamente en un daño a las bacterias o atenuación de la actividad de cualquier tipo.

La importancia de los métodos bactericidas en la inseminación artificial es la siguiente: existen bacterias oportunistas patógenas potencialmente capaces de producir infecciones genitales en hembras susceptibles, disminuir la sobrevivencia y capacidad fecundante de las células espermáticas. (Pineda, Santander, 2007).

La respuesta de la hembra en los casos donde el semen se contamina con bacterias potencialmente patógenas dependerá de la condición de los mecanismos de defensa uterina, directamente relacionados con la actividad hormonal cuyo efecto inmuno-estimulante determina el establecimiento o no del proceso infeccioso.

Otras condiciones que influyen en la aparición de cuadros infecciosos en las hembras depende de la dosis y virulencia de la bacteria involucrada, excesiva contaminación bacteriana puede resultar en problemas de infertilidad. (Pineda, Santander, 2007).

Dentro de las bacterias que se consideran en un momento determinado patógenas y se encuentran de forma frecuente están: *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Citrobacter spp.*, y *Actinomyces suis*.

Menos frecuentes están: *Leptospira spp.*, *Brucella suis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella spp.*, *Mycoplasma*, *Actinobacillus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Aerobacter spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Salmonella spp.*, y *Erisipelothrix rhusiopathiae* (Pineda, Santander, 2007)

## 4.2 Las microondas

Las Microondas son un término descriptivo que se utiliza para identificar ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias comprendido entre 1 GHz y 30 GHz, que corresponden a las longitudes de ondas de 1 a 30 cm. Las microondas son ondas parecidas a la radio y televisión, situadas entre la radiofrecuencia y la luz infrarroja, compartiendo las propiedades de ambas radiaciones. Dentro del espectro electromagnético, las microondas son ondas cortas de una longitud comprendida entre unos pocos milímetros y varios centímetros, lo cual equivale a decir que su frecuencia de oscilación esta comprendida entre unos cuantos cientos de megaciclos y unos miles de megaciclos (Rodríguez, 2006).

Las microondas utilizadas en muchos de los hornos tienen una frecuencia de 2,45 GHz y una potencia de 800 watts a 1000 watts. El Hertz es una unidad que equivale a un ciclo por segundo, la longitud de onda es la distancia entre dos crestas consecutivas (diccionario informático, s.f.). Dentro de estos hornos, hay un generador de microondas, que transforma la corriente eléctrica en estas ondas, unido a un tubo que las transporta desde el generador hacia el interior del aparato (Chueca, 2006).

Las microondas utilizadas en muchos de los hornos tienen una frecuencia de 2,45 GHz y una potencia de 800 watts a 1000 watts. El Hertz es una unidad que equivale a un ciclo por segundo, la longitud de onda es la distancia entre dos crestas consecutivas (diccionario informativo, s.f.). Dentro de estos hornos, hay

Generador de microondas, que transforma la corriente eléctrica en estas ondas, unido a un tubo que las transporta desde el generador hacia el interior del aparato (Chueca, 2006).

Las microondas son capaces de tirar de los polos de las moléculas polares forzándolas a moverse, entre ellas la más común es la molécula de agua. El sentido en que las microondas tiran de las moléculas cambia 2,450,000,000 veces por segundo (Rodríguez, 2006). Esta interacción entre microondas y moléculas polares provocan el giro de éstas, sin embargo, no tienen ningún efecto sobre las moléculas apolares (sin polos), por ejemplo los plásticos.

#### **4.3 El microondas y su relación con los microorganismos.**

El contenido de agua de una célula vegetativa bacteriana típica es de un 70%, (Iáñez, 2005). Si analizamos la composición, observamos que una gran parte de la célula esta conformada por agua, ésta a su vez está formada por moléculas polares.

Lo que quiere decir que podemos considerar la molécula de agua como una estructura con dos polos en los extremos, uno positivo y el otro negativo. (Rodríguez, 2006). Es por esto que en esta investigación se relacionan a las microondas y su capacidad de inactivar y destruir células. (Rodríguez, 2006) explica que al momento de trabajar con microondas es importante revisar que no exista ninguna fuga porque el contacto de una microonda con nuestro cuerpo puede ocasionar quemaduras graves.

En el año 1991, el departamento de Ginecología y Obstetricia del Hospital Roosevelt determinó la utilidad del horno de microondas en la esterilización de catéteres vasculares, sondas urinarias y tubos de Sheppard. Dicho experimento se trabajo con cepas inoculadas de *Escherichia coli*, *basilus Subtilis* y *Staphilococcus*

*aureus* en este caso los tiempos fueron de 1, 3 , 5, 10, 15 y 20 minutos, se llegó a la conclusión que el 100% de los fragmentos se esterilizó con la exposición a microondas durante 20 minutos o menos dependiendo la bacteria contaminante, sin causar daño visible a la estructura de los mismos, permitiendo establecer que un horno comercialmente disponible podría constituir un método efectivo y relativamente rápido para la esterilización de este tipo de dispositivos. (Pezzarossi, Dávila, Ascencio, 1991).

En la Universidad de Alas Peruanas Lima, Perú (s.f.) se realizó un estudio para evaluar la efectividad del horno microondas en la esterilización de material de fibra de algodón previamente inoculado con una de las siguientes bacterias: *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp*, *Pseudomonas spp*, *Aspergillus flavus* y *Clostridium spp*. Se emplearon paquetes de gasa estériles de 100 g cada uno, empaquetados en papel grado médico, inoculados individualmente y sometidos a tres tiempos de ondas electromagnéticas de alta frecuencia o microondas: 30,60 y 90 segundos, realizándose cinco repeticiones por cada tiempo y microorganismo empleado.

Después de la exposición se procedió a la recuperación de los microorganismos mediante cultivos específicos para verificar la efectividad del procedimiento utilizándose la técnica de recuento de unidades formadoras de colonias (UFC). Se obtuvo una efectividad del 100% en los tres tiempos para *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp*, *Pseudomonas spp*, y *A. flavus* mientras que para el caso de *Clostridium spp*, la efectividad del 100% se obtuvo a partir de los 60 segundos de exposición, determinándose que esta técnica es una forma rápida, simple, efectiva y de bajo costo para esterilizar material de fibra de algodón. (Risco, Kogal, Fernández, Tinoco, Alvarado y Villacorta, s.f.).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicado en La Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) en el edificio M 7, segundo nivel de la Ciudad Universitaria, zona 12.

### 5.2 Materiales

- Agares plate count
- Cepas bacterianas
- *Escherichia coli*
- *Staphilococcus aureus*
- *Pseudomona sp.*
- Hisopos estériles
- Microondas 2.45 MHZ
- Asas de siembra
- Campana de flujo laminar.
- Vortex
- Nefelómetro McFarland
- Caldos nutritivos
- Catéteres de inseminación artificial porcina
- Incubadora a 37 °C
- Marcador y masking tape
- Tijeras estériles
- Pinzas estériles
- Incinerador

- Tubos de ensayo
- Cajas de petri.
- Contador de colonias.
- Calculadora
- Computadora

A continuación se presentan las cepas bacterianas con la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/ml), que se utilizaron para el estudio. Estas bacterias fueron elegidas por su disponibilidad en laboratorio y por ser representantes de los dos grupos de bacterias que existen, gram positivas y gram negativas. La cantidad de bacterias que se utilizó para la inoculación representa un escenario parecido al de las aguas residuales.

- *Escherichia coli* ( $6 \times 10^7$ UFC / ml),
- *Staphylococcus aureus* ( $6 \times 10^7$ UFC / ml),
- *Pseudomonas sp.* ( $6 \times 10^7$ UFC / ml),

Estas cepas fueron tipificadas y proporcionadas por el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Antes de la contaminación de los catéteres, estos fueron esterilizados mediante calor húmedo (autoclave) a  $121^{\circ}$  C x 15 minutos a 15 libras de presión.

### **5.3 Manejo del experimento**

Las cepas tipificadas, fueron diluidas a una concentración de 0.2 en la escala Mcfarland lo que equivale a  $6 \times 10^7$  UFC (unidades formadoras de colonia)

siguiendo el procedimiento siguiente:

1. Se pusieron todos los utensilios en la campana de flujo laminar para mantener bajo control la esterilidad.
2. Una vez se tenía la muestra diluida, se tomaron hisopos estériles proporcionados por el laboratorio. Estos se introdujeron dentro de la dilución.
3. Luego los hisopos se utilizaron para contaminar las cepas al material estéril, se contaminaron tanto por dentro como por fuera del mismo, estos materiales se manejaron con pinzas estériles para no afectar el experimento.
4. Todo el material que se utilizó para la contaminación fue descartado para evitar cualquier peligro biológico.
5. Posteriormente de haber contaminado los materiales estos fueron expuestos a los diferentes tratamientos de microondas.
6. Después de terminado el tratamiento los materiales fueron tomados del microondas con pinzas estériles y colocados de nuevo en la campana de flujo laminar.
7. Se tomaron hisopos estériles, luego se remojaron en caldo nutritivo para poder tomar la muestra del material. (el caldo nutritivo en este caso sirve para poder recolectar bacterias)
8. En seguida de tomar la muestra con el hisopo, el contenido que se encuentra en él fue sembrado en los agares plate count por medio de la técnica de agotamiento.
9. Después de terminar la siembra de cada repetición las cajas de petri que contienen las siembras fueron colocadas en la incubadora del laboratorio a 37 °C. por 24 horas.
10. Después de transcurrido el tiempo se sacaron las muestras de la incubadora.
11. Se trasladaron al contador de colonias, donde se realizó el conteo.

Estos 11 pasos anteriores se siguieron para todos los tratamientos, repeticiones y microorganismos involucrados en el experimento.

## 5.4 Tratamientos

Los catéteres contaminados con cada microorganismo fueron expuestos a las ondas electromagnéticas de alta frecuencia (horno microondas) a una alta densidad (irradiación continua) de 1000 watts de potencia durante 5, 10 y 15 minutos tal y como se expresa en el cuadro No. 1 . Dentro del horno microondas se colocó un recipiente de agua de 1000 ml para evitar que el aparato se dañara.

**Cuadro No. 1** Tratamientos, unidades experimentales y variables respuesta.

Tratamiento	Unidades experimentales	Variable respuesta
5 Minutos	Catéteres de inseminación artificial porcina contaminados con <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Pseudomonas sp.</i>	UFC
10 Minutos		
15 Minutos		

## 5.5 Variable respuesta

La variable respuesta se expresó en:

**5.5.1 UFC (unidades formadoras de colonias):** este resultado se obtuvo contando las colonias que crecían en los agares luego de sembrar los diferentes tratamientos, para esto se utilizó un contador de colonias electrónico.

**5.5.2 Porcentaje de efectividad:** este resultado se obtuvo de la siguiente forma

Número de colonias

Después del tratamiento

$$\% \text{ Efect} = \frac{\text{Número de colonias inicial}}{\text{Número de colonias inicial}} \times 100$$

## **5.6 Análisis estadístico**

Para el siguiente estudio se utilizó estadística descriptiva, con variables respuesta de tipo cuantitativa continua (UFC) y de tipo cuantitativa discreta (porcentaje de efectividad).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Unidades formadoras de colonias

**Cuadro No. 2** unidades formadoras de colonia restantes después de cada tratamiento.

Bacteria	Tiempo en minutos			
	0	5	10	15
<i>Escherichia coli</i> UFC/ml.	60,000,000	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/ml.	60,000,000	60,000,000	60,000,000	47
<i>Pseudomonas sp.</i> UFC/ml.	60,000,000	279	119	-

En el cuadro 2 se muestra el resultado de la variable UFC, donde se puede observar la muerte del *E. coli* a partir del minuto 5, la muerte *pseudomonas* a partir del minuto 15 y la resistencia que tiene el *S. aureus* después de estar por 10 minutos dentro del microondas. Aunque es importante resaltar que la disminución de colonias de *S. aureus* fue drástica después de los 15 minutos.

La *Escherichia coli* es una bacteria gram negativa que por lo general se encuentra en los intestinos de los animales, es anaerobio facultativo y no produce esporas. Puede producir infecciones en intestino, pulmones y aparato urinario (Álvarez, 2010).

Se logró eliminar después del primer tratamiento (5 minutos de irradiación continua con microondas), esto debido a que su punto térmico letal, temperatura mínima que mata a todas las bacterias en un tiempo determinado, es muy bajo 55°

C (Iañez, 2005).

Las bacterias gram negativas se diferencian de las gram positivas básicamente en la composición de la pared celular, las negativas poseen una pared celular frágil y flexible compuesto por lipopolisacáridos mientras que las positivas están compuestas por peptidoglucanos que les confieren una mayor rigidez (Muñoz, 2009).

En el caso de las *pseudomonas sp.* se eliminaron luego de aplicar el tercer tratamiento (15 minutos de irradiación continua con microondas), como se muestra en el cuadro 2. Las *pseudomonas sp.* son gram negativas, no forman esporas y a diferencia de la *E. coli* poseen enzimas termorresistentes, algunas de ellas tienen un interior molecular muy hidrófobo, ribosomas termorresistentes y membranas ricas en ácidos grasos saturados, que permiten enlaces hidrofóbicos más fuertes (Iañez, 2005)

Es importante recordar que ante la presencia de calor las bacterias mueren por la desnaturalización de las proteínas y por las fusiones de lípidos en la membrana, atribuido a la ruptura de enlaces débiles mayormente del hidrógeno (Gomez, s.f). El *staphylococcus aureus* es una de las bacterias mas oportunistas que existe, es gram positivo y no forma esporas, capaz de causar infecciones en la piel, entéricas y pulmonares (Álvarez 2010). El cuadro 2 muestra la alta resistencia que tiene ante la irradiación continua de microondas, con esta bacteria solo se logró una disminución en el tratamiento 3 (15 minutos) en los tratamientos 1 y 2 la bacteria no sufrió ningún cambio apreciable.

Posiblemente la resistencia que esta bacteria presente ante las microondas se debe a que dentro de la estructura que se denomina pared celular existen compuestos termorresistentes que elevan su capacidad de tolerar temperaturas extremas. (Muñoz, 2009). Según Silva, M (2006), el *Staphylococcus aureus* es uno de los microorganismos más resistentes conocidos, puede mantenerse viable por

6 – 14 semanas en pus y se necesitan 15 minutos de exposición al alcohol de 70° para su eliminación.

## 6.2 Porcentaje de efectividad de eliminación de bacterias.

**Cuadro no. 3** Porcentaje de efectividad para cada tratamiento

Bacteria	Porcentaje de Efectividad			
	0	5	10	15
<i>Escherichia coli</i>	0%	100%	100%	100%
<i>Pseudomonas sp.</i>	0%	99.99%	99.99%	100%
<i>Staphylococcus aureus</i>	0%	0%	0%	99.99%

En el cuadro 3 se puede apreciar que dos de las tres bacterias en estudio se lograron disminuir significativamente a partir del minuto 5 (*Escherichia coli* y *Pseudomonas sp*) mientras que para obtener dicho resultado el *Staphylococcus aureus* necesitó 15 minutos de irradiación continua con microondas.

## VII. CONCLUSIONES

Con base a las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

1. Se rechaza la hipótesis planteada ya que las microondas lograron eliminar solamente dos de los tres tipos de bacterias evaluados (*E.coli*, *Pseudomonas sp.*) en los catéteres de inseminación artificial porcina, esto como resultado de algunas características fisiológicas propias del tipo de bacteria no eliminado (*S. aureus*), y tomando en cuenta también el factor concentración en Unidades Formadoras de Colonias UFC/ml.
2. Las microondas tuvieron un efecto bacteriostático sobre el *Staphylococcus aureus*.
3. Según los resultados obtenidos, el tiempo óptimo para la eliminación de la *escherichia coli* fue de 5 minutos, para el género *pseudomonas sp.* fue de 15 minutos y en el caso del género *Staphylococcus. aureus* no se logró eliminar con los tres tratamientos ( 5, 10 y 15 minutos).

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Según las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, se puede recomendar lo siguiente:

1. Se recomienda el uso de las microondas para la eliminación de bacterias en catéteres de inseminación artificial porcina
2. Utilizar técnicas mecánicas para disminuir la carga bacteriana presente en el catéter como lavado a presión en el interior y lavado con esponja abrasiva en el exterior.
3. Se recomienda experimentar con otros materiales como vidrio, tela o soluciones que necesiten estar estériles.

## IX. RESUMEN

**FIGUEROA VIDES, A. R.** 2011. Utilización de microondas como medio bactericida en catéteres de inseminación artificial para la especie porcina. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 24 p.

El presente estudio se realizó con el objetivo de verificar la capacidad de las microondas para eliminar poblaciones bacterianas en un determinado tiempo, en el cual se utilizaron cepas bacterianas gram positivas (*Staphilococcus aureus*) y sepas bacterianas gram negativas (*Escherichia coli* y *Pseudomona sp.*), estas fueron tipificadas y proporcionadas por el laboratorio de microbiología ubicado en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Durante el estudio se evaluaron tres tratamientos para cada una de las cepas: A. 5 minutos, B. 10 minutos y C. 15 minutos, siendo la unidad experimental los catéteres de inseminación contaminados. Se utilizó un microondas convencional con capacidad de un pie y 1000 watts de potencia. Los catéteres utilizados fueron esterilizados previamente a la contaminación con calor húmedo a 121 ° C por 15 minutos a 15 libras de presión, Las cepas bacterianas fueron diluidas a una concentración de  $6 \times 10^7$  UFC y fueron colocadas con un hisopo estéril en cada uno de los catéteres estériles, luego se les aplicó los diferentes tratamientos. Al finalizar cada uno de los tratamientos las unidades experimentales fueron trasladadas a la campana de flujo laminar, se frotaron con hisopos estériles y luego se realizaron las diferentes siembras, las cuales fueron almacenadas en la cámara de incubación a 37 ° C. por 24 horas.

Los resultados obtenidos se expresaron en porcentaje de efectividad tomando en cuenta la población inicial y la población restante después de cada tratamiento. Los resultados varían para cada tipo de bacteria, las microondas

tuvieron un 100% de efectividad para la *Escherichia coli* a partir del minuto 5, un 99% para la *Pseudomonas sp.* al minuto 5 y un 100% de efectividad a los 15 minutos, caso contrario del *Staphylococcus aureus* para el cual a los 10 minutos se tenía un 0% de efectividad, este dato cambió bruscamente a los 15 minutos en donde se logró una efectividad de 99.99%. Los datos varían ya que la capacidad de supervivencia de las bacterias gram negativas y gram positivas no es la misma ante situaciones extremas. En el caso del E. coli. posee una pared celular delgada y flexible compuesta de lipopolisacáridos de cadena corta que no le confieren fortaleza ante los tratamientos térmicos, caso contrario de las *Pseudomonas sp.* las cuales siendo gram negativas poseen enzimas termorresistentes que le dan cierta vitalidad; en el caso del *Staphylococcus aureus* la membrana externa es extremadamente sólida y está compuesta de lipopolisacáridos de cadena larga que le confieren la capacidad de soportar temperaturas extremas.

Es importante resaltar que las diluciones bacterianas utilizadas son extremadamente altas, por lo que se recomienda la utilización de técnicas mecánicas que disminuyan la población bacteriana antes de ser sometidos a los tratamientos de microondas.

## SUMMARY

FIGUEROA VIDES, A. R. 2011. Use of microwaves to reduce bacteria in artificial insemination catheters for swine. Mr. Zoot Thesis. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Faculty of Veterinary Medicine. 24 p.

This study was conducted in order to verify the ability of microwaves to eliminate bacterial populations in a given time, which were used for Gram-positive bacterial (*Staphylococcus aureus*) and Gram-negative bacterial (*Escherichia coli* and *Pseudomonas sp.*) These were categorized and provided by the microbiology laboratory located in the central campus of the University of San Carlos de Guatemala.

During the three treatments were evaluated for each of the strains: A. 5 minutes, B. 10 minutes and C. 15 minutes, being the experimental unit insemination catheters contaminated. We used a conventional microwave with one foot capacity and 1000 watts. The catheters were sterilized prior to contamination with moist heat at 121 °C for 15 minutes at 15 pounds of pressure, the bacteria were diluted to a concentration of  $6 \times 10^7$  CFU and were placed with a sterile swab in each sterile catheters, then we applied different treatments. At the end of each experimental treatment units were transferred to the laminar flow hood, rubbed with sterile swabs and then held various crops which were stored in the incubation chamber at 37 °C. for 24 hours.

The results are expressed as a percentage of effectiveness, taking into account the initial population and the population remaining after each treatment. Results vary for each type of bacteria, microwaves had 100% success rate for *Escherichia coli* from 5 min, 99% of effectiveness for *Pseudomonas sp.* at

5 minutes and 100% effective at 15 minutes, otherwise the *Staphylococcus aureus* for which the 10 minutes had a 0% effective, this data change abruptly after 15 minutes where he managed an ERA of 99.99 %. these figures vary as the survivability of the gram-negative and gram-positive is not the same in extreme situations. In the case of *Escherichia. coli*. It has a thin, flexible cell wall composed of short-chain lipopolysaccharide do not confer resistance to thermal treatments, otherwise the *Pseudomonas sp.* which being heat-resistant gram-negative bacteria have enzymes that give some resistance, in the case of *Staphylococcus aureus* outer membrane is extremely tough and is composed of long chain lipopolysaccharides that bear on its ability to withstand extreme temperatures.

Importantly, the bacterial dilutions used are extremely high so it is important to recommend the use of mechanical techniques that reduce the bacterial population before being subjected to treatment.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, J. 2010. Microscopía y Cultivo. (en línea). Consultado 6 feb. 2011. Disponible en <http://www.netdoctor.es/XML/verArticuloMenu.jsp?XLM=000279>.
2. Bautista, C. 2006. Metabolismo bacteriano. (en línea). Consultado 14 jul. 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos28/metabolismo-bacteriano/metabolismo-bacteriano.shtml>
3. Bitton, G. 2007. El horno microondas es ideal para matar bacterias. (en línea). Consultado 11 nov. 2008. Disponible en [http://www.elperiodico./default.asp?idpublicacio\\_PK=46&idioma=CAS&idnoticia\\_PK=373573&idseccio\\_PK=1012&h](http://www.elperiodico./default.asp?idpublicacio_PK=46&idioma=CAS&idnoticia_PK=373573&idseccio_PK=1012&h)
4. Castro, V. 1997. Efectos de las microondas sobre la sobrevivencia de algunas bacterias patógenas en comidas populares costarricenses. (en línea). Consultado 23 mayo. 2010. Disponible en <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxis/lind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=238091&indexSearch=ID>
5. Chueca, A. 2006. Funcionamiento del microondas. (en línea). Consultado 25 ene. 2009 Disponible en <http://eplaneta.blogspot.com/2006/01/funcionamiento-del-microondas.html>
6. Diccionario informático. s.f. Definición de hertz. (en línea). Consultado 10 mar. 2009. Disponible en <http://www.alegsa.com.ar/Dic/hertz.php>
7. Eroski, F. s.f. *Staphylococcus aureus*, el patógeno de los manipuladores. (en línea). Consultado 24 nov. 2009 Disponible en <http://www.consumer.es/seguir-dad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/11/22/9514.php>
8. Ertola, R; Yantorno, O; Mignone, C. s.f. Esterilización. (en línea). Consultado 3 mar. 2009. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/microind/esterilizaci%C3%B3n.html>.
9. Gómez, C. s.f. Mecanismo de resistencia en *pseudomonas aeruginosa*. (en

- línea). Consultado 27 jul. 2010. Disponible en <http://www.revmed.unal.edu.co/revistafm/v53n1/a3n1v53.html>
10. Hurtado, M. 2002. *Staphylococcus aureus*: Revisión de los mecanismos de patogenicidad y la fisiopatología de la infección estafilocócica. (en línea). Consultado 20 jul. 2010. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S-131525562002000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S-131525562002000200003&script=sci_arttext)
  11. Iañez, E. 2005 (a). Agentes físicos. (en línea). Consultado. 20 jul. 2010 Disponible en [http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm#\\_Toc59451-631](http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm#_Toc59451-631)
  12. \_\_\_\_\_. 2005 (b). Microbiología general. (en línea). Consultado 22 ene. 2009. Disponible en [http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm#\\_Toc59451625](http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm#_Toc59451625)
  13. \_\_\_\_\_. 2005 (c). Rasgos generales procariontes. (en línea). Consultado 22 ene. 2009. Disponible en <http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/02general.htm>.
  14. Mateos, P. s.f. control de poblaciones microbianas: esterilización y desinfección. (en línea). Consultado 30 ene. 2009. Disponible en <http://www.atlgestion.com/Asepsia%20y%20desinfeccion.htm#anchor138619>
  15. Muñoz, A. 2009. Estructura Bacteriana. (en línea). Consultado en 5 feb. 2011. Disponible en <http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070710181927AAfWGGh>
  16. Pezzarossi, H; Davila, C; Asecencio, M. 1991. Utilidad del horno de microondas en la esterilización de catéteres vasculares, sondas urinarias y tubos de Sheppard. (en línea). Consultado 18 feb. 2009. Disponible en [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BV/revistas/ginecologia/Vol\\_37N11/utilidad.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BV/revistas/ginecologia/Vol_37N11/utilidad.htm)
  17. Pineda, Y; Santander J. 2007. Evaluación de la flora bacteriana del semen de verracos en granjas porcinas de Venezuela. (en línea). Consultado 24 feb. 2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2503/arti/pineda%20y.htm>

18. Revistas biomédicas latinoamericanas. 1998. Factores bacterianos en enfermedades infecciosas. (en línea). Consultado 22 jul. 2010. Disponible en [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=60663&id\\_seccion=2368&id\\_ejemplar=6121&id\\_revista=144](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=60663&id_seccion=2368&id_ejemplar=6121&id_revista=144)
19. Riscal, G; Koga, Y; Fernández, D; Tinoco, R; Alvarado, A; Villacorta, K. s.f. El horno de microondas en la esterilización de materiales de fibra de algodón. (en línea). Consultado 24 nov 2008. Disponible en [http://reinmark.com/linea/en/proy\\_tesis/microondas.pdf](http://reinmark.com/linea/en/proy_tesis/microondas.pdf)
20. Rodriguez, M. 2006. Horno Microondas. (en línea). Consultado 3 feb. 2009. Disponible en [http://www.radionuevitas.co.cu/curiosidades/curiosidades\\_horno\\_de\\_microondas.asp](http://www.radionuevitas.co.cu/curiosidades/curiosidades_horno_de_microondas.asp)
21. Ruiz, A. 2003. Epidemiología y microbiología. (en línea). Consultado 29 jul. 2010. Disponible en [http://www.geologossinfronteras.org/Presentaciones%20PP/Modulo%201\\_2%20Epidemiologia%20y%20Microbiologia.pdf](http://www.geologossinfronteras.org/Presentaciones%20PP/Modulo%201_2%20Epidemiologia%20y%20Microbiologia.pdf)
22. Silva, M. 2006. Agentes Vivos de Enfermedad más Prevalentes en Chile. (en línea). Consultado 20 ene 2011. Disponible en <http://www.icarito.cl/enciclo-pedia/articulo/primer-ciclo-basico/ciencias-naturales/estructura-y-funcion-de-los-seres-vivos/2009/12/21-5008-9.html>
23. Spring, T. 2007. Microbiología del agua. (en línea). Consultado 16 jul. 2010 disponible en <http://www1.uprh.edu/esther/lab-microaplicada/conferencias/Microbiolog%C3%ADa%20de%20Agua-II%5B1%5D.pdf>
24. Vinotec (Vinoteca y Tecnología, VE) 2007. Placas estériles con medios de cultivo. (en línea). Consultado 20 mar 2009. Disponible en [http://www.vinotec.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101&Itemid=2&18f983d02a384cc5cd8b410452ec5ef8=322680142b4eb2681ae0ebc3f655954d](http://www.vinotec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=2&18f983d02a384cc5cd8b410452ec5ef8=322680142b4eb2681ae0ebc3f655954d)
25. Wikipedia. 2010. Intoxicación alimentaria. (en línea). Consultado 29 jul. 2010. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Intoxicaci%C3%B3n\\_alimentaria#-Dosis\\_infecciosa](http://es.wikipedia.org/wiki/Intoxicaci%C3%B3n_alimentaria#-Dosis_infecciosa)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**  
**“UTILIZACIÓN DE MICROONDAS COMO MEDIO BACTERICIDA EN**  
**CATÉTERES DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA LA ESPECIE**  
**PORCINA”**

f. \_\_\_\_\_

Alejandro Roberto Figueroa Vides

f. \_\_\_\_\_

Dra. Julia Virginia Bolaños de Corzo  
ASESOR PRINCIPAL

f. \_\_\_\_\_

M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz  
ASESOR

f. \_\_\_\_\_

MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
ASESOR

**IMPRÍMASE**

f. \_\_\_\_\_

MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
**DECANO**