

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

¡Error! Marcador no definido.

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**Agua por Goteo y el Comportamiento de Cerdas de Reemplazo**

**POR :**

**IVAN GEOVANY AUJANG LOPEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO  
AGRONOMO ZOOCTENISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 1998** ¡Error! Marcador no definido.  
**División de Ciencia Animal**

**Departamento de Nutrición y Alimentos**

**Agua por Goteo y el Comportamiento  
de Cerdas de Reemplazo**

**Por:**

**IVAN GEOVANY AUJANG LÓPEZ**

**TESIS**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el  
Titulo de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Comité de tesis**

---

**M.C. Ramón F.García Castillo**  
**Presidente Sinodal**

---

**Ing.Gilberto Gloria Hernández**  
**Sinodal**

---

**Ing. Regino Morones Reza**  
**Sinodal**

---

**Dr. Carlos De Luna Villareal**  
**Coordinador de la División de Ciencia Animal**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 1998**  
**AGRADECIMIENTO;Error! Marcador no definido.**

Al Ing. M.C. Ramón F. García Castillo, por la oportunidad que me brindo para realizar este trabajo, contando en todo momento con su apoyo y experiencia en la asesoría del mismo.

Al Ing. Gilberto Gloria Hernández, por la atención brindada a la realización de este trabajo y por las facilidades dadas en la granja porcina para el desarrollo del período experimental, pero sobre todo por su amistad y ayuda en todo momento a la culminación del presente.

Al Ing. Regino Morones Reza, por su asesoría en el análisis estadístico y por contribuir con su amplia experiencia en el desarrollo de este trabajo.

Al personal docente de la UAAAN por el apoyo y amistad que me brindaron a lo largo de mi carrera.

A todos aquellos que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por permitirme gozar de salud dicha y alegría en estos momentos tan importantes en mi vida

### **A MI MADRE**

Mariselva Aujang López por darme la oportunidad de tener una formación profesional ya que es mi mejor herencia, pero sobre todo por la confianza, cariño y amor depositados en mí para lograr el éxito.

### **A MI HERMANA**

Sonia y Familia por haberme apoyado en todos los momentos difíciles de mi carrera, animándome siempre para seguir adelante en mi profesión.

A la Familia Ocejó Aujang en especial a mi tía Cesiah por su gran apoyo a mi carrera e incansables muestras de cariño para llegar a alcanzar mis metas.

A ti con gran cariño por estar siempre a mi lado compartiendo mis triunfos y derrotas a lo largo de mi carrera pero sobre todo por ser la persona con la que siempre conté en todo momento.

A mis maestros y amigos de generación con respeto y admiración

**A MI ALMA TERRA MATER**;

Error! Marcador no definido.

## INDICE DE CONTENIDO

|  | PAG.       |
|--|------------|
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>DEDICATORIA.....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>INDICE DE CUADROS.....</b>  | <b>iv</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>ANTECEDENTES.....</b>   | <b>2</b>   |
| - Efecto del medio ambiente.....   | 2          |
| - Temperaturas altas,bajas, y óptimas.....   | 3          |
| - Efecto de la temperatura ambiente sobre el metabolismo y fisiología del cerdo..... | 6          |
| - Mecanismos para controlar la temperatura ambiente.....                             | 8          |
| - Sistemas utilizados como refrescantes.....   | 9          |
| <b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>   | <b>11</b>  |
| - Localización.....  | 11         |
| - Animales utilizados.....   | 11         |
| - Equipo.....  | 12         |
| - Metodología.....   | 12         |
| - Evaluación del comportamiento.....   | 13         |
| • Aumento de peso diario/ animal.....  | 13         |
| • Consumo de alimento.....   | 13         |
| • Conversión alimenticia.....  | 13         |
| - Evaluación de características productivas<br>de la hembra y los lechones.....      | 14         |
| • Numero de hembras.....   | 14         |
| • Peso promedio de lechones al nacer.....  | 14         |
| • Peso promedio al destete.....  | 14         |
| • Numero de lechones al destete.....   | 14         |
| • Ganancia de peso al destete.....   | 14         |
| • Ganancia diaria de peso.....   | 15         |
| - Análisis estadístico.....  | 16         |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>   | <b>16</b>  |
| - Consumo de alimento.....   | 17         |
| - Ganancia de peso.....  | 18         |
| - Conversión alimenticia.....  | 20         |
| - Características productivas.....   | 21         |
| - Costos.....  | 42         |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>43</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>  | <b>44</b>  |
| <b>LITERATURA<br/>CITADA.....</b>  | <b>47</b>  |
| <b>APÉNDICE.....</b>   | <b>47</b>  |

¡Error! Marcador no definido.

## INDICE DE CUADROS

|   | <b>PAG .</b> |
|---|--------------|
| <b>Cuadro 1.- Requerimientos Nutritivos del Cerdo.....</b>  | <b>22</b>    |
| <b>Cuadro 2.- Análisis bromatológico del alimento suministrado durante el período experimental.....</b>   | <b>23</b>    |
| <b>Cuadro 1A.- Resultados de los tratamientos con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2) para la ganancia de peso/día.....</b>                                       | <b>24</b>    |
| <b>Cuadro 1B.- Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados para la ganancia de peso.....</b>   | <b>25</b>    |
| <b>Cuadro 1C.- Tabla de medias para la ganancia de peso.....</b>  | <b>25</b>    |
| <b>Cuadro 1D.- Diferencia mínima significativa para comparación de medias en la ganancia de peso.....</b>   | <b>25</b>    |
| <b>Cuadro 2A.- Resultados de los tratamientos con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2) para la conversión alimenticia.....</b>                                     | <b>26</b>    |
| <b>Cuadro 2B.- Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados para la conversión alimenticia.....</b>   | <b>27</b>    |
| <b>Cuadro 2C.- Tabla de medias para la conversión alimenticia.....</b>  | <b>27</b>    |
| <b>Cuadro 2D.- Diferencia mínima significativa para comparación de medias en la conversión alimenticia.....</b>   | <b>27</b>    |
| <b>Cuadro 3A.- Resultados de los tratamientos con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2) para las características reproductivas de las hembras de reemplazo.....</b> | <b>28</b>    |
| <b>Cuadro 3B.- Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados para el peso promedio al destete.....</b>   | <b>29</b>    |
| <b>Cuadro 3C.- ANVA AJUSTADO para el peso promedio al destete.....</b>  | <b>29</b>    |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro 3D.- Tabla de medias para el peso promedio al destete.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Cuadro 3E.- Diferencia mínima significativa para la comparación de medias en el peso promedio al destete.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Cuadro 4A.- Resultados de los tratamientos con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2) para características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b> | <b>31</b> |
| <b>Cuadro 4B.- Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados para el número de lechones al destete.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Cuadro 4C.- ANVA AJUSTADO para el número de lechones al destete.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>Cuadro 4D.- Tabla de medias para el número de lechones al destete.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Cuadro 4E.- Diferencia mínima significativa para la comparación de medias en el número de lechones al destete.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Cuadro 5A.- Resultados de los tratamientos con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2) para características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b> | <b>34</b> |
| <b>Cuadro 5B.- Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados para las características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b>                             | <b>35</b> |
| <b>Cuadro 5C.- ANVA AJUSTADO para las características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>Cuadro 5D.- Tabla de medias para las características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>Cuadro 5E.- Diferencia mínima significativa para la comparación de medias en las características reproductivas de hembras de reemplazo.....</b>                  | <b>36</b> |
| <b>Cuadro 6.- Factores climatológicos en la zona de influencia del 24 al 31 de Agosto de 1994.....</b>  | <b>37</b> |
| <b>Cuadro 7.- Factores climatológicos en la zona de influencia del 1 al 30 de Septiembre de 1994.....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Cuadro 7A.- Factores climatológicos en la zona de influencia del 1 al 31 de Octubre de 1994.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>Cuadro 7B.- Factores climatológicos en la zona de influencia del 1 al 30 de Noviembre de 1994.....</b>   | <b>40</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro 7C.- Factores climatológicos en la zona de influencia del 1 al 31 de Diciembre de 1994.....</b>                         | <b>41</b> |
| <b>Cuadro 8.- Valores promedio del comportamiento productivo en cerdas con agua por goteo (T1) y sin agua por goteo (T2).....</b> | <b>48</b> |
| <b>Cuadro 9.- Resultados de las características reproductivas de cerdas de reemplazo....</b>                                      | <b>49</b> |
| <b>Cuadro 10.- Concentración de datos de la progenie de las hembras de reemplazo del (T1) con agua por goteo.....</b>             | <b>50</b> |
| <b>Cuadro 11.- Concentración de datos de la progenie de las hembras de reemplazo del (T2) con agua por goteo.....</b>             | <b>51</b> |

## **AGUA POR GOTEO Y EL COMPORTAMIENTO DE CERDAS DE REEMPLAZÓ. ;Error! Marcador no definido.**

### **INTRODUCCIÓN**

El éxito en la producción del cerdo actualmente está dado por la eficiente aplicación y cuidados de las diferentes técnicas de alimentación y manejo. La respuesta del cerdo a una temperatura ambiente elevada redundante en una disminución en el consumo de alimento, en la ganancia de peso y baja eficiencia en la conversión alimenticia, fallas en la reproducción y en algunos casos mortalidad.

El medio ambiente es el principal factor que afecta directamente a nuestra pía, manifestándose en un estrés por calor al intervenir la temperatura en el desarrollo de la misma. Esto afecta la salud y comportamiento del cerdo, que trae como resultado el aumento en los costos de producción.

El método del agua por goteo para humedecer el ambiente ofrece una alternativa eficiente. Este como refrescante evita el estrés, lo que se manifiesta en un mejor consumo y digestibilidad del alimento, que se espera sea el éxito de nuestro trabajo al finalizar el proceso de aplicación y evaluación del mismo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agua por goteo sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, empaque, parto, producción de lechones y costo en cerdas durante el período de finalización-empaque.

### **HIPÓTESIS**

Cerdas sometidas a tratamiento con agua por goteo se desarrollan mejor que las cerdas sin agua por goteo.

## ANTECEDENTES

**Efecto del medio ambiente:** Interviene en el consumo de alimento y en el buen desempeño del animal, los efectos de las altas temperaturas alteran la producción y se prestan a una larga discusión, ya que son muchos los factores involucrados tales como: tiempo de exposición al calor, humedad ambiental, genética de los animales y el sistema de producción; por citar algunos de ellos. Debido al tipo de mecanismos con los que cuenta el cerdo para disipar el calor, la humedad relativa juega un papel importante para determinar la severidad del problema.

Algunos autores mencionan que la temperatura ambiental tiene un efecto negativo en los cerdos principalmente cuando esta no es controlada adecuadamente, pues su mayor efecto esta en: provocar cambios en la acumulación de grasa, pérdida de apetito, riesgo de aborto en las hembras y disminución de la secreción láctea, además de perjudicar la calidad de las canales.

Durán (1995) citado por Navarro, dice que el factor ambiental juega un papel importante en el control del consumo de alimento de los cerdos por lo que se debe considerar al formular raciones; también comenta que un incremento en la temperatura provoca que los cerdos disminuyan el consumo de alimento de acuerdo a su tamaño, ya que los cerdos más pequeños pueden eliminar más rápidamente el exceso de calor que los cerdos mayores, por lo que el consumo de alimento por los cerdos pesados será menor que en los cerdos ligeros cuando la temperatura ambiente es alta.

Algunas enciclopedias como "Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera" (1988) opinan que el ganado porcino es muy sensible a la temperatura ambiental en las diferentes etapas de desarrollo; en cambio en los animales de engorda y recría se hace necesario procurar en lo posible una temperatura constante, dado que las variaciones de la misma provocan cambios en la acumulación de grasa. Agregan que las hembras y los verracos no son sensibles al frío, si lo son en cambio al calor, dado que no tienen glándulas sudoríparas; realizando su termoregulación mediante la respiración, por lo que se hace referencia a mejorar las

condiciones de las parideras para las hembras gestantes de algún sistema de riego que permita mojar a los animales si la temperatura sube excesivamente.

Scarborough (1983) menciona que algunos criadores creen que los cerdos son sucios, pues les gusta revolcarse en el agua cenagosa; el autor explica que si bien el cerdo le gusta revolcarse y hozar en el agua, ésta no tiene que ser sucia, por las simple razón de que el cerdo no cuenta con un sistema de enfriamiento eficiente y por lo cual no puede sudar y se acalora por efecto de la temperatura ambiental, introduciendo su cuerpo en el agua si le es posible para mantenerse fresco.

Una de las principales razones por la que el cerdo tiene dificultad para mantenerse fresco es la capa de grasa cercana a la piel superficial; por lo tanto el puerco necesita la evaporación del agua obtenida en un charco para mantener una temperatura confortable del cuerpo.

### **TEMPERATURAS ALTAS, BAJAS Y ÓPTIMAS**

Cabe señalar que se mencionan temperaturas altas y bajas las cuales repercuten en el comportamiento de los cerdos por lo que se deben de tomar en cuenta las temperaturas óptimas para que no se vea afectada nuestra producción.

Siendo que la temperatura es el grado menor o mayor de calor en los cuerpos y por considerarse como temperaturas que provocan estrés a la producción del cerdo, diversos autores mencionan cuáles son sus efectos reales y cómo se expresan en el consumo de alimento, incremento de peso y aptitud reproductiva, tanto de hembras como de machos.

**Temperaturas altas :** El cerdo responde ante las variaciones de la temperatura ambiente de modo que un aumento en la tasa respiratoria es un excelente indicio de que el cerdo sufre estrés por calor. Dicho estrés puede resultar de una temperatura y humedad altas, excitación o movimiento y ejercicio forzado.

En la mayoría de los casos la temperatura y la humedad trabajan en conjunto y afectan

el consumo de alimento. En investigaciones recientes, se ha observado que con temperaturas mayores a 25° C con humedad superior al 70 % el consumo de alimento se ve afectado, Navarro (1995).

El clima cálido también reduce la aptitud reproductiva de los animales de ambos sexos. En el caso del verraco, las temperaturas ambientales por arriba de 39° C disminuyen la fertilidad, lo que provoca bajas en las tasas de concepción y se traduce en camadas de menor tamaño. En cambio, en las hembras preñadas, el calor llega a ocasionar muerte embrionaria y nacimiento de fetos muertos, Battaglia y Mayrose (1997).

**Temperaturas bajas:** Mount (1968) en un estudio de cerdos en desarrollo reporta que para el mantenimiento de la temperatura ambiental reducida, los cerdos exigen un alto nivel de producción de calor por lo que la tasa metabólica aumenta considerablemente por debajo de la temperatura crítica, esto es, incrementa su tasa metabólica para mantener su temperatura corporal, en cambio en animales adultos no sucede lo mismo pues a causa de contar con un espesor de grasa subcutánea más gruesa, esta los mantiene aislados de las bajas temperaturas, por lo que su tasa metabólica es más lenta comparada con animales de menor contenido de grasa.

También menciona que los cerdos recién nacidos son capaces de aumentar la producción de calor (determinada a través del consumo de oxígeno); mientras mantiene la temperatura corporal esencialmente constante. Por otra parte, Mount cita a Holub *et al.* (1957) comentan que la termoregulación es deficiente en cerdos en desarrollo durante los primeros seis días cuando la temperatura desciende, aumenta la tasa metabólica para mantener la temperatura corporal dentro de sus límites normales. En cambio, en animales que poseen mayor tamaño el gasto de energía en un ambiente frío es menor, debido a que disminuye la superficie corporal relativa y aumenta el aislamiento con la grasa subcutánea.

Diversos estudios revelan que las temperaturas por abajo de cero grados para el cerdo son mortales en su etapa de finalización, la temperatura mínima a tolerar por una cerda adulta es de -10 grados C en condiciones normales. Tomando en cuenta que las bajas temperaturas no

tendrían el mismo efecto si se presentaran esporádicamente, por lo que se hace referencia al tiempo de exposición, en el cual el animal al tener contacto con las bajas temperaturas por un período prolongado de tiempo le provocarían la muerte.

**Temperaturas óptimas:** Las temperaturas que se apartan mucho de la óptima producen estrés en el animal. Una de las principales respuestas al calor excesivo es la pérdida de apetito lo que da por resultado una disminución en la cantidad de alimento ingerido, esto se traduce en una merma del aumento de peso diario e influye en la lactancia en el caso de las hembras vientres.

La temperatura óptima para la producción del cerdo varía de 15-22° C ;por lo que cada 1° C de temperatura , se produce una disminución del orden de 0.1 Kilogramos en el consumo de alimento, Ahrene (1988). Como también existe una reducción de 13% en el consumo diario de alimento esto es cuando la temperatura varía de 21 a 27° C Lych,(1979). Citados en su artículo por Navarro (1995).

Cancellon (1974) en cuanto a aumento de peso comenta que los cerdos desarrollados en una temperatura ambiente de 24° C con un 90% de humedad aumentan diariamente 700 gramos. También influye en la calidad de la canal, pues contiene un 9 % más de grasa y un 3% menos de proteínas.

Battaglia y Mayrose (1997) menciona que para que un cerdo pueda satisfacer sus necesidades fisiológicas se debe tener en cuenta una temperatura de 12° C a 29.5° C para adultos, indicando que siendo el cerdo un animal homotermo, por mantener su temperatura corporal constante, señalan que la temperatura normal de confort para el cuerpo del porcino es de 28.8° C.

Cada período de vida de los animales necesita una determinada temperatura para facilitar el normal funcionamiento del mecanismo de termoregulación, así este autor dice que las hembras con una temperatura de 14 a 18° C y verracos con 13 a 24 °C tienen una mejor

termoregulación de su cuerpo, Rabanal (1977).

## **EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE EL METABOLISMO Y FISIOLOGÍA DEL CERDO**

**Aspectos fisiológicos y metabólicos:** El agua es un elemento que no debe faltar en el manejo de la pira. Es un aliado para evitar el estrés calórico en la saurda, por las condiciones desfavorables de temperatura. Además el cerdo fisiológicamente requiere de condiciones más adecuadas para un desarrollo más eficiente.

El cerdo en condiciones normales es un animal cuya temperatura termoneutral es de 21°C cuando la temperatura ambiente desciende se puede desperdiciar hasta un 30 % del alimento debido a la producción del calor corporal para regular su temperatura. Cuando la temperatura ambiente se eleva, los cerdos comen menos, se disminuye el aumento de peso y se baja la eficiencia de conversión alimenticia. Sin embargo, la capacidad del cerdo para disipar el calor es muy pobre, ya que no cuenta con glándulas sudoríparas funcionales en todo su cuerpo; por lo que solo algunas de ellas se encuentran en la nariz, pero no son muy eficaces en términos de disipación del calor total.

Sin embargo, el cerdo disipa mucho calor al respirar ya que su tasa normal es de 20 a 40 respiraciones por minuto, independientemente de esos mecanismos es necesario refrescar a los porcinos durante los períodos de estrés por calor, Battaglia y Mayrose (1997).

Cancellon (1974) menciona que no solo el frío influye sobre el cerdo, sino también el calor; ya que los cerdos por encima de los 20° C y de más de 25 kg. tienen dificultades para mantener una temperatura corporal suficientemente baja, aumentando su irradiación corporal.

Hace referencia que los cerdos buscan el agua para bañarse u hociquear dado que la evaporación de esta favorece la irradiación del calor, eliminando el calor por vías respiratorias por la faringe, la traquea y los pulmones.

Rabanal (1977) indica que los cerdos por su constitución no pueden sudar por lo que evapora el agua por vía pulmonar, esto lo fuerza a aumentar el ritmo respiratorio. Por lo que el cerdo cuyo defecto fisiológico es no poder regular eficazmente su equilibrio térmico, siendo muy sensibles a los cambios de temperatura por lo que en animales adultos las altas temperaturas le provocan estrés por calor. En cuanto al consumo de alimento, el organismo animal se encuentra en equilibrio térmico con el medio que lo rodea, y el calor producido continuamente en el cuerpo procede de la energía potencial de los alimentos liberada por oxidación; por la sola satisfacción de las necesidades energéticas del organismo, no basta para asegurar una buena nutrición.

Leroy (1968) reporta que las temperaturas sensiblemente superiores al óptimo son peligrosas para los cerdos de mayor tamaño; al acumular el calor interno que se produce en estas condiciones de temperatura, al no contar con glándulas sudoríparas para disipar el calor provocado por dicho efecto. Sin embargo menciona que el orificio que comunica a la faringe con las fosas nasales es muy pequeño de tal modo que le es fácil refrescar su organismo mediante una intensa evaporación de agua en los pulmones, gracias al aumento de los movimientos respiratorios. También menciona que el cerdo para liberarse del calor interno utiliza su superficie externa que tiene un nivel térmico más elevado que el del aire que le rodea y emite hacia el exterior rayos infrarrojos, este se constituye como la pérdida por radiación.

Hafez y Dier (1972) comentan que el cerdo pierde calor como consecuencia de la evaporación de agua que tiene lugar en las superficies húmedas de la piel y tracto respiratorio; en cambio en ambientes cálidos la evaporación es el medio más efectivo y en último extremo, el único procedimiento para la eliminación del calor.

## **MECANISMOS PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA AMBIENTE.**

García y Cardona (1981) consideran a la temperatura como factor determinante entre los vientos, luz solar y humedad relativa, teniendo su implicación directamente en la salud y en el comportamiento de peso. Por lo anterior expuesto Scarborough (1983) menciona que los cerdos con acceso al agua refrescante ya sea en un charco, cuando la temperatura es alta y con buenas condiciones higiénicas tienen mejores incrementos de peso.

Kasarian *et al.*, (1958) dice que con alojamientos adecuados y con un sistema de refrigeración se consigue beneficiar en un 10% el incremento de peso. También menciona que para contrarrestar los efectos del calor en climas moderados es necesaria la instalación de revolcaderos y aspersores en cualquier parte del mundo.

Heitman *et al.*, (1958) indica que la temperatura mejor para la cerda no coincide con la de los lechones siendo de aproximadamente 26.5° C para estos y de 15° C para la madre. Esto reafirma la idea de que en los lugares donde la temperatura se mantenga corrientemente por encima de los 29° C esta justificado el empleo de dispositivos refrescantes, tales como aspersores, pulverizadores y revolcaderos además de sombra.

Mount, (1968) habla sobre las necesidades de temperatura de los cerdos en etapa de desarrollo - finalización, ya que los cerdos que pesan 60 a 120 Kg su necesidad de temperatura será de 12 a 21° C. También dice que al proporcionar un ambiente adecuado al cerdo en esta etapa es posible mantener su eficiencia respecto del consumo de alimento y ganancia diaria de peso. Sin embargo para lograr cierto control sobre los problemas respiratorios del animal es

recomendable tener una humedad relativa del 100 % evitando que los animales sufran estrés.

Por lo anterior expuesto se hace necesario reflexionar sobre la importancia que tiene controlar la temperatura cuando esta provoca estrés a los cerdos , por lo que se debe incluir dentro de las practicas de manejo el poder refrescar a los animales en temporadas de calor; mediante agua por goteo cuya finalidad sea mojar a los cerdos para mejorar su ambiente y rendimiento.

### **SISTEMAS UTILIZADOS COMO REFRESCANTES**

La aplicación del método de aspersión y agua por goteo tiene grandes ventajas, pues refrescan eficazmente al animal llevando a una serie de investigaciones realizadas con excelentes resultados. De los cuales se describen los siguientes :

Battaglia y Mayrose (1997) mencionan que las investigaciones indican que los cerdos se refrescan eficazmente si se les asperja durante apenas 2 minutos cada hora, por lo que este método consiste en mojar a los cerdos con un sistema de aspersión para así poder controlar el estrés calórico del animal por lo que los resultados arrojados por dicho experimento demostraron que los cerdos tenían mejores rendimientos expresados en ganancia de peso.

Sainsbury (1975) menciona el trabajo hecho por Whalley en Oklahoma, en el cual aplico un método de agua por goteo a hembras gestantes , consiguiendo al final camadas con 2.35 lechones vivos mas , en comparación con otro lote que carecía del dispositivo de agua por goteo.

Scarborough (1983) comenta que en la estación experimental de Luisiana se comprobó que un sistema de enfriamiento a base de agua y una pileta de agua limpia, eran factores

determinantes para obtener un mejor crecimiento con menos alimento en animales arriba de 70 kg. Dicho experimento se llevó a cabo con un sistema de enfriamiento a base de agua, para el lote 1 que rociaba una pequeña nube de agua sobre un piso de concreto, el cual se encontraba techado con paja; en el lote 2 había una pileta de metal, en condiciones sanitarias buenas; el lote 3, no tenía techo ni pileta de agua. Los resultados obtenidos reflejaron que los cerdos bajo tratamiento de enfriamiento a base de agua, tenían mejor eficiencia alimenticia, logrando 10% más de incremento de peso en comparación con los otros dos tratamientos.

Viveros (1997) este investigador trabajo en la posibilidad de enfriar, en una forma eficiente y barata a los cerdos; como lo es la evaporación de agua; mediante el método de evaporación, directa sobre el aire. Usando celdas de evaporación o de enfriamiento (cool cell) por lo que en sus resultados concluye que con este método de enfriamiento, se incrementa el peso de los animales; su aplicación en la etapa de hembras lactantes, hace que tengan una mejor producción de leche; los lechones tienen menos pérdidas de peso, reflejándose en un mejor peso al destete; esto se logra disminuyendo el estrés por calor.

El objetivo de este método fue que las celdas enfriaran el aire mediante la evaporación del agua y aumentar la humedad relativa del ambiente. El sistema de enfriamiento por evaporación no es nuevo, es un proceso natural; el por qué nos sentimos más frescos en la playa se debe a la evaporación del agua en el aire (la brisa) que sopla nuestra piel. La evaporación es un proceso natural y es lo que hace económica su operación, no produce contaminantes (como el aire acondicionado), y requiere menos electricidad.

## **MATERIAL Y MÉTODOS;Error! Marcador no definido.**

### **Localización**

El experimento se llevó a cabo en la unidad porcícola y el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro " ubicada en Buenavista, Saltillo; Coah., y su localización geográfica es en los 25° 22' latitud Norte y 100 00'00" longitud Oeste, su Altitud es de 1770 msnm; su clima es Bs KX ( e') con un régimen de lluvias entre el verano e invierno, una precipitación pluvial anual media de 303.9 mm y temperatura anual de 17.7 °C. Según García. (1988). El trabajo se inicio el 24 de Agosto de 1994 y se termino el 22 de Mayo de 1995.

Los tratamientos considerados para humedecer el ambiente fueron los siguientes:

- 1.- Sin agua por goteo (T1)
- 2.- Con agua por goteo (T2)

### **Animales Utilizados**

Se utilizó un lote de 24 cerdos (hembras) cruce tipo comercial, de edad similar y con un peso aproximado de 80 Kg de peso vivo al inicio del experimento. Tomándose 12 cerdas por tratamiento.

### **Equipo**

Se alojaron en cuatro corrales de nueve metros cuadrados con piso y bardas cubiertas de cemento, equipadas con bebederos de chupón y comederos automáticos; con seis animales por corral.

Siendo la diferencia el tratamiento 1 con agua por goteo.

Durante el experimento se dispuso de una báscula fija con una capacidad de 500 kg, con aproximación de 200 g; Marca Nuevo León (localizada en el embarcadero de la granja porcina), en donde se pesaron los animales.

El sistema de agua por goteo se llevó a cabo en la primera etapa utilizando tubería galvanizada de media pulgada con cinco goteros por corral. Estos se colocaron a una altura de 133 cm., el sistema permanecía las 24 horas del día (antes de quedar gestantes las hembras) durante el período experimental.

### **Metodología**

Se estableció un período de una semana para adaptación de los animales a la dieta y al manejo.

El experimento se inicio cuando las hembras tenían en promedio 80 kg de P.V, llevándolos hasta el primer empadre que se realizo a partir de los 137 de peso (120 días aproximadamente), el período de gestación 112-114 días y el destete 33-39 días, con un período total experimental de 270 días

El lote (24 hembras) se dividió en cuatro grupos formando dos tratamientos con dos repeticiones cada uno y seis unidades experimentales por repetición.

A estos animales se les proporcionó el alimento *Ad libitum* con dietas isoproteicas conteniendo 15.9%, la cual fue determinada por medio de un análisis proximal en base a A.O.A.C (1980). y el contenido de energía NDT fue calculado de acuerdo a la metodología de Crampton y Harris (1969).

Los cerdos se pesaron al inicio del experimento y esta práctica se repitió cada siete días y su manejo fue similar al que normalmente se realiza en la granja, siendo la diferencia el tratamiento con agua por goteo.

### **Evaluación del Comportamiento**

Para analizar los resultados del comportamiento productivo de las cerdas se utilizaron los siguientes conceptos:

- **Aumento de peso diario/animal:** Las cerdas se pesaron semanalmente para observar los incrementos de peso. El aumento promedio por día se estimó del peso final menos el peso inicial entre el número de días del período experimental.

- **Consumo de alimento:** Este se calculó en base a lo ofrecido menos el rechazo,

promediando entre el número de animales y el período de prueba.

- **Conversión alimenticia:** Total de alimento consumido durante el período experimental, dividido entre la cantidad de kilogramos ganados.

Para evaluar el costo por kilogramo de peso aumentado solo se consideró el costo de alimentación.

### **Evaluación de Características productivas de los lechones.**

Para analizar los resultados del comportamiento reproductivo de las cerdas de reemplazo se utilizaron los siguientes conceptos:

- **Número de Hembras:** Se tomaron en cuenta solo las cerdas que quedaron preñadas al primer empadre en los diferentes tratamientos durante el experimento.

- **Peso promedio de lechones al nacer:** Se obtuvo de la suma total de peso de los lechones al nacer, entre el número de lechones nacidos vivos.

- **Peso promedio al destete:** Se estimó de la suma total del peso de los lechones al destete, entre el número de lechones destetados.

- **Número de lechones al destete:** Los lechones que fueron destetados por la madre a los 35 días promedio.

- **Ganancia de peso al destete:** Se determinó de la diferencia entre el peso al destete y el peso al nacer de los lechones, y al final se promedió entre el número de los mismos.

- **Ganancia diaria de peso:** Se dividió la ganancia de peso al destete, entre el número de días al destete.

### **Análisis Estadístico.**

Los datos obtenidos para las características evaluadas fueron analizadas estadísticamente de acuerdo al diseño completamente al azar con covarianza, donde  $t=2$  ( T1 con agua y T2 sin agua ), y  $r=12$  repeticiones por tratamiento, según la metodología de Olivares (1990). Utilizando la covariable peso inicial para evaluar las variables: incremento de peso y conversión alimenticia.,(Cuadros 1A y 2A).

Para evaluar las características reproductivas de las hembras y su progenie, se usó el diseño completamente al azar con covarianza ; donde  $t=2$  (T1 con agua y T2 sin agua por goteo) con diferente número de repeticiones por tratamiento, con  $r=10$  repeticiones para el T1 y  $r=8$  para T2.,(Cuadros 3A-5A).

Las características reproductivas evaluadas de las hembras de reemplazo se muestran

en los cuadros 10 y 11.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo de alimento:** Este no se analizó estadísticamente ya que fue estimado entre el número de animales por corraleta (seis cerdas de cada repetición por tratamiento). Se obtuvo entre los tratamientos con agua por goteo y sin agua por goteo. Los animales de ambos tratamientos consumieron la misma cantidad de alimento (3.560 kg por día). Siendo este consumo de alimento superior a lo que reporta la NRC en 1988 (3.110 kg por día por animal) (cuadro 8). Debido a que el contenido de proteína cruda era superior en nuestras dietas (15.9% de P.C) (cuadro 2) y la N.R.C recomienda que los animales consuman 404 g de proteína diaria.

Durante el período experimental se registraron temperaturas que fueron de -3.0 C como mínima hasta 30.0 C como máxima, se considero que influyó directamente en el consumo de alimento de ambos tratamientos., ( cuadros 6-7C).

Por otra parte Cuarón (1985) reporta que animales sujetos a temperaturas superiores a la zona de termoneutralidad (15 a 22°C) se observa una disminución en el consumo de alimento por consecuencia reduce la ganancia diaria de peso.

El efecto de la temperaturas puede ser corregido mediante condiciones de manejo instalaciones, ventilación y nutrición. Se recomienda incrementar los requerimientos de nutrimentos en un 10% en temperaturas ambientales superiores a los 25° C. La utilización de grasas vegetales como el aceite de soya puro o como componente de la soya integral pueden ayudar a aumentar el consumo de energía y a disminuir el calor metabólico, Navarro, (1995).

**Ganancia de peso:** Por lo que respecta al incremento de peso, este no fue significativo, notándose que en los tratamientos con agua por goteo tuvieron apenas una ganancia de peso de (0.453 g por día) mientras que el grupo testigo fue (0.478 g por día) presentándose una diferencia entre tratamientos de (.025 kg por día).

Salinas y García (1986) reportan en sus estudios que no se encontró diferencia en la ganancia de peso vivo, sin embargo, los animales tratados con agua por goteo sí tuvieron un ligero aumento de peso vivo más que los animales sin tratamientos, contrastando con los resultados obtenidos por Heitman y Hughes (1949) y Cancellon (1969) quienes al refrescar el ambiente mediante evaporación de agua encontraron que el porcentaje en ganancia de peso se incrementó marcadamente.

Sainsbury (1975) señala que con alojamientos adecuados para controlar los efectos del calor en climas moderados es necesario la instalación de revolcaderos y aspersores por lo que se consigue beneficiar en un 10 % el incremento de peso.

Cancellon (1974) reporta que los cerdos desarrollados en una temperatura ambiente de 24° C con un 90% de humedad, aumentan diariamente .700 g; pero afectando la calidad de su canal; pues contiene un 9% más de grasa y 3% menos de proteína.

Flores y Agraz (1979) reporta que las temperaturas arriba de 30° C le crean al cerdo ciertas dificultades fisiológicas, el ritmo respiratorio se acelera considerablemente y si la humedad relativa es alta (90%), el efecto de una temperatura elevada es mayor por lo que es preocupante el pobre incremento de peso por esta causa.

En otro trabajo, también indican que las temperaturas óptimas para cerdos de 20 a 110 kg de peso vivo es de 16 a 21° C obteniendo una ganancia de peso por día de 850-900 g por animal; estos autores concuerdan con Stahly y Cromwell(1979) ya que reportan que la mejor eficiencia de ganancia de peso es a los 21° C. En nuestro trabajo la temperatura promedio fue de 12.8° C por lo que influyó en los cambios bruscos de temperatura puesto que las mínimas oscilaron entre -2.8° C hasta la máxima de 31° C (Cuadros 3-7).

**Conversión alimenticia:** En los resultados del experimento no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las repeticiones por tratamiento para los valores de conversión alimenticia.

Se observa que el agua por goteo no impacta directamente en la cantidad de alimentos utilizados por unidad de incremento de peso. por lo que existe una diferencia de (0.103 kg) mas con agua por goteo que la del grupo testigo; la mejor conversión (3.876 kg de alimento por kg de ganancia de peso) se logró sin agua por goteo; siendo de 3.979 kg de alimento por ganancia de peso en los cerdos con agua por goteo (Cuadro 1).

La NRC (1988) reporta que para animales de 50 a 110 kg tienen una conversión alimenticia de 3.79 kg de alimento por ganancia de peso ; (cuadro 1) los resultados de este trabajo son mas elevados

En el presente trabajo ; se presentaron temperaturas por abajo de cero grados por lo que los animales tuvieron la necesidad de consumir mas alimento para mantener su temperatura corporal; por otra lado, también las temperaturas imperantes en el experimento, en promedio fueron muy elevadas; los animales en tratamiento con agua por goteo tuvieron la necesidad de refrescarse y poder regular la temperatura al meterse a la zona de agua por goteo; al final los resultados estadísticos indican que no hubo diferencia significativa para conversión alimenticia entre tratamientos.

Caballero ( 1991 ) Dice que todo cerdo de entre 20 a 110 kg., obtienen su mayor capacidad de conversión alimenticia cuando el cerdo es manejado en un ambiente propicio; lo que hace referencia a una temperatura de confort de 18 a 22° C.

Diversos autores coinciden con Díaz (1953) el cual reporta que la temperatura óptima es de 15 a 24° C. Por encima o por abajo de estos provoca anomalías en el funcionamiento del mecanismo regulador de la temperatura que se traduce en un mayor consumo de alimento para producir un kg de peso vivo.

Las temperaturas que se apartan mucho de la óptima producen estrés al animal. Una de las primeras respuestas al calor excesivo es la perdida de apetito lo que da por resultado una disminución de la cantidad de alimento ingerido; por lo que únicamente utiliza el alimento para mantener su temperatura corporal. Si este factor es controlado bajo humedad la cual tenga por objetivo bajar el estrés del animal y así solucionar el problema de consumo; el alimento será mejor utilizado por el animal impactando en una mejor conversión alimenticia que es lo que se pretende en la actualidad, Charles (1990).

García y Cardona (1983) Mencionan que el cerdo es un animal cuya temperatura termoneutral es de 21° C., cuando la temperatura ambiente desciende se puede desperdiciar hasta un 30% del alimento debido a la producción del calor corporal para mantener la temperatura cuando se eleva, los cerdos comen menos; se disminuye el incremento de peso y se baja la eficiencia de conversión alimenticia. Para lograr mejores aumentos de peso y por consecuencia una mejor conversión alimenticia. Es necesario utilizar aspersores de agua para los animales en épocas de intenso calor.

El calor tiene efectos importantes en el crecimiento de los cerdos. Mientras muchos animales sudan para auto-enfriarse, los cerdos no tienen capacidad. En el cerdo el calor les provoca estrés y este a su vez genera efectos de consideración: los animales de engorda disminuyen el consumo de alimento, las hembras lactantes al consumir menos, bajan de peso y su conversión alimenticia no es la adecuada; además de disminuir su producción de leche. Los lechones tienen pérdidas de peso y problemas al destete y en animales de pie de cría, las hembras retrasan su pubertad y los sementales reducen la fertilidad.

### **CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS**

En los resultados obtenidos, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Por lo que no hay efecto del agua por goteo en el comportamiento productivo de la hembra. Sin embargo algunos análisis de covarianza demostraron que hay diferencia significativa, lo cual indica que la covariable (X) afecta la variable (Y).

La covariable ganancia de peso diario (X) y la variable peso promedio al destete (Y) tuvieron diferencias significativas al ( $P < 0.05$ ) para la covariable, y no así para sus medias ajustadas ( cuadro 3A).

Por otra parte la covariable peso al destete (X) y la variable numero de lechones al destete (Y), así como también la covariable ganancia de peso al destete (X) y numero de lechones al destete (Y) se observó diferencia significativa al ( $P < 0.01$ ) pero no así para sus medias ajustadas. (cuadros 4A y 5A)

En este experimento el agua por goteo no afecto el comportamiento reproductivo de la cerda, esto se puede haber debido a que hubo hembras que se cargaron hasta el final del tratamiento no habiendo un período regular de exposición al tratamiento con agua por goteo entre el total de hembras gestantes. A pesar de ello se obtuvieron numerosas camadas por vientre, (cuadro 9).

La mayor parte de los trabajos hechos con cerdas se refieren a la acción de las temperaturas altas. Se ha demostrado que la exposición de cerdas a temperaturas tales como

37° C durante períodos de unos 8 días son capaces de todavía dar camadas normales. Sin embargo parece demostrado que las cerdas gestantes presentan mas estrés que las vacías, debido a la sobrecarga metabólica que supone la gestación. Por otra parte existen varios trabajos realizados en América en apoyo a refrescar a las cerdas en gestación, como el de Whalley en Oklahoma, el cual consiguió camadas con 2,35 lechones vivos mas instalando aspersores para las hembras gestantes en comparación con otro lote que carecía del dispositivo. Las temperaturas máximas diarias promedio durante el experimento eran de 35.5° C. Sainsbury (1975).

### **Costos**

Los costos en el presente trabajo se estimaron tomando en cuenta el precio del alimento, observándose diferencias, ya que los animales de las repeticiones del tratamiento con agua por goteo tiene un costo de \$ 2.58 (\$ 0.08 pesos) más que el del grupo testigo. (cuadro8)

Debido a que los animales tratados con agua por goteo, tuvieron una mayor conversión alimenticia 3.979 por 3.876 del grupo testigo los costos se incrementaron siendo nuestro objetivo disminuir costos; en nuestros resultados se demuestra que no hubo una respuesta significativa para ello.

**Cuadro 1.** Requerimientos nutritivos del cerdo, ganancia esperada, conversión alimenticia, requerimientos de energía y proteína de cerdos para abasto : según la N. R. C. en 1998.

|   | Peso en Kg. |
|---|-------------|
| Niveles de consumo y de comportamiento                    | 50-110      |
| Ganancia de peso ( g/día )                                | 0.820       |
| Consumo de alimento ( g/día )                             | 3.110       |
| Conversión alimenticia<br>( alimento por ganancia )       | 3.79        |
| Consumo de energía digestible<br>( kilocalorías por día ) | 10.570      |

|  |        |
|--|--------|
| Consumo de energía metabolizable<br>( kilocalorías por día ) | 10.185 |
| Proteína cruda ( porciento )                                 | 12     |

**Cuadro 2.** Análisis bromatológico del alimento suministrado durante el periodo experimental.

| NUTRIENTE %      | ALIMENTO |
|------------------|----------|
| Materia seca     | 88.38    |
| Ceniza           | 7.01     |
| Materia orgánica | 92.97    |
| Extracto etéreo  | 2.37     |
| Fibra cruda      | 5.02     |
| Proteína cruda   | 15.93    |

|          |       |
|----------|-------|
| E. L. N. | 69.67 |
| NDT      | 78.73 |

\* Laboratorio de Nutrición y Alimentos, UAAAN.

NDT - Calculado por la metodología de Crampton y Harris, ( 1969 ).

**Cuadro 1 A.** Resultados de los tratamientos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ) para ganancia de peso por día bajo la metodología de Olivares ( 1990 ).

Covariable X : Peso inicial.

Covariable Y : Ganancia de peso por día

| REPETICION | T1 |      | T2   |      |
|------------|----|------|------|------|
|            | X  | Y    | X    | Y    |
| I          | 71 | .550 | 71   | .628 |
| II         | 83 | .418 | 72   | .710 |
| III        | 81 | .423 | 76   | .481 |
| IV         | 82 | .468 | 71.2 | .473 |
| V          | 84 | .423 | 71.2 | .576 |
| VI         | 80 | .483 | 67   | .266 |

|          |              |               |               |               |
|----------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| VII      | 88           | .498          | 81            | .422          |
| VIII     | 98           | .408          | 71            | .476          |
| IX       | 92           | .438          | 85            | .420          |
| X        | 88           | .461          | 80            | .545          |
| XI       | 92           | .471          | 84.2          | .465          |
| XII      | 89           | .485          | 83.9          | .501          |
| $\Sigma$ | $X_i = 1028$ | $Y_i = 5.526$ | $X_i = 913.5$ | $Y_i = 5.963$ |

Totales  $X_{..} = 1941.5$

$Y_{..} = 11.409$

**ANALISIS DE COVARIANZA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA GANANCIA DE PESO ( Y ) Y LA COVARIABLE PESO INICIAL ( X )**

**Cuadro 1 B.** Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados

|             | XX          | Y          | YY       |
|-------------|-------------|------------|----------|
| Tratamiento | 546.265625  | - 1.493103 | 0.004083 |
| Error       | 991.187500  | - 1.587097 | 0.115615 |
| T+E         | 1537.453125 | -3.0802    | 0.119698 |

**Cuadro 1 C.** Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA | MEDIA AJUSTADA |
|-------------|-------|----------------|
|             |       |                |

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| 1 | 0.478667 | 0.471028 |
| 2 | 0.452583 | 0.460222 |

**Cuadro 1 D.** Diferencia mínima significativa para comparación de medias

| MEDIAS |   | DSM ( 0.05 ) | DSM ( 0.01 ) |
|--------|---|--------------|--------------|
| 1      | 2 | 0.077604     | 0.105623     |

**CUADRO 2 A.** Resultados de los tratamientos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ) para conversión alimenticia bajo la metodología de Saenz ( 1994 ).

Covariable X : Peso Inicial

Variable Y : Conversión Alimenticia

| Repeticiones | T 1 |       | T 2    |       |
|--------------|-----|-------|--------|-------|
|              | X   | Y     | X      | Y     |
| I            | 71  | 3.207 | 71     | 2.834 |
| II           | 83  | 4.258 | 72     | 3.779 |
| III          | 81  | 4.208 | 76     | 3.701 |
| IV           | 82  | 3.803 | 71.200 | 3.763 |
| V            | 84  | 4.208 | 71.200 | 3.090 |
| VI           | 80  | 3.685 | 67     | 6.691 |

|      |              |               |               |                |
|------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| VII  | 88           | 3.574         | 81            | 4.027          |
| VIII | 98           | 4.363         | 71            | 3.739          |
| IX   | 92           | 4.064         | 85            | 4.238          |
| X    | 88           | 4.931         | 80            | 3.266          |
| XI   | 92           | 3.779         | 84.200        | 3.827          |
| XII  | 89           | 3.670         | 83.900        | 3.553          |
| SUMA | $X_i = 1028$ | $Y_i = 47.75$ | $X_i = 913.5$ | $Y_i = 46.508$ |

Totales  $X_{..} = 1941.5$

$Y_{..} = 94.258$

**ANALISIS DE COVARIANZA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA  
CONVERSION ALIMENTICIA ( Y ) Y LA COVARIABLE PESO INICIAL ( X ).**

**Cuadro 2 B.** Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados

|             | XX          | Y          | YY        |
|-------------|-------------|------------|-----------|
| TRATAMIENTO | 546.265625  | 5.925781   | 0.064301  |
| ERROR       | 991.187500  | - 0.422363 | 12.588684 |
| T + E       | 1537.453125 | 5.503418   | 12.652985 |

**Cuadro 2 C.** Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA | MEDIA AJUSTADA |
|-------------|-------|----------------|
|             |       |                |

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| 1 | 3.875667 | 3.873634 |
| 2 | 3.979167 | 3.981200 |

**Cuadro 2 D.** Diferencia mínima significativa para comparación de medias

| MEDIAS |   | DSM ( 0.05 ) | DSM ( 0.01 ) |
|--------|---|--------------|--------------|
| 1      | 2 | 0.818818     | 1.114458     |

**Cuadro 3 A.** Resultados de los tratamientos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ) para características reproductivas de las hembras de reemplazo.

Covariable X : Ganancia diaria de peso en lechones.

Variable Y : Peso promedio de lechones al destete.

| Repeticiones | T1    |       | T2    |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
|              | X     | Y     | X     | Y     |
| I            | 0.193 | 8.833 | 0.139 | 6.185 |
| II           | 0.155 | 6.88  | 0.126 | 6.957 |
| III          | 0.173 | 7.725 | 0.154 | 7.57  |
| IV           | 0.158 | 7.966 | 0.118 | 7.8   |
| V            | 0.136 | 6.86  | 0.125 | 6.311 |

|          |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| VI       | 0.138 | 6.44  | 0.230 | 9.24  |
| VII      | 0.162 | 7.06  | 0.122 | 6.716 |
| VIII     | 0.135 | 6.018 | 0.146 | 7.475 |
| IX       | 0.118 | 6.33  |       |       |
| X        | 0.159 | 7.616 |       |       |
| PROMEDIO | 0.153 | 7.173 | 0.145 | 7.282 |

**ANALISIS DE COVARIANZA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA PESO PROMEDIO AL DESTETE ( Y ) Y LA COVARIABLE GANANCIA DE PESO DIARIA DEL LECHON ( X ).**

**Cuadro 3 B.** Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados

|             | XX        | Y          | YY       |
|-------------|-----------|------------|----------|
| Tratamiento | 0.052795  | - 0.003727 | 0.000264 |
| Error       | 13.458618 | 0.439493   | 0.13570  |
| T+E         | 13.511413 | 0.435766   | 0.135964 |

**Cuadro 3 C.** Análisis de Varianza.

| FV           | GL | SC       | CM       | F       | P>F   |
|--------------|----|----------|----------|---------|-------|
| COVARIABLE   | 1  | 0.009076 | 0.009076 | 30.2893 | 0.000 |
| TRATAMIENTOS | 1  | 0.000491 | 0.000491 | 1.6379  | 0.218 |
| ERROR        | 15 | 0.004494 | 0.000300 |         |       |
| TOTAL        | 17 | 0.014061 |          |         |       |

C.V.= 11.59575

ESTIMADOR DEL COEFICIENTE DE REGRESION :  $B_1 = 0.02597$

**Cuadro 3 D.** Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA    | MEDIA AJUSTADA |
|-------------|----------|----------------|
| 1           | 0.152700 | 0.153957       |
| 2           | 0.145000 | 0.143428       |

**Cuadro 3 E.** Diferencia mínima significativa para comparación de medias

| MEDIAS |   | DSM ( 0.05 ) | DSM ( 0.01 ) |
|--------|---|--------------|--------------|
| 1      | 2 | 0.077604     | 0.105623     |

**Cuadro 4 A.** Resultados de los tratamientos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ) para características reproductivas de las hembras de reemplazo.

Covariable X :       Peso al Destete.

Variable Y : Número de lechones al nacer.

| Repeticiones | T1    |   | T2    |   |
|--------------|-------|---|-------|---|
|              | X     | Y | X     | Y |
| I            | 8.833 | 6 | 6.185 | 7 |
| II           | 6.880 | 9 | 6.957 | 7 |
| III          | 7.725 | 4 | 7.570 | 7 |
| IV           | 7.966 | 6 | 7.800 | 8 |

|          |       |     |       |      |
|----------|-------|-----|-------|------|
| V        | 6.86  | 10  | 6.311 | 9    |
| VI       | 6.44  | 8   | 9.240 | 5    |
| VII      | 7.06  | 3   | 6.716 | 6    |
| VIII     | 6.018 | 11  | 7.475 | 8    |
| IX       | 6.33  | 8   |       |      |
| X        | 7.616 | 6   |       |      |
| PROMEDIO | 7.173 | 7.1 | 7.282 | 7.13 |

**ANALISIS DE COVARIANZA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA NUMERO DE LECHONES AL DESTETE ( Y ) Y LA COVARIABLE DE PESO AL DESTETE (X).**

**Cuadro 4 B.** Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados

|             | XX        | Y          | YY        |
|-------------|-----------|------------|-----------|
| Tratamiento | 0.002747  | 0.012146   | 0.052795  |
| Error       | 69.775024 | -16.401550 | 13.458618 |
| T+E         | 69.777771 | -16.389404 | 13.511413 |

**Cuadro 4 C.** Análisis de Varianza.

| FV           | GL | SC        | CM       | F      | P>F   |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| COVARIABLE   | 1  | 3.855403  | 3.855403 | 6.0221 | 0.025 |
| TRATAMIENTOS | 1  | 0.058655  | 0.058655 | 0.0916 | 0.763 |
| ERROR        | 15 | 9.603215  | 0.640214 |        |       |
| TOTAL        | 17 | 13.517273 |          |        |       |

C.V.= 11.08031 %

ESTIMADOR DEL COEFICIENTE DE REGRESION : B1 = -0.23506

**Cuadro 4 D.** Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA    | MEDIA AJUSTADA |
|-------------|----------|----------------|
| 1           | 7.172800 | 7.170188       |
| 2           | 7.281750 | 7.285015       |

**Cuadro 4 E.** Diferencia mínima significativa para comparación de medias

| MEDIAS |   | DSM ( 0.05 ) | DSM ( 0.01 ) |
|--------|---|--------------|--------------|
| 1      | 2 | 0.808809     | 1.118517     |

**Cuadro 5 A.** Resultados de los tratamientos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ) para características reproductivas de las hembras de reemplazo.

Covariable X : Ganancia Peso al Destete.

Variable Y : Número de lechones al destete.

| Repeticiones | T1    |   | T2    |   |
|--------------|-------|---|-------|---|
|              | X     | Y | X     | Y |
| I            | 7.323 | 6 | 4.857 | 7 |
| II           | 5.410 | 9 | 5.286 | 7 |
| III          | 6.235 | 4 | 6.150 | 7 |
| IV           | 6.336 | 6 | 6.160 | 8 |

|          |       |     |       |      |
|----------|-------|-----|-------|------|
| V        | 5.280 | 10  | 4.741 | 9    |
| VI       | 4.840 | 8   | 7.560 | 5    |
| VII      | 5.660 | 3   | 4.266 | 6    |
| VIII     | 4.450 | 11  | 5.835 | 8    |
| IX       | 4.590 | 8   |       |      |
| X        | 5.890 | 6   |       |      |
| PROMEDIO | 5.601 | 7.1 | 5.607 | 7.13 |

**ANALISIS DE COVARIANZA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA NUMERO DE LECHONES AL DESTETE ( Y ) Y LA COVARIABLE GANANCIA DE PESO AL DESTETE ( X).**

**Cuadro 5 B.** Tabla de sumas de cuadrados y productos cruzados

|             | XX        | Y          | YY        |
|-------------|-----------|------------|-----------|
| Tratamiento | 0.002747  | 0.000610   | 0.000122  |
| Error       | 69.775024 | -16.120728 | 14.740662 |
| T+E         | 69.777771 | -16.120118 | 14.740784 |

**Cuadro 5 C.** Análisis de Varianza.

| FV           | GL | SC        | CM       | F      | P>F   |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| COVARIABLE   | 1  | 3.724793  | 3.724793 | 5.0719 | 0.038 |
| TRATAMIENTOS | 1  | 0.000551  | 0.000551 | 0.0008 | 0.977 |
| ERROR        | 15 | 11.015868 | 0.734391 |        |       |
| TOTAL        | 17 | 14.741212 |          |        |       |

C.V.= 15.29250 %

ESTIMADOR DEL COEFICIENTE DE REGRESION : B1 = -0.23105

**Cuadro 5 D.** Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA    | MEDIA AJUSTADA |
|-------------|----------|----------------|
| 1           | 5.601400 | 5.598833       |
| 2           | 5.606875 | 5.610084       |

**Cuadro 5 E.** Diferencia mínima significativa para comparación de medias

| MEDIAS |   | DSM ( 0.05 ) | DSM ( 0.01 ) |
|--------|---|--------------|--------------|
| 1      | 2 | 0.866258     | 1.197964     |











## CONCLUSIONES ¡Error! Marcador no definido.

De acuerdo a los resultados obtenidos con este trabajo, se concluye lo siguiente :

1.- El período de 80 a 137 kg de peso vivo de hembras sometidas al sistema de agua por goteo, no afectó el consumo de alimento, comportamiento en peso y la conversión alimenticia.

2.- El agua por goteo no mejoro el comportamiento productivo de hembras de primer parto en las variables estudiadas; No. de lechones al destete, peso promedio de lechones al nacer, peso promedio de lechones al destete, ganancia de peso del lechón al destete y ganancia diaria de peso por lechón.

## **RESUMEN;Error! Marcador no definido.**

Este trabajo se realizó en la granja porcina de la UAAAN durante los meses de Agosto 24 al 31 de Diciembre del 94 y de Enero 1 al 22 de Mayo del 95

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el efecto del agua por goteo sobre el comportamiento de cerdas de reemplazo. Se utilizaron 24 cerdas cruza tipo comercial; los animales se distribuyeron en cuatro grupos (6 hembras cada una) que se asignaron a dos repeticiones por tratamiento:

Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Con agua por goteo
- 2) Sin agua por goteo

Para evaluar el comportamiento productivo se considero el Aumento de peso diario/animal, Consumo de alimento, Conversión alimenticia.

Durante el período de 80 a 137 kg de peso vivo, en donde las cerdas fueron sometidas al sistema de agua por goteo, no afectó el consumo de alimento, comportamiento en peso y la conversión alimenticia.

Para analizar las características productivas de la hembra y los lechones se estimaron los siguientes conceptos:

Número de Hembras, Peso promedio de lechones al nacer, peso promedio al destete, Numero de lechones al destete, Ganancia de peso al destete, Ganancia diaria de peso.

Los resultados obtenidos demostraron que el agua por goteo no mejoro el comportamiento productivo de hembras de primer parto en las variables estudiadas: No. de lechones al destete, peso promedio de lechones al nacer, peso promedio de lechones al destete, ganancia de peso del lechón al destete y ganancia diaria de peso por lechón.

Las cerdas de los dos tratamientos tuvieron la misma cantidad de consumo alimenticio (3.560 kg por día por animal) durante el período de empadre (120 días). Siendo este consumo de alimento superior al que reporta la NRC en 1988 (3.110 kg por día por animal).

Hay un mayor costo por alimentación en cerdas que se mantuvieron con agua por goteo (\$ 3.18 pesos), sobre aquellos que estuvieron sometidos sin agua por goteo (\$ 3.10 pesos)

**LITERATURA CITADA;Error! Marcador no definido.**

- A. O. A. C. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. W. Horwitz, Editor. Thirteenth ed. Association of Official analytical Chemist. Washington, DC. EUA.
- Battaglia, R. A and V. B Mayrose. 1997. Técnicas de Manejo para Ganado y Aves de Corral (Bovino, Equino, Ovino, Porcino, Caprino y Aviar). Editorial. UTEHA Limusa. Ed. Noriega. México, D.F.
- Biblioteca Pract. Agric. Gan. 1987. Producción ganadera. Tomo 4. Editorial Océano. Barcelona, España.
- Caballero, E. P. 1991. Comportamiento Productivo del Cerdo en Función del Medio Ambiente. Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah., México.
- Cancellon, M. A. 1972. Porcicultura. 3a Edición. Ed. AEDOS. Barcelona, España.
- Charles, W. T. 1990. Efecto de la temperatura en la producción del cerdo. Industria Porcina. Información Técnica Mundial para Porcicultores en América Latina. V10:5. Watt Publishing, Co. USA.
- Crampton, E. W. and L. E. Harris. 1969. Nutrición Animal Aplicada. 2da ed. W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA.
- Cuarón, J. A. 1985. Alimentación, Nutrición y El Medio Ambiente. En Conceptos de la Alimentación y Nutrición de los Cerdos. Asociación de personal Académico del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, A.C. Memorias. Monterrey, N.L., México.

- Departamento de Agrometeorología. 1995. Datos Climatológicos UAAAN. Buenavista, Saltillo; Coah. México.
- Díaz, M. R. 1953. Ganado Porcino. Ed. Salvat S. H. Barcelona, España.
- Flores, M. J. A. y G. A. Agraz. 1981. Ganado Porcino. 3 edición. Ed. Trillas. México.
- García, C. A y I. S. Cardona. 1981. Estrategia para la Cría de Cerdos. Colección SUED. Ed. Universitaria (Boletín). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, Centro América.
- García, E. 1968. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ta edición. Ed. Offset Larios. México.
- Hafez, E. S. E. and I. A. Dyer. 1972. Desarrollo y Nutrición Animal. Editorial. Acribia. Zaragoza, España.
- Heitman, H., C. F. Kelly and T. E. Bond. 1958. The relation of ambient temperature to weight gain in swine. J. Amer. Sci. 17:62.
- Kazarian, E., J. Boyd and S. Ruffins. 1968. Controlled temperature swine housing. Trans. Amer. Soc. Agr. Engrs 1, 45-46. EUA.
- Leroy, M. A. 1968. El cerdo. Trad. Jaime Olivar y Badosa Edit. GEA. Barcelona, España.
- Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Séptima ed., 4a en español. Trad. Alfonso Ortega. Ed. Mc.Graw-Hill Book Co. México.
- Mount, L. E. 1968. The Climatic Physiology of the Pig. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore, USA.

- Navarro, G. H. 1995. Control de estrés calórico en la producción. Nuestro Acontecer Porcino. Ediciones Pecuarías de México S. A. de C. V. México, D.F.
- NRC, 1981. Effect on environment on Nutrient of Domesti Animals. National Academy Press. Washington, D.C.USA.
- NRC, 1988. Nutrient Requirements of Swine. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press. Ninth revised ed. Washington, D.C. USA.
- Olivares,S.E. 1990. Paquete de Diseños Experimentales. FAUANL. Versión 2.0. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. México.
- Rabanal, L. M. 1997. Explotación Porcina Intensiva. 2da. Edición. Ed. GEA. Barcelona, España.
- Sainsbury, D. 1975. Sanidad y Alojamiento para Animales Efectos de las condiciones ambientales. Ed. Continental, México, D.F.
- Salinas, Ch. J. y R. F. García. 1984-86. Efecto del agua como refrescante ambiental sobre los cerdos en finalización.(Memorias) Primera Reunión Bianual de Nutrición Animal.UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Scarboroug, C. C. 1983. Cría del Ganado Porcino. Ed. Limusa. México, D.F.
- Stahly, T. S. and G. L. Cromwell. 1979. Effect of enviromental temperature and dietary for suplementation of the performance and carcass characteristic of growing and finishing swine. J. Anim. Sci 49:1978.
- Viveros, G. 1997. ¿Cómo Enfriar la Caseta? Desarrollo Porcícola CMP No. 38 Ed. Pronttographics. México, D.F.

**APENDICE;Error! Marcador no definido.**

A continuación se presentan los cuadros de resultado de las características evaluadas, así como los resultados de análisis estadísticos.

**Cuadro 8.** Valores promedio del comportamiento productivo en cerdos con agua por goteo ( T1 ) y sin agua por goteo ( T2 ).

| OBSERVACIONES   | T1     | T2     |
|---|--------|--------|
| NUMEROS DE ANIMALES ( HEMBRAS )                         | 12     | 12     |
| PESO INICIAL ( Kg. )                                    | 85.667 | 76.125 |
| PESO FINAL ( Kg. )                                      | 140    | 134.05 |
| GANANCIA DE PESO POR ANIMAL ( Kg. )                     | 54.333 | 57.925 |
| GANANCIA DE PESO POR DIA ( Kg. )                        | 0.453  | 0.483  |
| CONSUMO DE ALIMENTO/DIA, BASE SECA ( Kg. )              | 3.560  | 3.560  |
| CONVERSION ALIMENTICIA                                  | 3.979  | 3.876  |
| COSTO DEL ALIMENTO POR Kg. N\$ ( Agosto 1994 )          | 0.80   | 0.80   |
| COSTO DE Kg. POR INCREMENTO DE PESO N\$ ( Agosto 1994 ) | 3.18   | 3.10   |

**Cuadro 9.** Resultados de las características reproductivas de cerdas de reemplazo. Unidad porcina de la U.A.A.A.N. archivo 1995.

| OBSERVACIONES ( Peso en Kg. )        | T1    | T2    |
|--------------------------------------|-------|-------|
| PESO PROMEDIO ANTES DEL PARTO        | 176.6 | 156.6 |
| PESO PROMEDIO DESPUES DEL PARTO      | 115.4 | 109   |
| PROMEDIO DE LECHONES DESTETADOS      | 7.3   | 7.9   |
| PESO PROMEDIO DE LECHONES AL NACER   | 1.58  | 1.67  |
| PESO PROMEDIO AL DESTETE             | 7.18  | 7.28  |
| INCREMENTO DE PESO DIARIO DEL LECHON | .153  | .145  |
| DIAS PROMEDIO AL DESTETE             | 36.7  | 39.4  |



**Cuadro 10.** Concentración de datos de la progene de las hembras de reemplazo del T1 con agua por goteo

| Identificación de hembras en Tratamiento | Número de lechones al destete | Peso promedio al nacer | Peso promedio al destete | Ganancia de peso al destete | Días al destete  | Ganancia diaria de peso |
|--|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|
| 1.22-5                                   | 6                             | 1.51                   | 8.833                    | 7.323                       | 38 días          | 0.193 g.                |
| 2.11-2                                   | 9                             | 1.47                   | 6.88                     | 5.41                        | 35 días          | 0.155 g.                |
| 3.11-11                                  | 4                             | 1.49                   | 7.725                    | 6.235                       | 36 días          | 0.173 g.                |
| 4.22-8                                   | 6                             | 1.63                   | 7.966                    | 6.336                       | 40 días          | 0.158 g.                |
| 5.14-5                                   | 10                            | 1.58                   | 6.86                     | 5.28                        | 39 días          | 0.136 g.                |
| 6.11-1                                   | 8                             | 1.6                    | 6.44                     | 4.84                        | 35 días          | 0.138 g.                |
| 7.4-3                                    | 3                             | 1.4                    | 7.06                     | 5.66                        | 35 días          | 0.162 g.                |
| 8.13-6                                   | 11                            | 1.57                   | 6.018                    | 4.45                        | 33 días          | 0.135 g.                |
| 9.9-2                                    | 8                             | 1.74                   | 6.33                     | 4.59                        | 39 días          | 0.118 g.                |
| 10.4-6                                   | 6                             | 1.73                   | 7.616                    | 5.89                        | 37 días          | 0.159 g.                |
| Sumatoria                                | $\Sigma = 71$                 | $\Sigma = 15.72$       | $\Sigma = 71.728$        | $\Sigma = 56.014$           | $\Sigma = 367$   | $\Sigma = 1.527$        |
| Promedio                                 | $\bar{X} = 7.1$               | $\bar{X} = 1.572$      | $\bar{X} = 7.1728$       | $\bar{X} = 5.6014$          | $\bar{X} = 36.7$ | $\bar{X} = .1527$       |

**Cuadro 11.** Concentración de datos de la progene de las hembras de reemplazo del T2 con agua por goteo

| Identificación de hembras en Tratamiento | Número de lechones al destete | Peso promedio al nacer | Peso promedio al destete | Ganancia de peso al destete | Días al destete       | Ganancia diaria de peso |
|--|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1.11-10                                  | 7                             | 1.328                  | 6.185                    | 4.857                       | 35 días               | 0.139 g.                |
| 2.5-7                                    | 7                             | 1.671                  | 6.957                    | 5.286                       | 42 días               | 0.126 g.                |
| 3.10-8                                   | 7                             | 1.42                   | 7.57                     | 6.15                        | 40 días               | 0.154 g.                |
| 4.13-5                                   | 8                             | 1.64                   | 7.8                      | 6.16                        | 52 días               | 0.118 g.                |
| 5.8-8                                    | 9                             | 1.57                   | 6.311                    | 4.741                       | 38 días               | 0.125 g.                |
| 6.2- 4                                   | 5                             | 1.68                   | 9.24                     | 7.56                        | 33 días               | 0.230 g.                |
| 7.13-8                                   | 6                             | 2.45                   | 6.716                    | 4.266                       | 35 días               | 0.122 g.                |
| 8.12-1                                   | 8                             | 1.64                   | 7.475                    | 5.835                       | 40 días               | 0.146 g.                |
| Sumatoria                                | $\Sigma = 57$                 | $\Sigma = 13.399$      | $\Sigma = 58.254$        | $\Sigma = 44.855$           | $\Sigma = 315$ d.     | $\Sigma = 1.16$ g.      |
| Promedio                                 | $\bar{X} = 7.125$             | $\bar{X} = 1.674$      | $\bar{X} = 7.28$         | $\bar{X} = 5.6068$          | $\bar{X} = 39.375$ d. | $\bar{X} = .145$ g.     |