



**UNIVERSIDAD POPULAR AUTONOMA
DEL ESTADO DE PUEBLA**

ESCUELA DE ZOOTECNIA

**“ADICION DE ACEITE DE SOYA AL ALIMENTO
DE CERDAS POST-LACTANTES Y SU
INFLUENCIA EN EL TAMAÑO DE LA CAMADA”**

TESIS PROFESIONAL
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
POR
DANIEL VAZQUEZ TOMASINI

1995



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Esta tesis se realizó bajo la dirección del:
Ing. Gerardo Valle Flores.**

**Y la participación como asesores de los:
Ing. Concepción Romero Luna.
Ing. Jorge Luis Galván.**

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme dado la oportunidad de la vida.

A mis Padres:

Ing. Daniel Vázquez Ramírez

Sra. Ma. Luisa Tomasini de Vázquez

Con gratitud y cariño por el esfuerzo y ayuda que recibí de ellos para poder llegar a ser alguien en la vida.

A mi Hermana Claudia:

Por haber compartido su vida conmigo a lo largo de todos estos años.

Gracias.

A mi Novia Laura Elena:

Mil gracias por haberme permitido entrar en tu vida; pero sobre todas las cosas, gracias por todo tu amor y por ser tú, ya que gran parte de lo que ahora soy, te lo debo a tí.

Con afecto a mis Familiares, Amigos y Compañeros, que de alguna u otra manera estuvieron cerca de mí para apoyarme cuando lo necesité.

Y de manera muy especial quisiera dedicar este trabajo a mi madre; con todo el cariño y amor que merece su gran esfuerzo en la construcción de mi porvenir. Gracias por haber estado ahí siempre en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al I.A.Z. Gerardo Valle Flores.

Por todo el apoyo y dedicación que me brindó para la realización del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Jorge Luis Galván.

Por la valiosa ayuda prestada durante el análisis estadístico.

A la I.A.Z. Concepción Romero Luna.

Por la orientación brindada en la estructuración y el formato de este trabajo de tesis.

Al M.V.Z. Carlos Hornedo.

Por la orientación y ayuda prestada a lo largo de todo el trabajo de campo.

Al M.V.Z. Alvaro Salgado R.

Por su valiosa sugerencia y por haberme tomado en cuenta para participar en la realización de este experimento.

A la Granja porcina "Los Naranjos".

Por las facilidades otorgadas que permitieron llevar a buen término el trabajo de campo.

A Laura E. Muñoz Andrade.

Por la ayuda incondicional prestada en la escritura y realización del presente trabajo.

A la familia Muñoz Andrade.

Por las facilidades otorgadas para la elaboración e impresión del presente trabajo.

A todos mis Maestros.

Porque gracias a su enseñanza ahora puedo hacer frente a la vida, tanto como persona y como profesional.

A todas las personas que directa o indirectamente influyeron en la realización de este trabajo.

INDICE

CAP. I: INTRODUCCION.....	1
CAP. II: REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Efecto de la alimentación.....	4
2.2. Efecto de la edad y número de parto.....	9
2.3. Efecto del medio ambiente.....	11
2.4. Efectos reproductivos.....	12
2.5. Efecto del manejo y otros aspectos generales.....	12
2.6. Efecto de los aceites vegetales.....	13
CAP. III: MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. Medio físico y geográfico.....	15
3.2. Descripción y tipo de instalaciones.....	16
3.3. Manejo de los animales.....	17
3.4. Descripción de las unidades experimentales.....	17
3.5. Tipo de alimento.....	18
3.6. Tratamiento.....	20
CAP. IV: RESULTADOS.....	23
4.1. Nacidos vivos para cerdas de segundo parto.....	23
4.1.1. Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de segundo parto.....	24
4.2. Nacidos vivos para cerdas de tercer parto.....	25
4.2.1. Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de tercer parto.....	26
4.3. Nacidos vivos para cerdas de cuarto parto.....	27
4.3.1. Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de cuarto parto.....	28
4.4. Nacidos vivos para cerdas de quinto parto.....	29
4.4.1. Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de quinto parto.....	30
4.5. Nacidos vivos para cerdas de sexto parto.....	31
4.5.1. Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de sexto parto.....	32

CAP. V: DISCUSION.....	33
5.1. Lechones nacidos vivos.....	33
5.2. Intervalo de días post-destete y siguiente concepción.....	34
CAP. VI: CONCLUSIONES.....	37
CAP. VII: RESUMEN.....	38
CAP. VIII: BIBLIOGRAFIA CITADA.....	40

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Ingredientes utilizados en la elaboración de las dos raciones.	18
2	Contenido de nutrientes de ambas raciones	19
3	Tratamientos utilizados en el experimento	21
4	Aporte de nutrientes de la ración del tratamiento uno (T1)	22
5	Aporte de nutrientes de la ración del tratamiento dos (T2)	22
6	Nacidos vivos para cerdas de segundo parto en los diferentes tratamientos	23
7	Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de segundo parto en los diferentes tratamientos	24
8	Nacidos vivos para cerdas de tercer parto en los diferentes tratamientos	25
9	Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de tercer parto en los diferentes tratamientos	26
10	Nacidos vivos para cerdas de cuarto parto en los diferentes tratamientos	27
11	Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de cuarto parto en los diferentes tratamientos	28
12	Nacidos vivos para cerdas de quinto parto en los diferentes tratamientos	29

13	Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de quinto parto en los diferentes tratamientos	30
14	Nacidos vivos para cerdas de sexto parto en los diferentes tratamientos	31
15	Días post-destete y siguiente concepción para cerdas de sexto parto en los diferentes tratamientos	32

I. INTRODUCCION

En décadas pesadas las explotaciones porcinas existentes, eran principalmente de tipo familiar muy rústicas, en las que no había medidas de control en cuanto a higiene, sanidad, genética, manejo y utilización de registros; y por ello nunca se iba a lograr un elevado nivel de productividad. En la misma forma, la producción porcina era poco tecnificada y se destinaba un capital limitado; así mismo, había pocos niveles de productividad los cuales se debían principalmente a razas y mejoramiento genético deficientes que traen como consecuencia baja conversión alimenticia, prolificidad y fecundidad no tan óptimas.

Pero en la actualidad la industria porcina está siendo objeto de una importante transformación debido a la necesidad de adoptar medidas inmediatas para hacer frente a todos los factores que influyen en la productividad, y que han ocasionado que sea necesario ser cada día más eficiente. Una de las áreas que más impacto tiene, es lo referente a la eficiencia reproductiva. En 1968 Hafez, citado por Villegas, menciona que la respuesta para el mejoramiento de la fecundidad consiste en aplicar conocimientos que nos den una visión directa de cuales son las fallas en la reproducción, ya que en muchos de los métodos, todo el conjunto de procedimientos está intrínsecamente ligado con la participación que el hombre pueda tener.

Algunos de los principios de fisiología reproductiva que en muchas ocasiones no son llevados correctamente a la práctica, incluyen aspectos como la falla para detectar las hembras en calor. La adopción de ciertas prácticas y nuevos sistemas de manejo pueden tener consecuencias ya sean benéficas o negativas en la eficiencia reproductiva; algunas de éstas prácticas que usualmente son más manejadas son las siguientes:

La inseminación artificial, el destete temprano, el uso de compuestos hormonales y el efecto de la alimentación después del destete.

Es por ello que en el presente trabajo se busca hacer ver la importancia que puede tener la energía; hablando de hembras exclusivamente, y en el caso particular, de hembras recién destetadas, para aumentar el número de óvulos

desprendidos durante su ciclo estral y que, represente por tanto, el tamaño potencial de la camada de aquel estro.

Dentro de la productividad de una granja porcícola, la reproducción tiene un porcentaje de influencia bastante elevado y junto con la alimentación, son los que más influyen. Y es que son los lechones nacidos vivos el más importante requisito que se debe cubrir para la producción porcina; ya que si las cerdas fallan a la hora de reproducirse, lo más seguro es que el productor esté pronto fuera del negocio. Una crusa perfecta nos involucra a los mejores genes en el mundo, un bajo valor de estos genes nos puede resultar que no haya una satisfactoria unión del espermatozoide y el óvulo, y por lo tanto el porcentaje de nacidos vivos sea bajo. Investigaciones realizadas nos muestran que la mortalidad embrionaria va de un 25 a un 40%; y que de un 25 a un 30% de los lechones nacidos vivos mueren antes del destete; aunado a esto, el 15% de todas las cerdas servidas fallan a la hora de producir camadas.

Ciertamente, hay muchas causas que influyen en las fallas reproductivas, pero los científicos concuerdan que raciones nutricionales inadecuadas son las que más directamente afectan. Las revisiones hechas apuntan claramente a tres problemas reproductivos:

- 1) las hembras fallan a la hora de entrar en calor.
- 2) la baja tasa de concepción al primer servicio.
- 3) las pérdidas excesivas al nacimiento durante las dos primeras semanas de edad.

Las investigaciones dan una amplia evidencia de que las verdaderas causas de fallas reproductivas más comunes recaen en la deficiencia de uno o más nutrientes justo antes o inmediatamente después del parto (período crítico); y una de éstas deficiencias, la cual es una de las más importantes, puede llegar a ser el contenido de energía en la dieta.

Por lo tanto, y en base a lo anterior, se planteó el presente trabajo cuya finalidad principal es tratar de evaluar la respuesta que las cerdas post-lactantes puedan tener a un alimento rico en energía, justo antes de que éstas entren al siguiente estro.

Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

1. Comparar la respuesta de dos alimentos, uno más rico en energía que el otro, y la influencia que ambos puedan tener sobre el tamaño potencial de la camada.

2. Evaluar la influencia que ejercen ambos alimentos, sobre el intervalo de días que hay entre el destete y la siguiente concepción.

Esto se pretende lograr afectando los niveles normales de energía en la dieta mediante la adición de aceite de soya para lograr así, un incremento que nos permita evaluar, el efecto directo de dos niveles distintos de ácidos grasos sobre los parámetros reproductivos de las cerdas recién destetadas.

Esto se tratará de corroborar mediante la evaluación de los datos y el hecho de que los resultados cumplan con los siguientes puntos:

- * Un incremento en el tamaño de la camada; es decir, en el número de lechones nacidos vivos por cerda por parto.

- * La disminución del intervalo de días que hay entre el destete y la siguiente concepción.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Efecto de la alimentación.

Un estudio indicó que las cerdas jóvenes alimentadas *ad libitum* presentaban unos ritmos de ovulación más altos en sus primeros y segundos celos que cerdas de edad similar pero solamente alimentadas al 70% *ad libitum*. (Robertson et al. 1951: citado por Hughes y Varley, 1984).

Por otra parte, años más tarde se realizó un estudio similar comparando una dieta *ad libitum* considerada como ALTA con otra *ad libitum*, sólo al 66%, considerada como BAJA. Sin embargo, en este estudio la mitad de las cerdas jóvenes de cada grupo de tratamiento se cambiaron al primer estro a otro plano de nutrición alternativo, proporcionando así cuatro grupos de tratamiento en todos los animales (ALTO-ALTO, ALTO-BAJO, BAJO-ALTO, BAJO-BAJO). Los resultados demuestran que el plan de alimentación ALTO administrado durante solamente tres semanas (entre el primero y el segundo celo) fueron suficientes para producir una mejor respuesta ovulatoria. Se puede afirmar ahora que las cerdas jóvenes y las adultas presentan una respuesta positiva de su ritmo de ovulación cuando se alimentan con un plan considerado como alto. (Self, Grummer y Casida, 1955: citados por Hughes y Varley, 1984).

En investigaciones llevadas a cabo hace algunos años, se utilizaron 3 niveles de dieta después del apareamiento, siendo los de 4.1; 2.4 ó 1.2 kg de alimento/ día (EM 51.2; 30.0; 15.0 MJ) y los resultados parecen demostrar un aumento de la mortalidad a medida en que se incrementa la ingestión de alimentos, éstos resultados son independientes de la dieta antes de la monta. (Dutt y Chaney, 1968: citados por Hughes y Varley, 1984).

En otro experimento realizado años más tarde, se encontró un efecto similar al del experimento de Dutt y Chaney, pero en una situación más extrema cuando ponen en ayuno a cerdas jóvenes durante 24 - 48 ó 72 horas después del apareamiento. Los resultados demostraron que ayunos más prolongados mejoraron significativamente los índices de supervivencia embrional cuando se

les compara con los del grupo control. Estos resultados permitieron concluir que mientras el nivel de alimentación antes del apareamiento debe ser alto para asegurar un buen índice de ovulación, las dietas posteriores deben ser un poco inferiores ya que la ingestión de dietas con alta energía parece tener un efecto negativo sobre la supervivencia embrional. (Ray y Mc Carty, 1965: citados por Hughes y Varley, 1984).

Un incremento en la energía (glucosa) durante las dos semanas anteriores a la monta, está asociado con un incremento de 2 a 3 en el total de óvulos liberados. Esto también ha sido observado en cerdas alimentadas con un exceso de energía justo antes del estro post-lactación. (Hardy y Lodge, 1969: citados por Hughes y Varley, 1984).

Bowland (1964) dice que la pérdida de peso de la cerda durante la lactación puede ser disminuida mediante la adición de algún aceite ó grasa (ya sea vegetal o animal) a la dieta. La razón de porqué esto se presenta, es debido a que los ácidos grasos en la dieta son directamente utilizados para la síntesis; lo cual es más eficiente y ayuda más a esta síntesis que si utilizáramos una dieta con carbohidratos. En un estudio hecho se mostró que la adición de 10% de grasa (para aportar el 20% de la energía en dietas durante la reproducción) no tiene efecto significativo en la tasa de concepción, número ó peso de lechones nacidos vivos ó destetados.

En otros experimentos hechos y que están relacionados con el ritmo de ovulación, Pike y Boaz (1967) observaron que cerdas alimentadas con dietas voluminosas (3.6 kg/día) antes del apareamiento, comparándolo con dietas poco voluminosas (1.8 kg/día), lograban aumentar el ritmo de ovulación de una manera significativa. Este efecto se observó sólo aparentemente en cerdas delgadas.

Investigaciones hechas a principios de los setentas, presentaron una escala de necesidades alimenticias entre el destete y el apareamiento y su influencia en el ritmo de concepción. Un nivel de alimentación de 1.8 kg/día se relacionó con un descenso del 12.5% del ritmo de la concepción al compararlo con el que se presentaba con un régimen de 3.6 kg/día.

Estos mismos autores, en estudios posteriores lograron encontrar un efecto significativo de la escala de alimentación desde el destete al nuevo estro sobre el intervalo de aparición del estro y así encuentran que en las cerdas jóvenes que reciben en éste período 1.8 kg/día presentan el estro a los 21.6 ± 3 días, mientras que las que se alimentan con 3.6 kg/día el período se acorta a 9.2 ± 2 días. Esta observación no está de acuerdo con los trabajos de Clark et al. (1972) y Dyck (1961) ya que ellos no encontraron efecto del nivel de alimentación sobre el intervalo destete-estro. (Brooks y Cole, 1972: citados por Hughes y Varley, 1984).

Anderson y Melampy (1972); al hacer una revisión de los trabajos de Self, Grummer y Casida (1955), (véase Hughes y Varley, 1984) trataron de encontrar que sucedía con el ritmo de ovulación si ese plan de alimentación alto (en relación a cantidad de alimento) se reducía a menos de 21 días. En la revisión de 39 trabajos, llegaron a la conclusión de que la duración óptima del plan de alimentación alto antes del estro es de 11-14 días.

En un trabajo hecho con 76 cerdas durante tres ciclos reproductivos; Frobish et al. (1978), investigaron el efecto del consumo de energía sobre la eficiencia reproductiva en cerdas utilizando cuatro tratamientos con 3.0, 4.5, 6.0 y 7.5 Mcal EM/día. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en el número de lechones nacidos vivos al parto, pero de acuerdo a las condiciones prevalecientes en el experimento, parece que un consumo entre 5 y 6 Mcal EM/día es suficiente para una reproducción normal.

Vermedahl et al. (1969); con 92 cerdas primerizas en dos experimentos, estudiaron los efectos del consumo de energía de la madre durante la gestación sobre la eficiencia reproductiva. A los animales se les dividió en dos grupos y al primero se le dió una ración de 1.36 kg que proporcionaba 4400 kcal EM/día, al segundo grupo se le suministraron 2.27 kg/día que proporcionaba 7300 kcal EM/día. Se evaluó el número de lechones nacidos vivos por camada y el peso promedio al nacimiento de lechones vivos (kg) arrojando los siguientes resultados: 8.4 y 1.27 kg para el grupo 1. En el experimento dos los valores para los mismos parámetros fueron: 9.3 y 1.35 kg. En cerdas alimentadas con bajo nivel de energía se presentó menor número de lechones nacidos vivos y

pesos menores al nacimiento que los lechones provenientes de madres de nivel alto de energía.

Un estudio hecho con 124 cerdas durante tres ciclos reproductivos, estimó el efecto del nivel de energía metabolizable durante la gestación sobre la productividad de la cerda. Los niveles de energía utilizados fueron: 4.0, 5.0, 6.0 y 7.0 Mcal de EM. Los pesos iniciales promedio de las cerdas fueron aproximadamente iguales. Se observó una respuesta lineal significativa en la ganancia de peso hasta el día 110 de gestación, éstas ganancias oscilaron desde 14.9, 2.8, 3.8 y 35.5 Kg para las cerdas que recibieron 4.0, 5.0, 6.0 y 7.0 Mcal de EM/día respectivamente; esto estuvo significativamente correlacionado con el número de lechones nacidos vivos ya que cerdas que ganaron más peso durante la gestación tendieron a aumentar en el número de lechones nacidos vivos por camada. (Libal y Wahlstrom, 1977: citados por Gómez, 1984).

Otro trabajo hecho durante los últimos años para cerdas en gestación, cita que los requerimientos de energía para estos animales han sido reducidos de una manera muy marcada. Las investigaciones muestran que la utilización de energía por parte de la cerdas puede ser mejorada si se permiten ganancias moderadas de peso durante la gestación y posteriormente incrementando la cantidad total de alimento proporcionada durante la lactación (principalmente en las últimas dos semanas antes del destete).

Este mismo autor cita que una excelente dieta adecuada en energía, vitaminas, minerales, y proteína puede ser proporcionada durante la época de monta. Esta dieta puede ser la misma que se usa durante el período de gestación o de lactación. La práctica del flushing, cuyo principal objetivo es proporcionar a las cerdas una ganancia de peso justo antes de la monta, puede tener su efecto más benéfico si se lleva a cabo 21 días antes del período de monta; todo esto está sustentado por estudios experimentales. El flushing incrementa el número de óvulos producidos por la cerda en la época de monta, lo cual repercute en un incremento en el tamaño de la camada.

El rango de ganancia deseado dependerá de la condición y el tamaño de la cerda. Si éstas están en prósperas condiciones, es decir ni tan delgadas ni tan gordas, las cerdas podrán tener una ganancia de aproximadamente 1 libra por día justo antes del período de monta. Las cerdas que mejor responden al flushing son aquellas que vienen demasiado delgadas después de la lactación;

es por ello que la extra-alimentación ó la alimentación rica en energía evidentemente estimula tanto el sistema endócrino como el reproductivo para que éstos tengan una mayor actividad. (Cunha, 1977).

Ya en estudios más recientes hechos por Hughes y Varley (1984), se cita que el componente más relacionado con las variaciones del ritmo de ovulación es el nivel de energía que recibe la cerda y éste es el factor responsable de las principales alteraciones en el ritmo de la ovulación. Los efectos de la energía dietética sobre el ritmo de la ovulación se pueden considerar en dos categorías: efectos a largo plazo que relacionan la fase prepuberal, el ciclo estral y el destete con el estado de nutrición y efectos a corto plazo resultantes de la manipulación de la energía de la dieta durante ó alrededor del tiempo en que se manifiesta el estro.

Estos mismos autores mencionan que parece que existen dos principales factores que influencian el efecto "flushing" : el momento en que se efectue el aumento de la dieta y el nivel basal que de la misma exista. Parece razonable pensar que un flushing a corto plazo tiene poco efecto sobre la cerda ya que el ritmo de ovulación excede con creces los requerimientos; aunque ya se ha indicado también que cualquier limitación al tamaño de la camada debida a bajo ritmo de ovulación es más probable que aparezca en la cerda joven que en la adulta.

El ritmo de ovulación que puede obtenerse por el llamado flushing de la cerda durante un estro anterior al apareamiento, considerándose adecuada la administración de 3-4 kg/día (de una ración convencional para la cerda siempre que proporcione aproximadamente 3.1 Mcal de EM/kg y 14% de proteína bruta. Por otro lado, el flushing se puede introducir entre la pubertad y el segundo estro, puesto que ésto produciría un ritmo de ovulación dentro del margen citado de 12-14 óvulos.

El flushing se recomienda también para la cerda en el corto período de tiempo desde efectuado el destete hasta la nueva monta. Esto puede no ser necesario para la mayoría de las cerdas, ya que el ritmo de la ovulación será mayor que el preciso, pero es una buena medida para los casos en que una cerda ocasionalmente pueda mostrar un ritmo de ovulación bajo si no existe flushing. Además, la cerda, cuando se efectúa el destete de sus crías, tiende a estar en bajas condiciones con lo que un suplemento nutricional en este período puede contribuir a restaurar su condición y retornar al estímulo estral.

Finalmente, el nivel de alimentación aconsejable para la cerda durante éste período debe ser de aproximadamente 3-4 kg al día.

2.2. Efecto de la edad y número de parto de la cerda.

Otro de los efectos que llegan a influir en la presentación del estro en cerdas recién destetadas es aquel relacionado con la edad y el número de parto del animal; ya que éstos influyen directamente en el número de óvulos desprendidos. Con respecto a este tema se han hecho diversas investigaciones y encontrado resultados diferentes; por lo que es conveniente citar diferentes puntos de vista para tener un criterio más amplio a la hora de analizar los resultados.

Un estudio muy antiguo nos demuestra claramente que el número previo de partos sobre el ritmo de ovulación está bastante influenciado, ya que presenta un considerable aumento sobre los primeros cuatro partos alcanzando una meseta en el sexto parto. Aparentemente no hay disminución del ritmo de ovulación en la vida posterior de la cerda, aunque el tamaño de la camada se reduzca como resultado de un incremento por la mortalidad embrionaria. (Perry, 1954: citado por Hughes y Varley, 1984).

En otros estudios hechos al respecto se ha deducido que a medida que aumenta el número de partos aparece un retorno más consistente a los estros y se ha podido observar que las cerdas jóvenes cuyas crías se habían destetado inmediatamente después de su primer parto, el 25.4% de ellas retornaron al estro a los 9 días de haber practicado el destete mientras que esa cifra se elevaba al 55.3% al hacerlo después del sexto o más partos (Du Mesnil du Buisson, 1968).

Por otra parte, en otros experimentos hechos con dos razas diferentes de cerdas, se ha encontrado que las cerdas raza Yorkshire retornan al estro más rápidamente que la raza Lacombe, con diferencias significativas entre estas y otras razas. (Dyck, 1972: citado por Hughes y Varley, 1984).

Otro experimento que corrobora lo hecho por Dyck (1972), se llevó a cabo meses más tarde; en esta prueba se encontró que la raza Yorkshire tiene un intervalo de 5.1 días entre el destete y el siguiente estro; cifra que es similar a la dada por Dyck (1972). (Clark et al. 1972: citados por Hughes y Varley, 1984).

Aumaitre, Pérez y Chauvel (1965); concuerdan que a medida que aumentan el número de partos de 1 a 6 ó más, el intervalo desde el destete a la concepción siguiente disminuyó desde 28.3 a 17.6 días.

- Buitrago et al. (1974); con 84 animales investigó el efecto de consumo de energía en la gestación sobre la eficiencia reproductiva en cerdas de primer parto. Formó tres grupos de cerdas alimentadas individualmente con 2.2 (bajo), 5.1 (medio) y 8.0 (alto) Mcal de energía digestible por día de la monta al parto.

Conforme el nivel de energía aumentaba, la ganancia de peso neta de las cerdas aumentó proporcionalmente, pero el porcentaje de pariciones y el número de lechones nacidos por camada no fueron afectados significativamente por el tratamiento durante la gestación.

En experimentos más recientes, Hughes y Varley (1984), han encontrado también que el ritmo de ovulación puede que sea un factor limitante primario del tamaño de la camada en la cerda joven (que tenga de 1 a 4 partos). Esto sucederá, casi con toda seguridad, cuando el ritmo de ovulación sea inferior a 12-14 óvulos. Esta cifra de 12-14 se considera como un óptimo arbitrario para las cerdas jóvenes, aunque el tamaño de la camada de la cerda joven es capaz de producir se reduce de 10 a 12 por limitaciones maternas. Es por ello que el método de incrementar el ritmo de ovulación mediante la técnica del flushing, es el método más efectivo sobre todo para el caso de las cerdas jóvenes cuando se aplica en el curso de un ciclo antes del apareamiento. Utilizando ésta técnica el número de ciclos estrales que la cerda precisa tener antes de dedicarse a la cría (con el fin de elevar el ritmo de ovulaciones a nivel preciso) puede reducirse. Por otra parte, este sistema no sólo ahorra tiempo sino también reduce el costo de alimentación en el reemplazamiento de hembras dado que los requerimientos nutritivos en 1 ó 2 ciclos estrales se evitan a expensas de un mayor aporte alimenticio en ese ciclo preciso.

Otros estudios citan que dentro de los factores que afectan la tasa de ovulación y el número de óvulos liberados en un estro sencillo, es la edad de la hembra, ya que este se incrementa a lo largo de los primeros cuatro ó cinco ciclos estrales; así como también se hace notar que hembras que se montan en su primer estro tienen un menor porcentaje en el tamaño de la camada que aquellas que son montadas en sus estros subsecuentes. Esto es debido a que la tasa de ovulación se incrementa con la progresiva madurez de la hembra; hembras de primer parto usualmente dan menos lechones de lo que pueden dar en partos subsecuentes (Pond, 1984).

2.3. El efecto del medio ambiente.

Este efecto es importante citarlo ya que afecta directamente el estado corporal y de tensión del animal, pudiendo así afectar los resultados de cualquier prueba que se quiera hacer con animales domésticos. Sobre este aspecto se han hecho algunos estudios.

Por ejemplo, Du Mesnil du Buisson y Signoret (1968), han encontrado que los efectos estacionales sobre el intervalo destete-estro son, en parte, un efecto de la temperatura ya que en los meses más fríos del año hay una respuesta más inconstante, medida por el porcentaje de cerdas que retornan al estro dentro de un tiempo determinado.

Dos años después de haberse llevado a cabo la prueba citada anteriormente, otro autor cita que altas temperaturas ambientales (33° C) reducen la tasa de ovulación, pero no tienen efecto en el largo del ciclo estral. (d' Arce et al. 1970: citados por Villegas, 1982).

Finalmente, Legault, Dagorn y Tastu (1965), encontraron también que el valor medio de todos los valores sobre la respuesta al intervalo destete-estro por efecto de la temperatura, es más bajo para los meses de invierno que para los de verano.

2.4. Efectos reproductivos.

Sobre este aspecto se ha confirmado que cuando se desprenden en la ovulación un número excesivo de oocitos existe un descenso en la proporción de estos que se desarrollan; normalmente, inmediatamente después de la fertilización y el porcentaje de huevos fertilizados desciende a alrededor del 84% para ritmos de ovulación del orden de 37 óvulos.(Hunter, 1966: citado por Hughes y Varley, 1984).

Pond y Maner (1984), mencionan que las cerdas no ovulan normalmente durante la lactación, sin embargo, ellas muestran estro durante el primer día ó dos después del parto. El estro usualmente ocurre unos pocos días después de que los lechones son recién destetados. Cuando los lechones son destetados a las 5 semanas de edad, el estro usualmente ocurre en menos de una semana; cuando los lechones son destetados más temprano, usualmente el intervalo es más largo. La iniciación del estro y la ovulación después del destete parece estar asociado con cambios en la producción del factor liberador de la gonadotropina del hipotálamo de la cerda.

2.5. Efecto del Manejo y otros aspectos generales.

Hughes y Varley (1984); utilizan el término ritmo de ovulación para describir el número de óvulos desprendidos en cualquier ciclo estral; que representa, por tanto, el tamaño potencial de la camada de aquel estro, aunque, posteriormente al desprendimiento existen pérdidas notables como consecuencia de fallos en la fertilidad y mortalidades durante la gestación.

Ellos mismos citan que el ritmo de ovulación está influenciado por dos grupos principales de factores: los propios del animal como la edad y el genotipo y los factores intrínsecos generales, tales como el estado de nutrición y ambiente externo.

En estudios realizados posteriormente se encontró que cuando los lechones son destetados a las 3 ó más semanas de edad, es generalmente más adecuado hacer las montas en el primer calor después del destete (Vermedahl, 1969).

Ellos mismos citan, que la baja fertilidad en cerdas es más comunmente atribuida a factores tanto hereditarios como del ambiente; y la máxima fertilidad depende principalmente del número de óvulos desprendidos a la hora del estro. Esto está íntimamente relacionado con el número de lechones producidos, el cual se incrementa conforme aumenta la edad de la cerda.

La práctica de alimentar a las cerdas de una manera más libre a modo de que ellas puedan ganar pesos de 0.5 a 0.7 kg diarios una a dos semanas antes de la época de cubriciones es lo que comunmente se conoce como "flushing".

Esto usualmente se caracteriza por el incremento en la concentración de la ración aproximadamente de 0.9 kg por animal / día. Algunos de los efectos benéficos que se le atribuyen a ésta práctica son: "Más óvulos son desprendidos, lo que resulta en camadas más grandes; "Las hembras vacías entran en calor más rápidamente; y "La concepción es más segura. Es de importancia mencionar que si las cerdas están demasiado gordas, el flushing será muy poco benefico. (Vermedahl 1969).

2.6. Efecto de los aceites vegetales.

Al hablar sobre los aceites vegetales, Pond y Maner (1984) mencionan que estos productos son obtenidos mediante la extracción de aceite de semillas ó frutas comunmente procesadas para la alimentación humana. Estas deben contener no menos del 90% del total de ácidos grasos, no más del 2% del material insaponificable y no más del 1% del material insoluble. Cuando se vaya a utilizar cualquiera de estos aceites se debe especificar la fuente.

El principal nutriente aportado tanto por grasas como por aceites es energía, y su contenido de calorías es aproximadamente 2.25 veces más que el de los carbohidratos y proteínas. Es por ello que para incrementar la concentración de energía en las dietas para cerdos, es comunmente usado el aceite y las grasas ya que un incremento en la densidad calórica de la dieta resulta en un menor consumo total de alimento por el animal además de que una deficiencia de proteínas y otros nutrientes puede resultar si el contenido de grasa en la dieta no es el adecuado.

Por otra parte, en una revisión de 31 comparaciones hechas en Canadá, Dinamarca y Estados Unidos; se encontró en 25 de ellas que alimentando con aceites a cerdas durante la lactación, se incrementaba la tasa de sobrevivencia en un porcentaje de 2.6%, lo cual resultaba en un incremento en el tamaño de la camada de 0.3 lechones al destete. Experimentos individuales en algunos casos muestran grandes incrementos en la tasa de sobrevivencia especialmente en cerdos pequeños debido a la adición de aceite a la dieta de la cerda durante la lactación. (Moser y Lewis, 1973: citados por Gómez, 1984).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Medio Físico y Geográfico

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Tenex-tepec, municipio de Atlixco; localizado en la parte centro-oeste del estado de Puebla con coordenadas geográficas de 18° 49' 30" y 18° 58' 30" de latitud norte y los meridianos 98° 18' 24" y 98° 33' 36" de longitud occidental y una altitud de 1840 m.s.n.m.

El territorio del municipio presenta la transición entre los climas templados del norte del estado y los cálidos del sur; presentando dos variantes importantes: climas templado y cálido.

La temperatura media anual oscila entre los 18 y 22° C con lluvias en verano. La temperatura del mes más frío es mayor de 18° C.

La precipitación del mes más seco es menor a los 60 mm; hay lluvias invernales con respecto a las anuales menor de 5%. Este clima es el que ocupa la mayor parte del municipio. La precipitación media anual es de 849.6 mm siendo la del mes más alto de 178.7, correspondiente al mes de septiembre, y la más baja de 1.9, correspondiente al mes de diciembre.

La mayor parte de las zonas planas del municipio están dedicadas a la agricultura de riego, constituyendo un área enorme, y en donde se siembra tanto en cultivos anuales como semipermanentes. Al noroeste del municipio se ha introducido agricultura temporalera que básicamente es de subsistencia; estos suelos no son aptos para estas actividades por lo que tienden a agotarse por este mal uso. Aún subsisten pequeñas áreas al norte y noreste, ocupadas por cerros y pinos y que son testigos de la vegetación natural.

Por último, podemos citar que existen pequeñas áreas de pastizal inducido así como algunos matorrales encinosos al sureste.

El lugar donde se llevó a cabo el experimento fue en una explotación intensiva conocida como granja "Los Naranjos" ; la cual está ubicada en el municipio antes señalado. Esta granja está situada en una superficie total de dos hectáreas y se encuentra dividida en varias áreas de producción.

3.2. Descripción y tipo de instalaciones

Entre las diversas áreas que podemos encontrar en la granja podemos citar:

1) Una nave de hembras vacías; la cual está constituida por 8 corrales separados entre sí cada uno de ellos con su propio comedero y bebedero; y capaces de sostener hasta cinco hembras por corral.

2) El área de gestación; la cual es la segunda más grande en extensión y consta de 3 naves separadas y completamente independientes; cada una de las cuales esta compuesta de jaulas individuales con comedero y bebedero propio. En esta área se localizan a las cerdas que se encuentran cargadas y, dependiendo de su estado y fase de gestación tenemos que en la nave 1 encontramos cerdas que están en el primer tercio de la gestación; en la nave 2 encontramos cerdas que están en el segundo tercio de la gestación y, por último, en la nave 3 hay cerdas que están en el último tercio de la gestación.

La alimentación en esta área es mecánica a través de un tubo provisto de un tornillo sin fin que alimenta a todas y cada una de las jaulas individuales.

3) Un área de maternidad; en esta sección encontramos jaulas individuales donde las cerdas pueden ser atendidas con toda comodidad una a la vez y sin necesidad de tener que molestar al resto de las cerdas que completan el lote. Esta área consta de dos naves cada una de las cuales está separada en tres secciones con 15 jaulas individuales cada sección por lo que en cada nave podemos sostener a 3 lotes diferentes. Aquí la alimentación es manual y el trabajador pasa con una carretilla jaula por jaula para alimentar a cada una de las cerdas. Dependiendo de la fase de lactación en que se encuentren, es la cantidad de alimento suministrado.

4) El área de destete; aquí podemos observar 2 naves completamente independientes. Una de ellas conocida como destete caliente y a donde llegan los lechones recién destetados; y la otra conocida como destete frío en donde se pasan los lechones que han cumplido las 8 semanas de vida.

5) El área de finalización y engorda; aquí los cerdos permanecen durante 4 meses más para posteriormente ser comercializados.

El sistema de cruce empleado en la granja es mediante monta directa; para ello se cuenta con un rodete de montas en donde diariamente se llevan a cabo todas las cruces.

3.3. Manejo de los animales

Es bueno citar el manejo que se tiene en las áreas en las cuales se puede influir en el resultado del experimento. Es por ello que mencionaremos el manejo de los animales tanto en el área de maternidad hasta que salen de ella; pasan al corral de hembras vacías y vuelven a quedar cargadas.

Primeramente, se transporta a las hembras al área de maternidad aproximadamente una semana antes de la fecha probable de parto. ya estando situadas cada una de ellas en sus parideros individuales se les suministra agua a libre acceso durante el tiempo que van a permanecer ahí y una ración de alimento elaborado en la misma granja a razón de 3.5 kg (durante la primera semana de lactancia) hasta alcanzar los 4.5 kg diarios cuando llegan a la cuarta y última semana de lactancia.

En el momento del parto, cada una de las cerdas es atendida individualmente; un trabajador recibe a los lechones y los limpia perfectamente con un paño mojado con agua caliente y desinfectado, para posteriormente proceder al cortado y amarrado del ombligo. Los lechones permanecen con la madre con un lapso de 4 semanas (28 días) para luego ser destetados.

El manejo de la hembra posterior al destete no es muy complicado: esta es sacada del área de maternidad y transportada a los corrales de vacías que se encuentran situados junto a dichas naves. El día que las cerdas son transportadas se les suspende el alimento y se vuelve a suministrar al medio día del día siguiente. Aquí la distribución del alimento es manual y tanto el suministro de agua como de alimento es a libre acceso; esto se hace con el objeto de recuperar a las cerdas que vienen con un estado fisiológico de carne bajo, además de que se busca que entren en calor más rápidamente.

3.4. Descripción de las unidades experimentales

Los animales que se utilizaron en el experimento son hembras Yorkshire puras; así como también hembras F1, producto de la cruce de hembras Yorkshire con sementales Hampshire.

La prueba se le realizó a un total de 50 cerdas, las cuales fueron divididas en lotes diferentes de prueba dependiendo del número de parto de cada una de ellas.

3.5. Tipo de alimento

El alimento utilizado y con el cual se llevó a cabo la prueba, fue el que usualmente se estaba suministrando a las cerdas lactantes pero con la diferencia de que este alimento fue tratado añadiéndole 15 kgs de aceite de soya comercial por tonelada de alimento elaborado. La ración fue hecha dentro de la misma granja mediante el uso de una revolvedora en la cual se vertían todos los ingredientes y se mezclaban.

Los ingredientes que componían la ración eran los siguientes:

1) **Sorgo**; proveniente de las cosechas obtenidas en la región agrícola de Atlixco, Pue.

2) **Pasta de Soya**; el cual es un subproducto de la extracción del aceite.

3) **Salvado**; adquirido en la ciudad de Puebla directamente de la Harinera "El Paraíso".

4) **Premezcla**; elaborada especialmente con el balanceo adecuado de vitaminas y minerales para la granja; ésta es hecha en una casa comercial.

5) **Aceite de Soya**; éste fue adquirido en la aceitera "El Paraíso" y se obtenía de todo aquel sobrante del aceite procesado que se consideraba como de segunda categoría.

Todos estos ingredientes se encontraron mezclados en la siguiente proporción:

CUADRO 1. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE LAS DOS RACIONES

ALIMENTO DE LACTANCIA (1) (Cálculo para 1 Ton)	ALIMENTO DE TRATAMIENTO (2) (Cálculo para 1 Ton)
685 Kg Sorgo	670 Kg Sorgo
165 Kg Soya	165 Kg Soya
70 Kg Salvado	70 Kg Salvado
50 Kg Premezcla	50 Kg Premezcla
30 Kg Aceite	45 Kg Aceite

Al hacer un análisis de ambas raciones, podemos encontrar diferencias con respecto a los análisis de los alimentos reportados en la literatura. Estas variaciones son porque los datos reportados en las publicaciones son sintetizados o actualizados; además de que hay que tomar en cuenta que en cada explotación específica se elaboran las raciones dependiendo también más al gusto del nutriólogo encargado de llevarlas a cabo.

Existen otras variaciones que son influenciadas por factores tales como la forma de cultivar, la variedad del grano, el clima, las condiciones del suelo, condiciones de almacenamiento de la materia prima así como también el tipo, raza y nivel nutricional de los animales usados.

Por ello, es pertinente presentar un cuadro donde se desglosa el contenido en nutrientes de las dos raciones que se utilizaron en el experimento.

CUADRO 2.
CONTENIDO DE NUTRIENTES DE AMBAS RACIONES

	RACION (T1)	RACION (T2)
ENERGIA (Kcal/kg de EM)	3217	4245
PROTEINA CRUDA (%)	15.2	14.9
CALCIO (%)	0.78	0.77
FOSFORO (%)	0.63	0.62

La ración ya terminada fue suministrada a las cerdas por un lapso de dos semanas:

* La última semana de lactación.

* La 1era. semana del período post-destete y el siguiente estro.

En la primera semana de tratamiento el alimento se brindaba tres veces al día; a las 9:00 AM, a la 1:00 PM y a las 5:00PM. Cada una de las tomas era de 1.5 kgs por lo que cada cerda consumía 4.5 kgs/día.

Durante la segunda semana las cerdas consumían el alimento a libre acceso hasta el día en que quedaban cargadas y eran trasladadas a la nave de hembras gestantes.

Durante las dos semanas que duró el tratamiento la toma de agua fue *ad libitum*.

3.6. Tratamiento

Las cerdas serán objeto de un tratamiento similar al Flushing; esto consiste en aumentar el nivel de alimentación 14 días antes del apareamiento y reducir nuevamente dicha alimentación a los niveles de restricción normales inmediatamente después del apareamiento. El tratamiento lo que va a cambiar principalmente es el nivel energético de la ración.

Todo este tratamiento fue llevado a cabo en dos etapas:

- La primera etapa consistió en suministrarle a los animales el alimento tratado con el aceite durante su última semana de lactancia y la semana posterior al destete para posteriormente hacer la cruce justo cuando entraran en calor.

Esta primera fase inició el día 7 de septiembre de 1993 y finalizó el 20 de octubre del mismo año.

En este lapso de tiempo se alimentaron y se cargaron un total de 50 cerdas, las cuales se dividieron en 5 lotes con un número diferente de cerdas en cada uno de ellos; ya que el número de unidades experimentales fue diferente para cada lote debido a la disponibilidad que se tuvo de las cerdas dependiendo de su número de parto. Posteriormente se dejó pasar el período de gestación de todas las cerdas que se habían incluido en el tratamiento para luego iniciar lo que sería la segunda etapa.

- La segunda etapa consistió principalmente en recolectar y registrar los datos del parto de todas y cada una de las cerdas involucradas en el tratamiento.

Esta etapa inició el día 4 de enero de 1994 y finalizó el día 6 de febrero del mismo año; en esta fecha se terminó de recolectar los datos de un total de 46 cerdas que llegaron al final del experimento. Las otras 4 cerdas que no llegaron a la fecha en la que debió haber ocurrido su parto no se contabilizaron. Estas tuvieron que ser retiradas de la prueba por diversas causas:

* Dos de ellas fueron mandadas al rastro.

* Dos más fueron repetidoras y se tuvieron que transferir a otro lote.

El alimento que se suministró a las cerdas tanto para el primero como para el segundo tratamiento presentaba principalmente las siguientes diferencias:

- En el tratamiento 1:
 Por 68.5% de sorgo
 3.0% de aceite de soya
- En el tratamiento 2:
 Por 67.0% de sorgo
 4.5% de aceite de soya

Los tratamientos fueron los siguientes:

CUADRO 3.
TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

TRATAMIENTO No.	SORGO %	ACEITE DE SOYA %	TIPO DE ANIMALES
1	68.5	3	York y F1
2	67	4.5	York y F1

Se compararon los tratamientos 1 vs. 2 para evaluar el nivel de adición del aceite de soya y su influencia sobre el tamaño potencial de la camada. Esto se hizo mediante comparación de medias de los dos tratamientos.

Es importante señalar que los animales involucrados en el tratamiento dos se sometieron a un proceso de adaptación a este alimento, ya que éstas cerdas no estaban acostumbradas a la ingestión de un alimento más rico en energía que el que usualmente consumían.

El período de medición y recolección de resultados duró 32 días, que sumado con el período de suministro de alimento y la etapa de gestación de todas y cada una de las cerdas nos da un total de 153 días (5 meses) de experimento.

El análisis utilizado para la comparación del comportamiento de las dos poblaciones, fue la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante dos muestras aleatorias independientes.

Los datos a tomar en cuenta, por lo tanto, fueron los siguientes:

1. Número de lechones nacidos vivos por camada por cerda.
2. Intervalo de días post-destete y siguiente concepción.

Las raciones empleadas en el presente trabajo fueron dos, las cuales ya fueron citadas con anterioridad pero aquí se describen de una manera más específica:

CUADRO 4

RACION CON 3% DE ACEITE DE SOYA PARA EL TRATAMIENTO 1					
INGREDIENTES	P.C. %	EM Kcal/Kg	Ca %	P %	PROPORCION %
SORGO	6.86	567	0.03	0.18	68.5
PASTA DE SOYA	7.42	545	0.05	0.09	16.5
SALVADO	0.41	22	0.01	0.01	7.0
PREMEZCLA	0.43	—	0.69	0.34	5.0
AC. DE SOYA	0.08	2083	—	0.01	3.0
TOTAL	15.2	3217	0.78	0.63	100
NECESIDADES*	13	3210	0.75	0.60	100

* Requerimientos para animales de la etapa observada, modificada.
(Nutrient Requirements of Swine, 1982)

CUADRO 5

RACION CON 4.5% DE ACEITE DE SOYA PARA EL TRATAMIENTO 2					
INGREDIENTES	P.C. %	EM KCal/Kg	Ca %	P %	PROPORCION %
SORGO	6.57	554	0.02	0.17	67.0
PASTA DE SOYA	7.42	545	0.05	0.09	16.5
SALVADO	0.41	22	0.01	0.01	7.0
PREMEZCLA	0.43	—	0.69	0.34	5.0
AC. DE SOYA	0.12	3125	—	0.01	4.5
TOTAL	14.95	4245	0.77	0.62	100
NECESIDADES*	13	3210	0.75	0.60	100

* Requerimientos para animales de la etapa observada, modificada.
(Nutrient Requirements of Swine, 1982)

IV. RESULTADOS

Los resultados experimentales se muestran a continuación:

1. Número de lechones nacidos vivos (cerdas de segundo parto).

El número de lechones que nacieron vivos para éste lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 6.

**"NACIDOS VIVOS PARA CERDAS DE SEGUNDO PARTO EN LOS
DIFERENTES TRATAMIENTOS"**

TRATAMIENTOS		
REPETICIONES	T2	T1
1	10	12
2	10	9
3	11	12
4	3	11
5	12	12
6	9	6
7	9	12
8	8	10
9		8
10		11
11		12
12		9
13		10
14		9
15		9
16		11

tamaño de muestra	$n = 8$	$m = 16$
media muestral	$x = 9$	$y = 10.1$
varianza muestral	$S^2_x = 7.4$	$S^2_y = 3.05$

Al hacer el ajuste para el caso de varianzas diferentes, obtenemos:

t calculada: $t_0 = -1.1174$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 10 g.l. $t_{0.05, 10} = 1.8125$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo hecho el ajuste para el caso en que se presentan varianzas diferentes, observamos que no existió diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

1.1. Número de días observados en el intervalo post-destete y siguiente concepción (cerdas de segundo parto)

El intervalo de días registrados para este lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 7.

"DIAS POST-DESTETE Y SIG. CONCEPCION PARA CERDAS DE SEGUNDO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	16	5
2	6	14
3	5	5
4	5	5
5	7	5
6	10	4
7	7	5
8	27	6
9		5
10		13
11		6
12		5
13		5
14		6
15		10
16		13
tamaño de muestra	$n = 8$	$m = 16$
media muestral	$\bar{x} = 10.3$	$\bar{y} = 7$
varianza muestral	$S^2x = 57.9$	$S^2y = 11.6$

En este caso encontramos que las varianzas son diferentes por lo que se llevó a cabo un ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -1.1946$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 9 g.l. $t_{0.05, 9} = 1.8331$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo hecho el ajuste respectivo para el caso de varianzas diferentes, observamos que no existió diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

2. Número de lechones nacidos vivos (cerdas de tercer parto).

El número de lechones que nacieron vivos para éste lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 8.

"NACIDOS VIVOS PARA CERDAS DE TERCER PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	8	8
2	10	10
3	10	10
4	13	
5	11	
6	12	
7	11	
8	11	
9	10	
10	13	
11	14	
12	11	
13	12	
14	14	
15	4	
16	10	

tamaño de muestra	$n = 16$	$m = 3$
media muestral	$\bar{x} = 11$	$\bar{y} = 9.3$
varianza muestral	$S^2_x = 7.59$	$S^2_y = 1.33$

En este caso también encontramos que las varianzas son diferentes, por lo que se llevó a cabo un ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -1.7450$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 8 g.l. $t_{0.05, 8} = 1.8595$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo realizado el ajuste correspondiente, notamos que el resultado de éste análisis no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. ($\alpha = 0.05$)

2.1. Número de días observados en el intervalo post-destete y siguiente concepción (cerdas de tercer parto)

El intervalo de días registrados para este lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 9.

"DIAS POST-DESTETE Y SIG. CONCEPCION PARA CERDAS DE TERCER PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	7	22
2	11	6
3	5	5
4	8	
5	6	
6	11	
7	5	
8	8	
9	12	
10	4	
11	6	
12	17	
13	5	
14	6	
15	5	
16	10	

tamaño de muestra	$n = 16$	$m = 3$
media muestral	$x = 7.8$	$y = 11$
varianza muestral	$S^2x = 12.1$	$S^2y = 91$

En este caso también se nota que las varianzas son diferentes, por lo que se llevó a cabo el ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -0.5614$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 3 g.l. $t_{0.05, 3} = 2.3534$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo hecho el ajuste respectivo, observamos que el resultado no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

3. Número de lechones nacidos vivos (cerdas de cuarto parto).

El número de lechones que nacieron vivos para éste lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 10.

"NACIDOS VIVOS PARA CERDAS DE CUARTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

TRATAMIENTOS		
REPETICIONES	T1	T2
1	8	9
2	10	12
3	8	11
4		11

tamaño de muestra	$n = 3$	$m = 4$
media muestral	$x = 8.6$	$y = 10.7$
varianza muestral	$S^2x = 1.34$	$S^2y = 1.57$

En este caso no fue necesario hacer el ajuste para varianzas diferentes.

varianza ponderada: $S^2p = 1.478$

t calculada: $t_0 = -2.2629$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 5 g.l. $t_{0.05, 5} = 2.0150$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, notamos que en el análisis de éstos datos si se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. ($\alpha = 0.05$)

3.1. Número de días observados en el intervalo post-destete y siguiente concepción (cerdas de cuarto parto)

El intervalo de días registrados para este lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 11.

"DIAS POST-DESTETE Y SIG. CONCEPCION PARA CERDAS DE CUARTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	4	6
2	5	7
3	5	23
4		23
tamaño de muestra	$n = 3$	$m = 4$
media muestral	$x = 4.6$	$y = 14.7$
varianza muestral	$S^2x = 0.325$	$S^2y = 90.82$

En este caso encontramos que las varianzas, al igual que en anteriores casos, son diferentes; por lo que se llevó a cabo el mismo ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -2.1147$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 4 g.l. $t_{0.05, 4} = 2.1318$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, observamos que en el análisis de estos datos sí se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

4. Número de lechones nacidos vivos (cerdas de quinto parto).

El número de lechones que nacieron vivos para éste lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 12.

"NACIDOS VIVOS PARA CERDAS DE QUINTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	15	11
2	11	9
3	8	10
4	10	9
5		12
6		9
7		8
8		8
9		10
10		8

tamaño de muestra	$n= 4$	$m= 10$
media muestral	$x = 11$	$y = 9.4$
varianza muestral	$S^2x = 8.65$	$S^2y = 1.82$

Aquí también se nota el caso de varianzas diferentes, por lo que se llevó a cabo el ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$t \text{ calculada: } t_0 = 1.0450$$

$$t \text{ de tablas } (\alpha= 0.05) \text{ y } 4 \text{ g.l. } t_{0.05, 4} = 2.1318$$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo hecho el ajuste correspondiente, se observa que en éste análisis no existió diferencia significativa entre los tratamientos. ($\alpha= 0.05$)

4.1. Número de días observados en el intervalo post-destete y siguiente concepción (cerdas de quinto parto)

El intervalo de días registrados para este lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 13.

"DIAS POST-DESTETE Y SIG. CONCEPCION PARA CERDAS DE QUINTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T2	T1
1	5	5
2	4	6
3	5	5
4	6	5
5		5
6		4
7		4
8		7
9		5
10		5

tamaño de muestra	$n = 4$	$m = 10$
media muestral	$x = 5$	$y = 5.1$
varianza muestral	$S^2_x = 0.666$	$S^2_y = 0.765$

varianza ponderada: $S^2_p = 0.740$

t calculada: $t_0 = -0.1965$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 12 g.l. $t_{0.05, 12} = 1.7823$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, observamos que no existió diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

5. Número de lechones nacidos vivos (cerdas de sexto parto).

El número de lechones que nacieron vivos para éste lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 14.

"NACIDOS VIVOS PARA CERDAS DE SEXTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

TRATAMIENTOS		
REPETICIONES	T2	T1
1	14	8
2	10	9
3	10	11
4	4	12
5	11	10
6	8	
7	5	
8	12	
9	11	
10	4	
tamaño de muestra	$n = 10$	$m = 5$
media muestral	$\bar{x} = 8.9$	$\bar{y} = 10$
varianza muestral	$S^2_x = 12.30$	$S^2_y = 2.5$

Para este caso también se encontró que las varianzas son diferentes, por lo que también se llevó a cabo el ajuste para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -0.8363$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 13 g.l. $t_{0.05, 13} = 1.7709$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, notamos que en éste último análisis no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos. ($\alpha = 0.05$)

5.1. Número de días observados en el intervalo post-destete y siguiente concepción (cerdas de sexto parto)

El intervalo de días registrados para este lote de cerdas fueron los siguientes:

CUADRO 15.

"DIAS POST-DESTETE Y SIG. CONCEPCION PARA CERDAS DE SEXTO PARTO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS"

TRATAMIENTOS		
REPETICIONES	T2	T1
1	5	6
2	6	6
3	4	5
4	5	6
5	4	8
6	4	
7	4	
8	4	
9	4	
10	4	
tamaño de muestra	$n = 10$	$m = 5$
media muestral	$\bar{x} = 4.4$	$\bar{y} = 6.2$
varianza muestral	$S^2_x = 0.488$	$S^2_y = 1.20$

En este último caso también encontramos que las varianzas son diferentes por lo que se llevó a cabo el ajuste correspondiente para calcular t y los grados de libertad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

t calculada: $t_0 = -3.3582$

t de tablas ($\alpha = 0.05$) y 6 g.l. $t_{0.05, 6} = 1.9432$

Después de haber sometido los datos a la comparación de las medias de ambas poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, y habiendo llevado a cabo el mismo ajuste, observamos que en este último análisis sí existió una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

V. DISCUSION

1. Lechones nacidos vivos.

Los lechones nacidos vivos de las cerdas en los diferentes tratamientos, no muestran diferencias significativas para los animales que fueron de segundo, tercero, quinto y sexto parto. Es en las cerdas de cuarto parto en las que se encuentra una diferencia significativa entre los tratamientos. Al realizar la comparación de las medias de las dos poblaciones mediante el método que compara dos muestras aleatorias independientes, se encuentra que el tratamiento dos es ligeramente superior al tratamiento uno; esto nos indica que el tratamiento con mayor cantidad de aceite de soya y menor cantidad de sorgo resulta mejor pero sólo para las cerdas en esta etapa reproductiva.

Esto concuerda con lo reportado por Pond (1984), el cual cita como factor que afecta la tasa de ovulación y el número de óvulos liberados a la edad de la hembra, ya que esta se incrementa a lo largo de los primeros cuatro ciclos estrales, así como también hace notar que hembras que se cubren en su primer estro tienen un menor porcentaje en el tamaño de la camada que aquellas que son cubiertas en sus estros subsecuentes.

Sin embargo y a pesar de esta aseveración, para el resto de los lotes, no se encontró diferencia entre los tratamientos. Esto indica que en general no hubo diferencias estadísticas entre ambos tratamientos.

Estos datos concuerdan con los obtenidos por Frobish et al. (1978), que al haber investigado el efecto del consumo de energía sobre la eficiencia reproductiva en cerdas durante tres ciclos reproductivos, no encontró diferencias significativas entre tratamientos en el número de nacidos vivos al parto.

Esto mismo fue observado por Bowland (1964) en un estudio en el que mostró que la adición de 10% de grasa (para aportar un 20% de energía en dietas antes y durante la reproducción) no tiene efecto significativo en la tasa de concepción, número o peso de lechones nacidos vivos o destetados.

La situación de que no haya existido diferencia en los lechones nacidos vivos para el tratamiento dos con respecto al tratamiento uno pudo deberse a algunas limitaciones que se tuvieron para el desarrollo del trabajo; como puede ser el hecho de que los lotes que se utilizaron para uno u otro tratamiento no fueran homogéneos al referirnos al número de unidades experimentales con los que contaba cada uno de ellos. En muchos de estos, el número de repeticiones fue muy bajo, lo que repercutió en una disminución de los grados de libertad del error y por consiguiente, no se manifiesta el efecto de los tratamientos.

Otro efecto que también influyó fueron los propios factores intrínsecos del animal; tal y como pudo haber sido la poca aceptación por parte del organismo de algunas de las cerdas a otro alimento diferente al que usualmente estaban acostumbradas a comer. De aquí que se puede explicar la disminución en el número de lechones nacidos vivos de algunas de las cerdas, lo que repercutió en la caída de las medias de la población.

Factores externos (como los provocados por el medio ambiente) pueden llegar a reducir la tasa de ovulación. Por ello, podemos pensar con cierto margen de seguridad que el efecto de la temperatura, que fue baja en los meses en los que se llevó a cabo la prueba, provocó una respuesta inconstante en la tasa de ovulación ya que se afectó directamente el estado fisiológico y de tensión de las cerdas.

2. Intervalo de días post-destete y siguiente concepción.

Al analizar estos datos tampoco se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos. Los mejores resultados se tuvieron con cerdas de sexto parto en donde sí se encontró diferencia significativa del tratamiento dos con respecto al tratamiento uno.

En los lotes precedentes, es decir, cerdas de segundo a quinto parto, observamos que no existió alguna diferencia estadística entre los tratamientos. Esta aseveración concuerda con lo reportado por Buitrago (1974) quien dijo que conforme el nivel de energía es aumentado, la ganancia de peso neta de las cerdas aumentó proporcionalmente, pero de ninguna manera tuvo influencia sobre la respuesta al intervalo destete-estro.

Como ya se citó para el caso de los lechones nacidos vivos, el efecto del medio ambiente también juega un papel muy importante sobre el intervalo de días post-destete y siguiente estro. Esto es corroborado por Du mesnil du Buisson y Signoret (1968) quienes encontraron que los efectos estacionales sobre el intervalo destete-estro son, en parte, un efecto de la temperatura ya que en los meses más fríos del año hay una respuesta más inconstante medida por el porcentaje más bajo de cerdas que retorna al estro.

Finalmente, Legault, Dagorn y Tastu (1965) encontraron también que el valor medio de todos los valores sobre la respuesta al intervalo postdestete-siguiente estro por efecto de la temperatura, es más bajo para los meses de otoño e invierno que para los meses de primavera y verano.

Al hacer una recapitulación de todo el proceso y la metodología empleada, encontramos que existen algunas posibles causas que nos llevaron a tales resultados, por lo que es conveniente citarlas para que experimentos similares posteriores puedan ser llevados a cabo con la certeza de que los procedimientos se han mejorado y no se presenten los mismos errores.

Primeramente, es muy importante asegurarse de que los lotes que vayan a ser utilizados para llevar a cabo la prueba sean los más homogéneos que se pueda, si es posible, con el mismo número de repeticiones. Todos los animales que se vayan a incluir en el experimento deben ser tanto genotípicamente como fenotípicamente muy parecidos, es decir, de la misma raza, con edades similares, así como también se debe tomar en cuenta que su estado fisiológico sea más o menos igual.

El número de repeticiones debe ser lo más grande posible, esto con el fin de tener un mayor número de grados de libertad para cuando se realice el análisis estadístico y así poder tener más precisión en los resultados que se obtengan.

Otro aspecto que no debe quedar desligado es el manejo que de las unidades experimentales se tenga, ya que debemos procurar que éste sea el mismo para todos y cada uno de los animales, no mostrando preferencias para uno u otro lote.

Es recomendable, cuando vamos a alimentar animales con raciones distintas a las que usualmente consumían, dar un período prolongado de adaptación al nuevo alimento (de dos a tres meses). Esto se hace con el fin de que el organismo del animal no se vea afectado por un cambio repentino en la dieta, ya que esto le puede provocar algunos trastornos que lo marginen de la prueba, o bien, lleguen a afectar los propios resultados.

Finalmente, existen factores que hasta cierto punto están fuera de control, pero que es importante mencionarlos ya que afectan de una manera directa los resultados que se puedan obtener en este tipo de pruebas. Los factores ambientales, jugaron un papel muy importante para el desarrollo de esta prueba ya que provocaron cambios fisiológicos bruscos en muchas de las cerdas. Todo esto se debió a que en la época en la que se llevó a cabo la suministración del alimento y las montas, fue en los meses de septiembre y octubre (meses muy fríos y con intensas lluvias) y en donde se afectó directamente la tensión y el estado fisiológico y hormonal de las cerdas. Esto reaccionó de una manera negativa a la hora de que se presentaron los resultados.

Es por ello que sería recomendable probar el experimento bajo condiciones y tiempos diferentes para así tener otro criterio para poder juzgar la verdadera influencia que los aceites vegetales ejercen sobre la reproducción; no sin antes recalcar que también es importante tomar en cuenta las otras tantas consideraciones señaladas con anterioridad para así poder decir que se están superando los errores y se están teniendo adelantos en los procesos de investigación que se lleven a cabo en un futuro.

VI. CONCLUSIONES

1. En general, no existe diferencia significativa entre tratamientos tanto para el número de lechones nacidos vivos como para el intervalo de días comprendidos entre el post-destete y siguiente concepción. ($\alpha= 0.05$).

2. Existe diferencia significativa entre tratamientos para el número de lechones nacidos vivos en cerdas de cuarto parto; siendo el tratamiento dos, con mayor cantidad de aceite en la ración, el que presenta mejores resultados con respecto al tratamiento uno ($\alpha= 0.05$).

3. Existe diferencia significativa entre tratamientos para el intervalo de días entre el post-destete y siguiente concepción en cerdas de sexto parto ($\alpha= 0.05$); resultando que el tratamiento con los mejores resultados fue el número dos (ración con un nivel de energía más alto).

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Tenextepec, Puebla, Municipio de Atlixco. El lugar donde se realizó el experimento fue la granja de producción intensiva "Los naranjos", la cual tiene una capacidad de 250 vientres que producen cerdos para engorda y su posterior comercialización durante todo el año.

Para la prueba se utilizaron 50 animales; todas ellas hembras Yorkshire puras y hembras F1, producto de la cruce de hembras York con sementales Hampshire. Estas fueron divididas en diferentes lotes dependiendo del número de parto de cada una de ellas. La duración del experimento fue de 153 días, iniciando el 7 de septiembre de 1993 y finalizando el 6 de febrero de 1994. Este total de días se dividió en dos periodos; el primero de ellos fue la etapa de suministro de alimento y gestación de todas y cada una de las cerdas y que duró 121 días; el segundo periodo fue el de medición y recolección de datos y duró 32 días.

El período de suministro de alimento tratado con aceite duró 14 días e inició en la última semana de lactancia de las cerdas y finalizó con la semana posterior al destete hasta justo antes de la tercera y última monta de las cerdas.

El análisis utilizado fue la comparación de las medias de dos poblaciones mediante dos muestras aleatorias independientes y en donde se evaluó:

1. El número de lechones nacidos vivos por camada por cerda.
2. El intervalo de días post-destete y siguiente concepción.

Los tratamientos que se evaluaron fueron los siguientes:

TRATAMIENTO 1: 68.5% de sorgo con 3% de aceite de soya.

TRATAMIENTO 2: 67% de sorgo con 4.5% de aceite de soya.

Las conclusiones fueron las siguientes:

1. En general, no existe diferencia significativa entre tratamientos tanto para el número de lechones nacidos vivos como para el intervalo de días comprendidos entre el post-destete y siguiente concepción. ($\alpha= 0.05$).

2. Existe diferencia significativa entre tratamientos para el número de lechones nacidos vivos en cerdas de cuarto parto; siendo el tratamiento dos, con mayor cantidad de aceite en la ración, el que presenta mejores resultados con respecto al tratamiento uno ($\alpha= 0.05$).

3. Existe diferencia significativa entre tratamientos para el intervalo de días entre el post-destete y siguiente concepción en cerdas de sexto parto ($\alpha= 0.05$); resultando que el tratamiento con los mejores resultados fue el número dos (ración con un nivel de energía más alto).

Esto nos indica claramente que el cambio de la ración que usualmente se está utilizando en la granja por otra más rica en aceite no es justificable; ya que los promedios, tanto en lechones nacidos vivos como en el intervalo de días post-destete y siguiente concepción, no se ven beneficiados ni mejorados para la mayoría de los lotes. Es también destacable citar la desventaja que representa en materia económica una ración con más aceite, ya que esta resulta ser más cara que la ración habitual del tratamiento 1.

Es por ello, que no es recomendable cambiar la ración T1 (con mayor cantidad de sorgo) por la ración T2 (con mayor cantidad de aceite).

VIII. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Anderson, L.L. y Melampy, R.M. 1972. In Pig Production. Edit. D.J.A. Cole. London, England.
2. Aumaitre, A., Pérez, J.M. y Chauvel, J. 1965. Journées de la Recherche Porcine en France, L'Institut Technique du Porc. Paris, France. pp 52 - 67.
3. Bowland, J.P. 1964. Effect of Fatty Acids During Lactation on Reproductive Performance of Gilts. J. Animal Science. Vol. 26. p 533.
4. Buitrago, J. A. 1974. Effect of Dietary Energy in Gestation on Reproductive Performance of Gilts. J. Anim. Sci. 39(1): pp. 47-52.
5. Cunha, T.J. 1977. Swine Feeding and Nutrition. Academic Press. New York, U.S.A. p. 532.
6. Du Mesnil du Buisson, F. y Signoret, J.P. 1968. Proc. 6th International Congress in Animal Reproduction. Paris, France. pp. 1091 - 1094.
7. English, P.R., Smith, W.J., Mac Lean, J. 1985. La Cerda: Como mejorar su productividad. Edit. Manual moderno. México.
8. Esminger, M.E. y Parker, R.O. 1984. Swine Science. The Interstate Printers Inc. Illinois, U.S.A. p. 568.
9. Frobish, L. T. 1978. Effect of Protein Level During Gestation and Lactation on Reproductive Performance in Swine. J. Anim. Sci. 46(6): pp. 1673-1684.
10. Gómez, H. D. 1984. El Efecto de Tres Niveles de Alimentación Durante los Dos Primeros Tercios de la Gestación Sobre la Eficiencia Reproductiva de la Cerda Adulta. Tesis Profesional. Chapingo, México. pp. 10-14.
11. Hughes, P.E. y Varley, M.A. 1984. Reproducción del cerdo. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 253.

12. Legault, C., Dagorn, J. y Tastu, D. 1965. Journées de la Recherche Porcine en France, L'Institut Technique du Porc. Paris, France. pp 42 - 62.
13. National Research Council. 1988. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press. Washington, D.C., U.S.A. p. 93.
14. Patience, J.F. y Thacker, P.A. 1989. Swine Nutrition Guide. Ed: PSC (Prairie Swine Center). Canadá. p.259.
15. Pike, I.H. y Boaz, T.G. 1967. In Proceedings of a Symposium on Nutrition of Sows. University of Nottingham. London, England. pp 13-15.
16. Pond, W.G. y Maner, J.H. 1984. Swine Production and Nutrition. AVI Publishing Company Inc. Wesport, U.S.A. p. 732.
17. Vermedahl, L. O. 1969. Effects of Energy Intake of the Dam on the Reproductive Performance, Development of Offspring and Carcass Characteristics. J. Anim. Sci. 28(465).
18. Villegas, R. 1982. Parámetros Reproductivos de la Especie Porcina. Manual. Sección de Fisiología. Departamento de Zootecnia (UACH). Chapingo, México. p. 9.