

EFFECTO DE LA ALIMENTACION PRE-PUBERAL EN LA EDAD A LA  
PUBERTAD Y DE "FLUSHING", EN LA TASA DE OVULACION EN  
CERDAS DE REEMPLAZO.

Libro	5,403
FECHA :	23/11/92
ENCARGADO:	VILLARREAL

P O R

*José Luis Matamoras Aguilar*

**T E S I S**

PRESENTADA A LA

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA**

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

El Zamorano, Honduras

Agosto, 1992

EFFECTO DE LA ALIMENTACION PRE-PUBERAL EN LA EDAD A LA PUBERTAD Y  
DE "FLUSHING", EN LA TASA DE OVULACION DE CERDAS DE REEMPLAZO.

Por:

JOSE LUIS MATAMOROS AGUILAR

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana los derechos para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos del autor.

  
-----  
José Luis Matamoros A.

Agosto de 1992.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por estar conmigo siempre y en todo momento. Por ser la luz de mi vida y guiarme por el camino correcto.

A mi madre María Magdalena Aguilar, no solo por darme la vida sino por hacerme hombre, por darme carácter y educarme, por sus sufrimientos, sacrificios y alegrías.

A Catalino Díaz Muños, por su esfuerzo y porque gracias a él estoy aquí.

A Vanessa, mi adorada hermana por su amor, porque gracias a ella tuve fuerzas para seguir adelante.

A mis tías, Abuelos, José Luis Aguilar y Enma Amparo Discua, por su cariño y estímulo y a la memoria de mi abuelita Delfina (QDDG).

A Vilma por nuestro amor y por acompañarme en mis momentos más difíciles.

Y a ti, cuando nazcas y puedas leer lo que aquí he escrito.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer de manera muy especial a mis profesores consejeros: Isidoro Matamoros Ph. D., Marco Antonio Esnaola Ph. D. y Beatriz Murillo Mag. Sc., por su asesoría y amistad.

A la familia Bustamente, Don Mario y Doña Lydia por acogerme en su hogar, por sus consejos y su sincera amistad.

A mis mejores amigos, Randolpho Fúnez, José Vélez, Julio Fuentes, Gerardo Torres, Santiago Mejía y Claudio Martínez, por su amistad.

A Roger Castillo y Jorge Medrano por toda su ayuda.

Al AID por financiar mis estudios.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
Titulo.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Indice general.....	v
Indice de figuras.....	vii
Indice de cuadros.....	viii
Indice de anexos.....	ix
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	2
III REVISION DE LITERATURA.....	3
A. Introducción.....	3
B. Efectos de la nutrición sobre la reproducción en cuerdas de reemplazo.....	3
1) Efecto del plan de alimentación sobre la edad a la pubertad.....	4
2) Efecto del consumo de energía sobre la edad a la pubertad.....	5
3) Efecto del consumo de energía sobre la tasa de ovulación.....	6
4) Efecto del régimen alimenticio en la edad y peso a la pubertad.....	10

IV	MATERIALES Y METODOS.....	12
	A. Localización.....	12
	B. Animales utilizados.....	12
	C. Tratamientos experimentales.....	13
	D. Variables medidas.....	14
	1) Edad y peso al primer y segundo celo.....	14
	2) Tasa de ovulación a la pubertad y al segundo celo.....	15
	E. Diseño y análisis experimental.....	15
V	RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
	A. Edad, Peso vivo y Ovulación a la pubertad.....	17
	B. Tasa de ovulación al segundo celo.....	19
	C. Edad y peso al segundo celo.....	23
	D. Tasa de ovulación a la pubertad.....	23
VI	CONCLUSIONES.....	26
VII	RECOMENDACIONES.....	28
VIII	RESUMEN.....	29
IX	BIBLIOGRAFIA.....	30
X	ANEXOS.....	34

## INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Efecto del régimen alimenticio y "flushing" sobre la tasa de ovulación al segundo celo en cerdas de reemplazo. (No de cuerpos luteos).....	20
Figura 2. Efecto del régimen alimenticio y "flushing" sobre la edad (días) al segundo celo en cerdas de reemplazo.....	23
Figura 3. Efecto del régimen alimenticio y "flushing" sobre el peso vivo (Kg/cerda) al segundo celo en cerdas de reemplazo.....	24

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Efecto del nivel de alimentación en la edad a la pubertad de cerdas de reemplazo.....	4
Cuadro 2. Efecto del consumo de energía en el comienzo de la pubertad en cerdas de reemplazo.....	5
Cuadro 3. Tratamientos experimentales.....	13
Cuadro 4. Efecto del régimen alimenticio sobre la edad, peso y tasa de ovulación a la pubertad en cerdas de reemplazo.....	17
Cuadro 5. Efecto del régimen alimenticio y "Flushing", sobre la tasa de ovulación al segundo celo en cerdas de reemplazo.....	20
Cuadro 6. Aumento en la producción de lechones nacidos vivos debido a "flushing" en una piara de 100 vientres con 15, 20 y 25 % de reemplazo.....	29

ix  
INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Cuadro 1. Composición y contenido de nutrientes de las raciones de engorde y gestación.....	35
Anexo 2. Análisis estadístico de la variable edad a la pubertad.....	35
Anexo 3. Análisis estadístico para la variable peso a la pubertad.....	35
Anexo 4. Análisis estadístico para la variable número de cuerpos albicanos.....	36
Anexo 5. Análisis estadístico para la variable tasa de ovulación al segundo celo.....	36
Anexo 6. Análisis estadístico para la variable edad al segundo celo (días).....	37
Anexo 7. Análisis estadístico para la variable peso al segundo celo (Kg.).....	37
Anexo 8. Efecto del régimen alimenticio y de "Flushing" sobre el peso (Kg) y edad (días) al segundo celo en cordas de reemplazo.....	38

## I. INTRODUCCION.

Es muy común que la cerda de reemplazo sea una entidad descuidada en la crianza de cerdos, que se le considera como un animal improductivo y a menudo se le trata como tal. Es práctica normal restringir la alimentación de la cerda de reemplazo y esperar hasta el tercer y muchas veces el quinto celo para cruzarlas. Esto trae como consecuencia el ineficiente uso y depreciación de costosas instalaciones y un considerable aumento en los costos de alimentación durante 21 a 63 días adicionales. Además esto incrementa el intervalo entre generaciones de una piara en producción.

Por otra parte es conocido que las cerdas de reemplazo representan en la práctica de un 25- 40% de los partos por año en una piara. Por lo tanto es importante, investigar cualquier práctica de manejo que pueda reducir la edad a monta de las chanchillas sin afectar su potencial ovulatorio.

Una alternativa para aumentar la eficiencia de producción en cerdas de reemplazo podría ser la aplicación de estímulos, en la edad apropiada ó la alimentación, usando r gimes alimenticios que consideran el consumo de energía dietetica adicional.

Esta práctica de manejo se conoce ampliamente en la industria porcina como "Flushing", e implica la sobre-

alimentación por 1 a 14 días antes de el celo en que la cerda de reemplazo será servida.

Debido a la incertidumbre respecto al tiempo en que las cerdas de reemplazo llegarán a la pubertad, las cerdas pueden ser cargadas en una etapa tardía, lo cual da como resultado edad y pesos excesivos en el primer parto aumentando así el costo de producción. (English y col., 1985)

## II. Objetivos

Basado en los antecedentes generales antes discutidos el presente estudio tiene los siguientes objetivos:

1. Determinar si hay un efecto del régimen alimenticio prepuberal ( *ad libitum* vs. restringido ) en la edad a la pubertad y la tasa de ovulación de cerdas de reemplazo.

2. Determinar si la práctica de " Flushing " puede revertir los efectos negativos de la alimentación restringida en cerdas de reemplazo durante el segundo estro.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### A. Introducción

La pubertad en cerdas de reemplazo representa el comienzo de la capacidad reproductiva. En cerdas salvajes el primer estro ocurre tarde en el otoño cuando las tienen aproximadamente ocho meses de edad. (Signoret, 1980).

Sin embargo, en cerdas domésticas el objetivo es estimular la pubertad, para incorporarseles a los ciclos de producción lo más rápido posible. (Hughes, 1982). Es importante estudiar los factores que afectan la pubertad en cerdas de reemplazo, como son la nutrición, para poder reducir la edad a la pubertad y minimizar los costos de producción en la piara.

#### B. Efectos de la nutrición sobre la reproducción en cerdas de reemplazo.

La nutrición, particularmente el nivel de energía recibido por la hembra, es el primordial factor responsable de la alteración en la tasa de ovulación. (Hughes y Varley, 1980).

### 1. Efecto del plan de alimentación sobre la edad a la pubertad.

Se ha informado que la alimentación ad libitum, en la etapa prepuberal de las cerdas de reemplazo resulta en una aparición temprana de la pubertad cuando se compara con alimentación restringida (Zimmerman y col., 1960; Goode y col., 1965; Short y Bellows, 1971; Meyer y Bradford, 1974; Friend, 1974; 1976).

Sin embargo, Robertson y col., (1951); Christian y Nofziger, (1952) sugieren que la aparición de la pubertad no es afectada por el plan de alimentación o es retrasada por la alimentación ad libitum (Self y col., 1955).

Así mismo sostienen que un animal con mayor contenido de grasa puede condicionar la aparición de la pubertad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del nivel de alimentación en la edad a la pubertad de cerdas de reemplazo.\*

Raza	Ad libitum días	Restringido días	Promedio días
Chester White	237	212	225
Poland China	209	204	206
Cruce	223	208	216

Fuente: Self, Grummer y Casida (1955).  
\* Desviación estándar: 27.9 días.

Según, Zimmerman y col. (1960) la variación en los resultados de estos experimentos podría deberse a algún factor desconocido que influyó sobre el efecto de los niveles de alimentación o algún factor incontrolable, como disturbios digestivos.

## 2. Efecto del consumo de energía sobre la edad a la pubertad

La relación entre el consumo de energía y la aparición de la pubertad en cerdas de reemplazo a sido extensamente revisado por Goode y col. (1965), Anderson y Melampy (1972) y algo más recientemente por Hughes y Varley (1980).

Anderson y Melampy (1972) revisando la literatura encontraron que de un total de 14 experimentos el consumo de energía en forma restringida retrasó la pubertad en un promedio de 16 días en nueve experimentos y 11 días en otros cinco experimentos. (Cuadro 2).

Cuadro 2: Efecto del consumo de energía en el comienzo de la pubertad en cerdas de reemplazo.

No de Experimentos	Consumo de EM Kcal/Kg		Edad a la pubertad (días)		Peso a la pubertad (Kg)	
	A*	B	A	B	A	B
9	23.2	37.5	217	201	74	91
5	25.2	37.5	201	212	74	94

\* A= Restringido; B= Ad libitum  
Fuente: Anderson y Melampy (1972).

Friend, (1977) y Friend y col., (1979) no concuerdan con la proposición anterior y han concluido que la influencia del consumo de energía sobre la pubertad no es positivo . Es posible que, factores como el grado de restricción, edad de las chanchillas al momento de comenzar la restricción y la composición de las dietas han influido sobre estos resultados (Hughes, 1982).

### 3. Efecto del consumo de energía sobre la tasa de ovulación.

Robertson y col. (1951) notaron que cerdas de reemplazo con alimentación ad libitum, tuvieron una alta tasa de ovulación a su primer y segundo celo; similar a cerdas de reemplazo que recibieron 70% del consumo de alimento ad libitum, pero con 70 días más de edad.

Self y col., (1955) realizaron un estudio similar en el que compararon alimentación ad libitum (alta), con alimentación al 66% de alimentación ad libitum (baja). En este experimento los animales fueron separados a la pubertad en cuatro grupos: alimentación alta-alta, alta-baja, baja-alta y baja-baja.

Los resultados demostraron que la alimentación alta-alta entre el primer y segundo celo fueron suficiente para producir un incremento en la capacidad ovulatoria de las cerdas de reemplazo.

Brooks y Col. (1972) encontró que al incrementar la alimentación de 1.8 a 3.6 Kg/día en el día de la monta se incrementaba significativamente la tasa de ovulación de 11.9 a 13.2 ovulaciones.

El empleo de "flushing" ha sido ampliamente documentado por Anderson y Melampy (1972), quienes concluyeron que con dietas altas en energía (carbohidratos solubles) es posible incrementar la tasa de ovulación. Si la alimentación no es controlada puede aumentar la mortalidad embrionaria durante los primeros 30 días de gestación.

Cox y col. (1987) informaron que, en cerdas de reemplazo que recibieron 9560 Kcal EM/día, mostraron un incremento en la tasa de ovulación de 25% con respecto a cerdas de reemplazo que recibían 5771 Kcal EM/día ( $17.6 \pm .9$  ovulaciones para régimen de alta energía y  $14 \pm 1.3$  para la dieta control).

Flowers y col. (1989b) estudiaron el efecto de "flushing" en cerdas de reemplazo durante el segundo ciclo del celo, alimentando con 5400 Kcal EM/día (el grupo control) ó 11000 Kcal de EM/día al grupo "flushing". Estos investigadores informaron tasas de ovulación elevadas ( $16.0 \pm 3.4$  cuerpos luteos), para las chanchillas que recibieron la energía dietética adicional comparada con la dieta control ( $9.4 \pm 2.7$  cuerpos luteos).

Anderson y Melampy (1972) después de haber revisado varios estudios llegaron a la conclusión de que, en cualquier momento del estro se puede lograr un aumento en la tasa de ovulación, más aún, si se usa "flushing" por 11 a 14 días antes del estro.

Zimmerman y col. (1960) obtuvieron ciertas diferencias en sus estudios, ya que encontraron un mayor aumento en la tasa de ovulación entre los 17 a 21 días del estro usando "flushing".

Anderson y Melampy (1972) informaron que el promedio de duración de "flushing" fue de  $13.1 \pm 5.6$  días y los animales recibieron en promedio 82% sobre los requerimientos de energía dietética. Estos autores concluyeron que "flushing" tiene un efecto positivo, y produce un incremento de 1.9 ovulaciones y sugieren que este fenómeno está relacionado directamente con el aumento en el consumo de energía dietética.

Hughes y Varley (1980) concluyeron que "flushing" puede ser introducido entre la pubertad y el segundo celo, y que esto daría como resultado una tasa de ovulación entre 12 y 14 óvulos. Por lo consiguiente, la monta se podría hacer al segundo celo, esto reduciría el costo y tiempo de la crianza.

Brooks y col. (1972) encontraron un incremento en el número de ovulaciones cuando la energía de la dieta fue el doble durante el día de la monta. Esta observación no fue acompañada por cambios en el peso de la pituitaria o potencial residual de la hormona luteinizante (LH).

Sin embargo, Cooper y col. (1973) y Kirkpatrick y col. (1967) encontraron que el potencial residual de LH, se redujó con los r gimes de alimentación de alta energía en la dieta.

Estudios más recientes (Cox y col., 1987; Flowers y col., 1989b) estan dirigidos a encontrar una explicación de la relación endocrina y los mecanismos reproductivos que son alterados para producir un aumento en la tasa de ovulación.

El mecanismo reproductivo hormonal mediante el cual ocurre este incremento en la tasa de ovulación no se ha definido todavía (Cox y col., 1987). En algunos estudios se ha informado que las concentraciones de gonadotropinas en la pituitaria anterior tienen relación inversa con el nivel de energía dietética (Kirkpatrick y col., 1967; Cooper y col., 1973; Cox y col., 1987; Flowers y col., 1989b). Sin embargo otros estudios no lo informan (Rigor y col., 1962; Brooks y Cole, 1970).

Esta relación implica una mayor producción de las hormonas gonadotrópicas lo cual se traduce en un mayor crecimiento folicular dando como resultado un aumento de la tasa de ovulación. Además, existe la posibilidad de que la hormona metabólica (insulina), sea influenciada por la dieta, lo que podría tener un efecto sinerg tico en la tasa de ovulación (Cox y col., 1987).

Elevadas concentraciones de la hormona foliculo estimulante (FSH) y un incremento en el número de pulsaciones durante cinco días antes del estro han sido asociadas con un aumento en la tasa de ovulación.

Esto indica que la manera por la cual "flushing" puede aumentar el crecimiento folicular es por medio de la estimulación de gonadotropinas. Este efecto podría darse através de cambios en las concentraciones de insulina del plasma. (Flowers y col., 1989b).

Matamoros (1990) informo una relación positiva entre niveles adicionales de energía en la dieta y la esteroidogenesis durante el período de crecimiento folicular.

Esta misma relación se observa cuando se administra insulina, sin embargo, el uso de insulina en combinación con energía dietética suplementaria produce un efecto sinérgico que incrementa la tasa de ovulación. (Matamoros, 1990, Cox y col., 1987).

#### 4. Efecto del régimen alimenticio en la edad y peso a la pubertad.

Friend, (1976) comparó el efecto de alimentación restringida y ad libitum en cerdas de reemplazo, obteniendo diferencias en edad y peso corporal a la pubertad (173.1 días y 100.8 Kg. para alimentación ad libitum vs. 200.8 días y 83.0 Kg. para alimentación restringida).

Beltranena y col. (1991) realizaron diversos estudios en cerdas de reemplazo, para comparar el efecto de la alimentación ad libitum vs. restringida encontraron mayor tasa de ovulación (12.1 vs. 11.1 cuerpos luteos), peso corporal (98.9 vs. 96.6 Kg.) y menor edad al primer celo (170.1 días vs. 187.0 días) respectivamente, demostrando así, que la alimentación restringida afecta adversamente la tasa de ovulación en cerdas y que el "flushing" incrementa la tasa de ovulación sin incurrir en problemas de superovulación o mortalidad embrionaria.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### A. Localización.

El estudio fue conducido entre Junio de 1991 hasta Febrero de 1992, en la sección de cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana; que se encuentra a 14 grados latitud norte y 87 grados longitud oeste. Situada en el departamento de Francisco Morazán a 36 Km. al este de Tegucigalpa, a una altitud de 800 msnm., con una temperatura promedio de 26 grados centígrados.

##### B. Animales utilizados.

Se escogieron 48 cerdas entre los 45 y 60 Kg de peso, ( $52.2 \pm 8.3$  Kg. de peso y  $119.2 \pm 9.1$  días de edad) y fueron alimentadas ad libitum con concentrado de engorde. Los animales fueron observados por síntomas de celo dos veces por día.

Al llegar a los 70 Kg. de peso fueron separadas e identificadas en 2 grupos, los cuales se formaron a medida que las cerdas se aproximaron al peso requerido de 70 Kg.

Las cerdas de reemplazo tuvieron contacto a diario con los verracos por aproximadamente 20 minutos. Una vez detectado el celo, se retiró el verraco del corral de las cerdas.

Todos los animales se sacrificaron entre el primero y cuatro día después del segundo celo, para determinar la tasa

de ovulación en el primer celo basados en el número de cuerpos albicanos y la tasa de ovulación del segundo estro basados en el número de cuerpos hemorrágicos o cuerpos luteos presentes.

### C. Tratamientos experimentales.

Los tratamientos experimentales se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos experimentales.

ETAPA PRELIMINAR	N = 48 SELECCION DE LAS CERDAS A UN PESO VIVO DE 45- 60 KG, ESTIMULACION Y OBSERVACION DE CELO CON VERRACO. ALIMENTADAS AD-LIBITUM CON DIETA DE ENGORDE.			
FASE I 70 KG DE PESO VIVO*	A n=22		B n=26	
	Alimentación restringida 2 Kg/día		Alimentación ad-libitum	
FASE II: AL DIA 12 DESPUES DE SU PRIMER CELO HASTA EL SEGUNDO CELO.	A1 n=11	A2 n=11	B1 n=11	B2 n=15
	No Flushing* 2Kg/día	Flushing** 4Kg/día	No Flushing* 2Kg/día	Flushing** 4Kg/día
FASE III	SACRIFICIO AL CUARTO DIA DESPUES DEL SEGUNDO CELO.			

\* Dieta de engorde.

\*\* Dieta de gestación.

Los tratamientos experimentales comenzaron con la Fase I, cuando las cerdas seleccionadas al alcanzar los 70 Kg de peso vivo, se dividieron en 2 grupos. Grupo A recibió alimentación restringida (2 Kg de alimento / día) y grupo B alimentación ad-libitum. En ambos grupos se suministro concentrado de engorde.

La Fase I se continuó hasta que cada hembra individual alcanzaba su doceavo día después del primer síntoma de celo, donde pasaron a la Fase II y cada grupo A y B, se subdividió en sub grupos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> y B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, donde los grupos con subíndice 1, continuaron con 2 Kg/día/cerda o sea sin "flushing" (con

concentrado de engorde) y los grupos con subíndice 2 recibieron 4 Kg/día/cerda o sea con "flushing", con concentrado de gestación. La composición de las dietas se presenta en Anexo 1.

La Fase II continuó hasta el cuarto día después del segundo celo en que las hembras eran enviadas al rastro para su sacrificio.

La Fase III consistió en el sacrificio de las cerdas al cuarto día después del segundo celo, con el objeto de evaluar sus tractos reproductivos.

#### D. Variables medidas.

##### 1. Edad y peso al primer y segundo celo.

Durante todo el período experimental Fase I y Fase II, las cerdas fueron observadas a diario en forma permanente para la determinación de celo, una vez en la mañana y otra por la tarde usando verracos. Al momento de presentarse el celo la cerda era marcada e identificada inmediatamente.

Posteriormente se buscaba su número en el libro de registro para encontrar su fecha de nacimiento y calcular su edad a la pubertad. Además fueron pesadas para registrar el peso a la pubertad.

Una vez que la cerda entraba en celo por segunda vez se procedía a registrar la fecha para calcular la edad al segundo celo y a pesar para registrar el peso al segundo celo.

## 2. Tasa de ovulación a la pubertad y al segundo estro.

Cuatro días después del segundo celo las cerdas se enviaron al rastro para su sacrificio. Se expusieron los tractos reproductivos y se extrajeron los ovarios. Para estimar la tasa de ovulación al primer celo (pubertad) se contó el número de cuerpos albicanos presentes, tanto en el ovario derecho, como en el ovario izquierdo.

Para estimar la tasa de ovulación al segundo estro, se midió el número de cuerpos luteos (C.L.), ó cuerpos hemorrágicos presentes en cada ovario.

### E. Diseño y Análisis Experimental.

Para las variables peso y edad al primer celo y número de cuerpos albicanos se toma en cuenta el efecto del régimen alimenticio aplicado en Fase I y se ejecutó un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar, considerando solo dos tratamientos (ad libitum vs. restringido).

Para analizar la tasa de ovulación, peso y edad al segundo celo se incluyo, en el análisis estadístico el régimen alimenticio de no "flushing" (A1 y B1) y de "Flushing" (A2 y B2) y su interacción, utilizando un diseño Completo al Azar con un arreglo factorial de 2x2.

Para las variables en que los efectos fueron significativos, se hizo la separación de medias, usando el método de PDIFF (SAS, 1991), que es el equivalente a diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1985). Todos los análisis de varianza se hicieron usando los procedimientos de modelos lineales generales (SAS, 1991)

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. Edad, Peso vivo y Ovulación a la pubertad (primer celo).

Los efecto del régimen alimenticio sobre la edad, peso vivo y tasa de ovulación a la pubertad (primer celo) se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Efecto del régimen alimenticio sobre la edad, peso y tasa de ovulación a la pubertad en cerdas de reemplazo.

	Restringido	Ad libitum
Animales experimentales	22	26
Edad a la pubertad(días).	207.27± 25.0	212.92± 28.0
Peso a la pubertad (Kg).	85.36± 19.0	90.65± 13.8
Tasa de ovulación *	10.13± 3.6	11.50± 4.0

\* Medida como número de cuerpos albicanos.

Se puede observar que en cuanto a la edad al primer celo, no hubo diferencia significativa por el efecto del régimen alimenticio (Anexo 2). Estos datos concuerdan con los de Sorensen y col., 1961 quienes encontraron muy pocas diferencias en la edad o el peso durante la pubertad de cerdas Duroc, Hampshire y Poland China, alimentadas ad libitum (alto consumo de energía) y restringido (bajo consumo de energía).

También estos resultados, pueden estar condicionados por una serie de factores que afectan la aparición de la pubertad, como lo son: la exposición de las cerdas al verraco (Zimmerman, y col., 1969; Kinsey y col., 1976; Kirkwood y Hughes, 1980; Karlbow, 1981; Kirkwood, y col., 1981; Hughes, 1982; Deligeorgis, y col., 1984; Hemsworth y col., 1988; Safranski, y col., 1991); las altas temperaturas de la zona durante la realización del ensayo como se informó en los estudios de Hughes (1982); Flowers y col., (1989a).

Se observa también en el Cuadro 4, que tampoco se presentaron diferencias significativas en el peso vivo de las cerdas al primer celo (85.4 vs. 90.7 Kg) ver Anexo 3. Estos resultados son similares a los encontrados por Christian y Nofzinger (1952), Self y col., (1955); Sorensen y col., (1961).

Anderson y Melampy (1972) encontraron un mayor peso a la pubertad relacionado con un mayor consumo de energía con alimentación ad libitum (93 Kg) vs. alimentación restringida (74 Kg.).

Hafez (1987) indicó que el inicio de la pubertad, está más relacionado con el peso que con la edad y ésta marca el inicio de la vida reproductiva del animal, ya que mientras más pronto comience, más descendientes producirá a lo largo de su vida.

Las diferencias en el número de cuerpos albicanos, tomados como índice de ovulación al primer celo, también resultaron no significativas (Anexo 4).

Robertson y col. (1951) y Self y col. (1955) encontraron una mayor ovulación al primer celo, proporcionando alimentación ad libitum.

Sin embargo, Beltranena y col. (1991) informaron una mayor tasa de ovulación a la pubertad en cerdas de reemplazo bajo alimentación restringida que, para alimentación ad libitum, 12.1 vs. 11.1, cuerpos albicanos, respectivamente.

#### B. Tasa de ovulación al segundo celo.

Los resultados generales de la tasa de ovulación se presentan en Cuadro 5 y Figura 1.

Cuadro 5. Efecto del régimen alimenticio y de "flushing" sobre la tasa de ovulación al segundo celo en cerdas de reemplazo. \*

Prácticas de manejo	No de Animales	Régimen alimenticio			TOTAL
		22 Restringido	26 libitum	Ad	
No Flushing	Tasa de ovulación	13.09 ± 1.8	13.27 ± 1.9	13.18 ± 1.8a	
Flushing	Tasa de ovulación	16.27 ± 1.0	15.86 ± 1.9	16.06 ± 1.4b	
TOTAL	Tasa de ovulación	14.68 ± 1.4	14.56 ± 1.9		

\* Número de cuerpos luteos medidos el día 4 después del estro.  
a y b) Altamente significativo al 0.001%

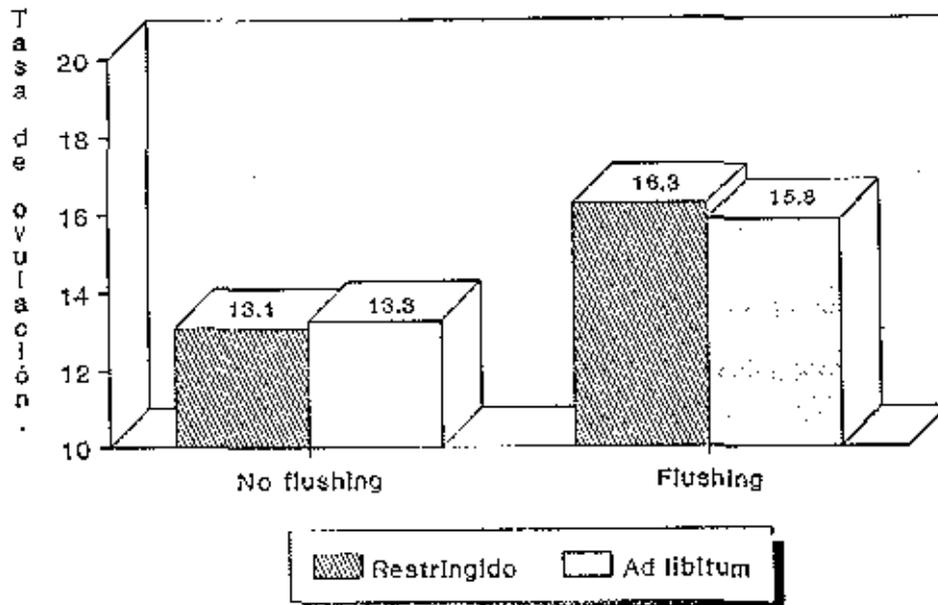


Figura 1. Efecto del régimen alimenticio y "flushing" sobre la tasa de ovulación al segundo celo en cerdas de reemplazo (No de cuerpos luteos).

Se puede observar claramente un incremento significativo ( $P > 0.001$ ; Anexo 5) en la tasa de ovulación al segundo celo para los animales que recibieron la práctica de "Flushing", efecto que se ve tanto para el grupo alimentado prepuberalmente restringido ó ad libitum..

Estos resultados confirman las conclusiones a las que han llegado otros investigadores, de que el "flushing" aumenta considerablemente la tasa de ovulación en cerdas de reemplazo y en cerdas que salen del destete aun peso muy bajo (Robertson y col., 1951; Christian y Nofzinger, 1952; Sorensen y col., 1961; Brooks y Cole, 1970; Anderson y Melampy, 1972;

Hughes y Varley, 1980; Cox y col., 1987; Duane y col., 1987; Flowers y col., 1989b; Beltranena y col., 1991; Pomp y Eisen, 1991).

Este aumento en la tasa de ovulación, que en el presente estudio, es de 3 óvulos más, se debe al incremento en la ingestión de alimento o aumento de energía durante 10 días antes del apareamiento y se observa que es más eficaz si se lleva a cabo después de un período de restricción de alimento (Figura 1).

El efecto del "Flushing" aplicado en esta forma varía entre las piaras, pero es factible que la respuesta sea mayor en aquellas en las que el número de lechones por cerda es bajo, es decir, en la medida que necesiten un incremento en la producción.

English y col. (1985) hace notar que el apetito de las cerdas es menor en época de celo y la ingestión reducida a causa de la competencia excesiva (alimentación en grupo), cuando el alimento es limitado, puede afectar de manera adversa a la ovulación. En este caso "flushing" ayuda a evitar este problema.

Además la inversión en 20 Kg. de alimento adicional durante los 10 días previos al apareamiento (segundo celo), no es elevada, y constituye una garantía poco costosa que puede producir una valiosa recuperación en forma de un incremento en la tasa de ovulación y por ende en el número de lechones nacidos vivos.

Este punto se ilustra en el Cuadro 6 en el cual se han estimado los incrementos de lechones extras que se pueden producir en una piara de 100 cerdas con distintos niveles de reemplazo.

Se puede observar que si el efecto del "Flushing" fuera de dos lechones extras con un 25% de reemplazo, se producirían por año 50 cerdos más, lo cual obviamente produciría un aumento de los beneficios económico.

Cuadro 6. Aumento en la producción de lechones nacidos vivos debido a "flushing" en una piara de 100 vientres con 15, 20 y 25% de reemplazo.

Reemplazo	Número de lechones extras			
	0.5	1	1.5	2
15	7.5	15	22.5	30
20	10	20	30	40
25	12.5	25	37.5	50

Es claro que estos aumentos en producción están sujetos a un sin número de variantes, como son mortalidad embrionaria y post natal. Sin embargo, la práctica de "flushing" es tangible, fácil de aplicar y ofrece resultados inmediatos en la productividad de una piara. En este sentido sería recomendable continuar este tipo de trabajos con estudios que lleven las hembras a una gestación a término para así obtener una evaluación más adecuada de esta práctica.

### C. Edad y peso al segundo celo.

En la Figura 2 y 3 se pueden observar los efectos del régimen alimenticio y "flushing" sobre la edad y peso al segundo celo, respectivamente.

No hubo diferencia entre los tratamiento (Anexo 6 y 7), debido al efecto de "flushing" sobre la edad y peso al segundo celo (Anexo 8), pero si hubo una interacción entre el régimen alimenticio y "flushing" ( $P < 0.0438$ ), para la edad al segundo celo.

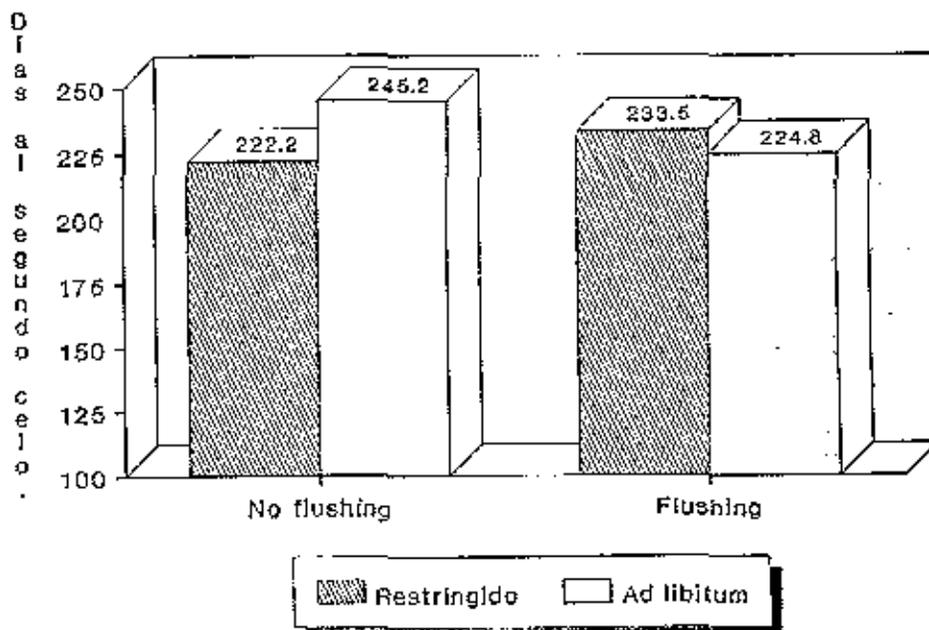


Figura 2. Efecto del régimen alimenticio y "Flushing" en la edad (días) al segundo celo en cerdas de reemplazo.

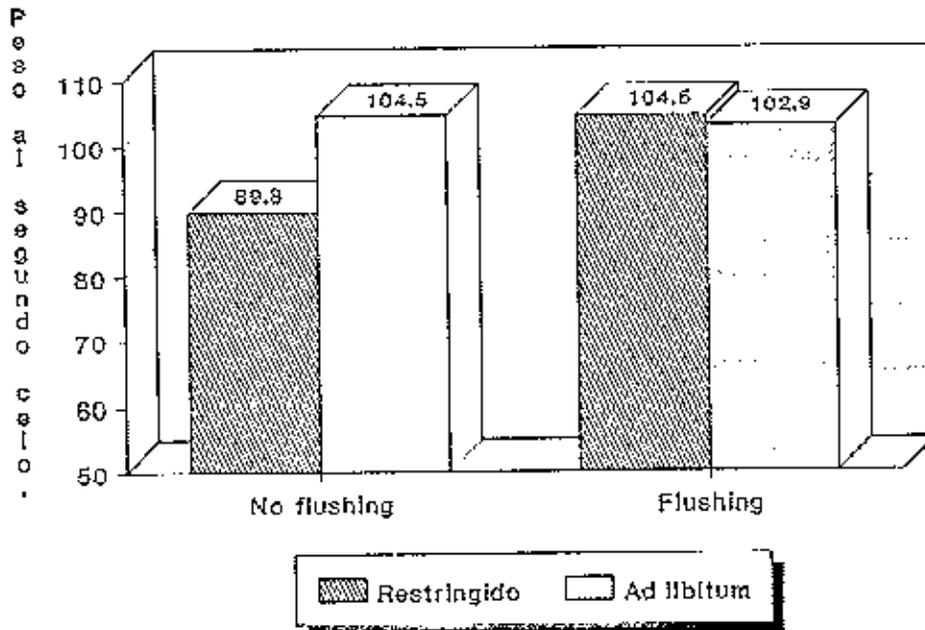


Figura 3. Efecto del régimen alimenticio y "Flushing" en el peso vivo (Kg/cerda) al segundo celo en cerdas de reemplazo.

Es de hacer notar que los resultados obtenidos tanto para edad como para peso al segundo celo, traen consigo el efecto del régimen alimenticio que influyó en ellos antes de la pubertad. Para el caso, el tratamiento restringido/restringido, llegó antes a la pubertad por lo tanto, al segundo celo siguió la misma tendencia.

Lo trascendental de estos resultados es que las cerdas a las cuales se le practico "Flushing" pesaron relativamente lo mismo al segundo celo,  $102.93 \pm 14.7$  Kg. para alimentación pre-puberal ad libitum y  $104.45 \pm 20.69$  Kg. para alimentación pre-puberal restringido.

El "Flushing" por lo tanto, no solo aumentó la tasa de ovulación, sino que produjo una ganancia compensatoria y las cerdas alcanzaron el mismo peso que su contraparte que fuera alimentada ad libitum. En otras palabras "flushing" fue capaz de revertir los efectos negativos de la alimentación restringida en cerdas de reemplazo durante el segundo estro (Figura 3).

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que:

1.\_ Bajo condiciones del trópico es posible utilizar el "Flushing" como práctica de manejo para aumentar la tasa de ovulación, en cerdas de reemplazo que han alcanzado su pubertad y que van a tener su segundo período de celo. En el presente estudio se obtuvo en promedio un aumento de tres óvulos en la segunda ovulación, para las hembras que recibieron "Flushing" (4 Kg/día) a partir del doceavo día después del primer celo.

2.\_ El "Flushing" es capaz revertir los efectos negativos de la alimentación pre-puberal restringida, al producir una ganancia compensatoria de peso e inducir una mejor tasa de ovulación, al segundo celo.

3.\_ Las hembras que recibieron alimentación pre-puberal restringida tuvieron una mejor respuesta a "flushing" en el aumento de la tasa de ovulación al segundo celo. Esto implica, que una menor cantidad de alimento es utilizado, comparado con la alimentación ad libitum.

Por lo tanto la combinación de alimentación prepuberal restringida (70 Kg al primer celo) más el "Flushing" (4 Kg/día) constituyen, de acuerdo a estos resultados, la práctica más recomendable.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a estas conclusiones y para futuros trabajos se recomienda:

1.\_ Realizar otros estudios que lleven la gestación de las cerdas de reemplazo a término para medir directamente el efecto de "Flushing" sobre el número de lechones nacidos por camada.

2.\_ Estudiar otras variantes en la modalidad de "Flushing", en cuanto a los efectos específicos del aumento de nutrientes, tales como carbohidratos, grasa y proteína.

### VIII. RESUMEN

Los objetivos fueron: 1. Evaluar el efecto del régimen alimenticio prepuberal (ad libitum vs. restringido) en la edad, peso y tasa de ovulación a la pubertad. 2. Evaluar el efecto de Flushing sobre la tasa de ovulación, edad y peso al segundo celo. Para el primer objetivo se utilizó un diseño completo al azar (DCA) y para el segundo se utilizó un DCA con un arreglo factorial 2\*2, donde los factores fueron régimen alimenticio (A) y Flushing (B). Se utilizaron 48 cerdas de reemplazo ( $52.16 \pm 8.3$  Kg. de peso y  $119.15 \pm 9.1$  días de edad) las cuales fueron divididas en dos grupos, a partir de los 70 Kg. de peso, para alimentación ad libitum ( $n=26$ ) y restringida ( $n=22$ ) hasta la pubertad (concentrado de engorde). Después del primer celo los grupos fueron subdivididos en dos sub grupos cada uno, para alimentación restringida ( $n= 22$  Kg./día) y Flushing ( $n= 26; 4$  Kg./día; concentrado de gestación) a partir del día 12 del ciclo estral hasta el día 21. Los animales fueron sacrificados entre el primer y cuarto día después del segundo estro. Se midió la edad, peso y tasa de ovulación a la pubertad, y al segundo estro. No hubo diferencia en la edad ( $207.27 \pm 25.0$  días para restringido y  $212.92 \pm 28.0$  días para ad libitum ), peso ( $85.36 \pm 19.0$  Kg. para restringido y  $90.65 \pm 13.8$  Kg. para ad libitum) y la tasa de ovulación ( $11.5 \pm 4.0$  cuerpos albicanos para ad libitum vs.  $10.13 \pm 3.6$  cuerpos albicanos para restringido). La tasa de ovulación al segundo celo fue incrementada por Flushing, ( $16.06 \pm 1.4$  vs.  $13.18 \pm 1.8$  cuerpos luteos, para no flushing;  $P > 0.001$ ). Sin embargo, no se encontro diferencia en el peso ( $103.69 \pm 16.7$  Kg. para flushing vs.  $97.18 \pm 17.4$  Kg. para no flushing) o la edad ( $229.15 \pm 22.7$  días para flushing vs.  $233.68 \pm 29.2$  días para no flushing) al segundo celo. Se observo una interacción entre el régimen alimenticio y flushing ( $P < 0.0438$ ), para la edad al segundo celo, donde el efecto de flushing produjo una ganancia complementaria en las cerdas que fueron alimentadas con régimen restringido durante el periodo prepuberal. Flushing aumento la tasa de ovulación en las cerdas de reemplazo hasta por tres ovulos y pudo revertir los efectos negativos de la alimentación restringida al producir una ganancia compensatoria de peso.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, L.L. Y MELAMPY, R.M. 1972. Factors affecting ovulation rate in the pig. In Pig Production (D.J.A. Cole, Ed.) London, Butterworths. p.p. 329-366.
- BELTRANENA, E.; AHERNE, F; FOXCROFT, G.R. y KIRKWOOD, R.N. 1991. Effects of postpuberal feeding on production traits at first and second estrus in gilts. J. Ani. Sc. 69:886-893.
- BROOKS, P.H.; COOPER, K.J.; LAMMING, G.E. Y COLE, D.J.A. 1972. The effect of feed level during estrus on ovulation rate in the gilt. J. Reprod. Fertil. 30:45.
- BROOKS, P.H. Y COLE, D.J.A. 1970. Effect of the presence of boar on attainment of puberty in gilts J. Reprod. Fert. 23: 435-440.
- COOPER, K.; BROOKS, D.J.A. Y HAYNES N.B. 1973. The effect of feed level during the estrous cycle on ovulation, embryo survival and anterior pituitary LH potency in the gilt. J. Reprod. Fertil. 32:71
- COX, N.M.; STUART, M.J.; ALTHEN, T.G.; BENNETT, W.A.; Y MILLER, H.W. 1987. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. J. Ani. Sc. 67:771-778.
- CHRISTIAW, R.E. y NOFZIGER, J.C. 1952. Puberty and other reproductive phenomena in gilts as affected by plane nutrition. J. Ani. Sc. 11: 789 (Abstract).
- DELIGEORGIS, S.G.; LUNNEY, D.C. Y ENGLISH, P.R. 1984. A note on efficacy of complete v. partial boar exposure on puberty attainment in the gilt. Anim. Prod. 39:145-147.
- DUANE, L.D.; STEVENSON, J.S.; POLLMANN, D.S. Y ALLEE, G.L. 1987. Estrous and litter traits in gilts altered by altrenogest, "flushing" y puberal status. J. Ani. Sc. 64:1117-1126.
- ENGLISH, P.R.; SMITH, W.J. y MACLEAN, A. 1985. La cerda: cómo mejorar su productividad. Editorial El Manual Moderno. Mexico D.F. p. 97-117.

- FLOWERS, B.; CANTLEY, T.C.; MARTIN, M.J. Y DAY, B.N. 1989a. Effect of elevated ambient temperatures on puberty in gilts. *J. Ani. Sc.* 67: 779-784.
- FLOWERS, B.; MARTIN, M.J.; CANTLEY, T.C.; y DAY, B.N. 1989b. Endocrine changes associated with a dietary-induced increase in ovulation rate "flushing" in gilts. *J. Ani. Sc.* 67:118-124.
- FRIEND, D. W.; LARMOND, E.; WOLYNETZ, M.S. y PRICE, R. R. 1979. Piglet and pork production from gilts bred at puberty: chemical composition of carcass and assessment of meat quality. *J. Ani. Sc.* 49:330-341.
- FRIEND, D. W. 1977. Effect of dietary energy and protein on age and weight at puberty of gilts. *J. Ani. Sc.* 44:601-607.
- FRIEND, D.W. 1976. Nutritional effects on age at puberty and plasma amino acid level in yorkshire gilts and on chemical composition, nucleic acid, fatty acid and hidroxyproline contents of the uterus. *J. Ani. Sc.* 43:404-411.
- FRIEND, D. W. 1974. Puberal age and composition of uterus in gilts. *J. Ani. Sc.* 39:975 (Abstract).
- GOODE, L.; WARNICK, A.C. y WALLACE, H.D. 1965. Effect of dietary energy levels upon reproduction and relation of endometrial phosphatase activity to embryo survival in gilts. *J. Ani. Sc.* 24:959-963.
- GOOSET, J.W. Y SORENSEN, A.M. 1959. The effects of two levels of energy and seasons on reproductive phenomena of gilts. *J. Ani. Sc.* 18:40-47.
- HAFEZ, E.S.E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales. Nueva Editorial Interamericana Mexico, D.F.
- HEMSWORTH, P.H.; HANSEN, C.; WINFIELD, C.G. Y BARNET, J.L. 1988. Effects on puberty attainment in gilts of continuous or limited exposure to boars. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28:469-472.
- HUGHES, P.E. 1982. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilts. In *Control of Pig Reproduction*, London, Butterworths. p. 117.
- HUGHES, P.E. y VARLEY, M.A. 1980. *Reproduction in the pig*. London, Butterworths. pp. 17-40.

- KARLBON, J. 1981. Attainment of puberty in female pigs: influence of boar stimulation. *Anim. Reprod. Sc.* 4:313-319.
- KINSEY, R.E.; CARLSON, R.; PROUD, C. y ZIMMERMAN, D.R. 1976. Influence of boar component stimuli on age at puberty in gilts. *J. Ani. Sc.* 42:1362 (Abstr.)
- KIRKPATRICK, R.L.; HOWLAND, B.E.; FIRTS, N.L. y CASIDA, L.E. 1967. Ovarian and pituitary gland changes in gilt on two nutrient energy levels. *J. Ani. Sc.* 26:358
- KIRKWOOD, R.N.; FORBES, J.M. y HUGHES, P.E. 1981. Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of the olfactory bulbs. *J. Reprod. Fert.* 61:193-196.
- KIRKWOOD, R.N. y HUGHES, 1980. A note on the efficacy of continuous v. limited boar exposure on puberty attainment in the gilt. *Anim. Prod.* 31:205-207.
- MATAMOROS, I.A. 1990. Effects of insulina during natural and induced follicular development in gilts: interactions with dietary energy and level of body fat. Thesis of Ph. D. Mississippi State University.
- MEYER, H.H. y BRADFORD, G.E. 1974. Estrus, ovulation rate and body composition of selected strains of mice ad libitum and restricted feed intake. *J. Ani. Sc.* 38:271
- POMP, D. y EISEN, E.J. 1991. Genetic variation in reproductive responses to high energy diet in mice *J. Ani. Sc.* 69:1875-1884.
- RIGOR, E.M.; MEYER, R.K.; FIRTS, N.L. y CASIDA, L.E. 1962. Endocrine differences associated with follicular development and ovulation rate in swine due to bred and energy intake. *J. Ani. Sc.* 21:43.
- ROBERTSON, G.L.; GRUMMER, R.H.; CASIDA, L.E. y CHAPMAN, A.B. 1951. Age at puberty and related phenomena in out bred Chester White and Poland China gilts. *J. Ani. Sc.* 10:647-656.
- SAFRANSKI, T.J.; LAMBERSON, W.R. y BATES, R.O. 1991. Effect of boar exposure on expression of genetic potential for age of puberty in gilts. *Anim. Prod.* 52:521-526.
- SAS. 1991. SAS User's guide: statistics Statistical Analysis Systems. Institute, Inc., Cary, NC.

- SELF, GRUMMER, R.H. y CASIDA, L.E. 1955. The effects of various sequences of full and limited feeding in the reproductive phenomena in Chester White and Poland China gilts. *J. Ani. Sc.* 14:573-592.
- SHORT, R.E. y BELLOWS, R.A. 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J. Ani. Sc.* 32:127.
- SIGNORET, J.P. 1980. Mating behaviour of the pig. In *Reviews in Rural Science, I.V. Behaviour. Australia.* pp.75-78.
- SORENSEN, A.M. y GOSSETT, J.W. 1961. A further study of the influence of level of energy intake and season on reproductive performance of gilts. *J. Ani. Sc.* 18:40-47.
- STEEL, R. Y TORRIE, J. 1985. *Bioestadística: principios y procedimientos.* Mac Graw-Hill. Segunda Edición. Colombia, 622 p.
- ZIMMERMAN, D.R.; CARLSON, R. y NIPPERT, L. 1969. Age at puberty in gilts as affected by daily heat checks with a boar. *J. Ani. Sc.* 29:203 (Abstr.)
- ZIMMERMAN, D.R.; SPIES, H.G.; RIGOR, E.M.; SELF, H.L. y CASIDA, L.E. 1960. Effects of restricted feeding, crossbreeding and season of birth on age at puberty of swine. *J. Ani. Sc.* 19:687-694.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Composición y contenido de nutrientes de las raciones de engorde y gestación.

Ingredientes	Engorde(%)	Gestación(%)
Sorgo	76.1	78.1
Harina de Soya	9.3	2.3
Harina de carne	4.1	9.1
Sal	0.5	0.5
Premix-400	0.1	-
Vitamelk	-	0.25
Melaza	10.0	10.0
-----		
Contenido de nutrientes		
-----		
Proteína cruda %	13.0	13.0
Energía Mcal ED	3.1	3.17
P %	0.28	0.35
Ca %	0.55	0.75
-----		

Anexo 2. Análisis estadístico de la variable edad a la pubertad.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	F	Pr>F
Régimen alimenticio	1	380.4568	0.54	0.4682
Error	46	711.0915		
Total	47			
-----				

Coefficiente de variación: 12.67%

Anexo 3. Análisis estadístico para la variable peso a la pubertad.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	F	Pr> F
Régimen alimenticio	1	333.5036	1.24	0.2717
Error	46	269.4125		
Total	47			
-----				

Coefficiente de variación: 18.60%

Anexo 4. Análisis estadístico para la variable número de cuerpos albicanos.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	F	Pr > F
Régimen alimenticio	1	22.1590	1.51	0.2247
Error	46	14.6324		
Total	47			

Coefficiente de variación: 35.17%

Anexo 5. Análisis estadístico para la variable tasa de ovulación al segundo celo (CLT).

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio	F	Pr > F
R.A.	1	0.14816017	0.05	0.8190
FLUSH	1	98.29101732	35.16	0.0001**
RA * FLUSH	1	1.01829004	0.36	0.5493
Error	44	2.79559229		
Total	47			

Coefficiente de variación: 11.35%

Anexo 6. Análisis estadístico para la variable edad al segundo celo (Días).

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio	F	Pr> F
RA	1	612.000133	0.90	0.3488
FLUSH	1	240.916017	0.35	0.5554
RA* FLUSH	1	2939.929004	4.31	0.0438
Error	44	682.266667		
Total	47			

Coefficiente de variación: 11.31%

Anexo 7. Análisis estadístico para la variable peso al segundo celo (Kg.)

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado medio	F	Pr> F
RA	1	513.8572511	1.64	0.2066
FLUSH	1	499.8053030	1.60	0.2128
RA * FLUSH	1	777.8962121	2.49	0.1219
Error	44	312.682369		
Total	47			

Coefficiente de variación: 17.57%

Anexo 8. Efecto del régimen alimenticio y de "flushing" sobre peso (Kg) y edad (días) al segundo celo en cerdas de reemplazo.

Práctica de manejo		Régimen alimenticio			TOTAL
		22 Restringido	26 libitum	Ad	
No Flushing	Edad (días)	222.18 ± 29.3	245.18 ± 29.0		233.68 ± 29.2a
	Peso (Kg)	89.82 ± 21.8	104.54 ± 13.1		97.18 ± 17.4b
Flushing	Edad (días)	233.45 ± 19.9	224.86 ± 25.4		229.15 ± 22.7a
	Peso (kg)	104.45 ± 20.7	102.93 ± 14.7		103.69 ± 16.7b
TOTAL	Edad (días)	227.81 ± 24.6	235.02 ± 27.2		
	Peso (Kg)	97.13 ± 21.2	103.73 ± 13.9		

a y b) No significativo