

Rej. 11



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

NIVELES DE ENERGIA EN RACIONES PARA CERDOS EN DESARROLLO. INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE Y VALOR DE INCREMENTO CALORICO.

Tesis presentada ante la División de Estudios Profesionales de
la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la
Universidad Nacional Autónoma de México

Para la obtención del Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P o r

MARIA DE LOURDES ALVAREZ OCAMPO

Asesor: M. V. Z. José Antonio Cuarón I.

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
MATERIAL Y METODOS	10
RESULTADOS	15
DISCUSION	20
CONCLUSIONES	26
LITERATURA CITADA	28

RESUMEN

ALVAREZ OCAMPO MA. DE LOURDES. Niveles de energía en raciones para cerdos en desarrollo. Influencia del medio ambiente y valor de incremento calórico.
Bajo la dirección de: José A. Cuarón I.

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias-SARH, Palo Alto, D.F. y en el Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Veracruz. El objetivo fue observar el efecto de cuatro densidades calóricas de la ración (substituyendo progresivamente melaza de caña por aceite crudo vegetal, a razón de 3, 6 y 9%) con niveles constantes de proteína y el efecto de cinco niveles diferentes de proteína (5% inferior, NRC, 5, 10 y 15% superior a lo recomendado por los cuadros de requerimientos) en raciones isoenergéticas. Se realizaron dos pruebas de comportamiento, en la primera se emplearon 120 cerdos y en la segunda 90. Los criterios de respuesta evaluados fueron ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, eficiencia alimenticia, consumo de energía, eficiencia energética, consumo de proteína, eficiencia proteica y análisis económico. Los resultados indican que la adición de 3 y 6% de aceite en las raciones para cerdos en el trópico mejora la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, disminuyendo los costos por kg de peso ganado; todo, al reducir el valor de incremento calórico de la ración; como condición para observar estos efectos, se requiere de la suplementación de un 5% extra de proteína cruda, a lo comúnmente recomendado por los cuadros de requerimientos.

INTRODUCCION

Es importante considerar que los costos por concepto de alimentación son el rubro más significativo en la producción de cerdos, por lo que una utilización eficiente de los recursos alimenticios puede representar ahorros considerables que beneficien no sólo al productor sino que además puedan transmitirse al consumidor; así mismo, aumentos en la eficiencia alimenticia, deben resultar en incrementos de la disponibilidad de alimentos con el fin de poder sostener a una población que se encuentra en constante crecimiento (34,48,63).

La producción de más alimentos de origen animal en áreas tropicales y subtropicales, es de vital importancia, ya que, aproximadamente, más de la mitad de la población total de cerdos en el país se encuentran en estas áreas, y que en ellas se presentan dificultades para su producción, debido a la susceptibilidad a hipertermia de esta especie en climas cálidos (36,63).

Resulta, entonces necesario conocer los efectos adversos que el clima pueda presentar con respecto a la producción porcina (36,49,63). La productividad animal en zonas cálidas es inferior a la que se da en animales manejados en climas templados, observándose que las altas temperaturas y la humedad son en gran parte responsables de esta ineficiencia (63).

Por esta razón, es indispensable llegar a conocer las desviaciones en el tipo y forma de nutrimentos, que en áreas tropicales existen con relación a los patrones establecidos en zonas templadas; subrayando con esto, la necesidad de conocer los niveles más eficientes de las relaciones proteína:energía, con el objeto de optimizar la producción animal en los tropicos (36,60,64).

Los animales homeotermos son un sistema termodinámico abierto, que continuamente intercambian energía y materia con su medio ambiente, teniendo un rango de temperatura ambiental en la cual sus funciones productivas no se ven alteradas, al no presentarse cambios en el metabolismo basal, a este rango de temperaturas se le denomina como zona de neutralidad térmica, la cual esta limitada por las temperaturas críticas alta y baja, estimándose aproximadamente entre 26 a 30C para cerdos en crecimiento y entre 12 a 16C para cerdos en finalización (7,12,41,43).

Conforme se exceden las temperaturas críticas, los ajustes fisiológicos y metabólicos necesarios para mantener la temperatura corporal actúan en contra de las funciones productivas, ya que el consumo de alimento se reduce o aumenta con el fin de mantener el balance calórico con el medio ambiente permitiendo homeotermia. En temperaturas críticas bajas, la demanda de calor ambiental aumenta al igual que el consumo de alimento, puesto que la energía metabolizable que serviría como energía neta para producción, es utilizada para manteni---

miento, con el fin de guardar el calor corporal (12,27,57).

Es por lo anterior, que debe tenerse en consideración a la temperatura ambiente efectiva, que comprende cinco criterios integrales, que son: temperatura del aire, velocidad del aire, presión del vapor ambiental, temperatura de la superficie radiactiva y la temperatura de contacto con el medio (13,26,31).

La producción de calor por el animal esta determinada principalmente por dos factores, el metabolismo basal y el incremento calórico; que se define como el calor producido por el animal durante los procesos digestivos en el tubo gastrointestinal, más el calor producido al metabolizar los nutrimentos. Esta producción de calor dependerá de las especies, del tipo de ración, de los niveles de consumo de alimento y de la función productiva del animal, que interactúan con la temperatura ambiental, a través de cuatro mecanismos: radiación, convección, conducción y evaporación (12,13,21,66).

La temperatura ambiental también determina cual de los anteriores factores de intercambio calórico es primordial, ya que, en la zona de termoneutralidad, el plano de nutrición es el principal determinante, presentándose la mayor pérdida de calor con niveles más altos de alimentación, debido a que el incremento calórico es mayor; mientras que, en condiciones ambientales frías, la pérdida de calor tiende a ser independiente del plano de nutrición y se incrementa progresivamente con

forme la temperatura ambiental disminuye; contrastando con lo que ocurre en condiciones ambientales calientes, en donde en forma similar a lo que ocurre en temperaturas por abajo de la zona de termoneutralidad, el plano de nutrición no es el principal determinante, ya que los animales alimentados con altos planos de nutrición y bajo estas condiciones climáticas, no incrementan la retención de energía ya que podría representar un obstáculo en la disipación de calor (6,8,30,42).

El uso de grasas como energético en las raciones comerciales para cerdos en crecimiento y finalización resulta atractivo, asociándose con los aumentos en el consumo de energía, una mayor ganancia de peso y mejoras de la eficiencia alimenticia (2,53,54,55).

Las raciones típicas para cerdos en los trópicos son similares a las empleadas en zonas templadas en donde la energía proviene fundamentalmente de carbohidratos, los cuales tienen mayor valor de incremento calórico (17 Kcal/100 kcal - EM*) que aquel proporcionado por las grasas (9 kcal/100 kcal - EM). Para incrementar la eficiencia alimenticia y energética en los trópicos, es necesario usar alimentos con un menor valor de incremento calórico, planteando entonces la posibilidad de emplear grasas, que son más eficientemente utilizadas y que contienen aproximadamente 2.25 veces más de energía bruta (9 kcal/g), que los carbohidratos, con 4.2 kcal/g (12,14,15,38).

* EM: Energía Metabolizable.

En general un aumento en la densidad calórica de la ración, tiende a deprimir el consumo de alimento, pudiendo crearse deficiencias proteicas, o de otros nutrimentos esenciales, si la concentración y calidad de los mismos en la ración no se ajustan al consumo observado (19,32,35,51).

Ya que un nutrimento es rara vez metabolizado solo, el incremento calórico de un alimento depende de la combinación de ingredientes con la cual los nutrimentos se dan en la ración, por lo que es importante conocer la calidad nutritiva de los mismos, observándose que el incremento calórico es menor cuando se mezclan la proteína y la energía (9,10,25,54). Es por esto que las raciones conteniendo un nivel de incremento calórico reducido, pueden ser más beneficiosas para cerdos durante períodos de temperaturas ambientales altas, debido a que junto con niveles altos de energía en la ración se disminuye el estrés calórico del animal y consecuentemente los cerdos crecen ligeramente más rápido y utilizan el alimento más eficientemente (52,53,54).

Sin embargo, no debe dejar de considerarse que es necesario mantener un balance apropiado de los niveles de proteína:energía en la ración, ya que se sugiere que existe una relación directa entre la densidad calórica y el requerimiento de aminoácidos indispensables; además de que aún no existe información disponible de una relación óptima proteína:energía para cerdos bajo condiciones tropicales (1,11,40,41).

De lo anterior surge la duda de si el cerdo responde a

un nutriente en forma similar bajo condiciones ambientales diferentes, o si existen interacciones entre los niveles de nutrientes en la ración y las condiciones ambientales (17,20,--50,68).

Se ha observado, que temperaturas ambientales altas, - junto con las raciones con niveles altos de energía, deprimen el consumo de alimento, con efectos mínimos en la eficiencia alimenticia, aún cuando se reduce la ganancia de peso; mientras que, temperaturas ambientales bajas aumentan el consumo de alimento y disminuyen la eficiencia alimenticia, debido al gasto requerido para la producción de calor (33,54,56,59). De aquí que se recomienda que en raciones alimentadas durante períodos de temperaturas ambientales altas deben ser altas en - energía, reduciendo el valor de incremento calórico y durante épocas frías podrían ser bajas en energía y altas en fibra, - con un consecuente aumento del valor de incremento calórico - (9,28,29,67).

Los sistemas de alimentación para cerdos bajo condiciones tropicales, pueden incluir ingredientes propios de la zona, que en su mayoría son de carácter energético con pobre -- contenido proteico, esto, aunado a temperaturas ambientales - superiores a las zonas de termoneutralidad de los cerdos, requiere primero, de el uso de concentrados proteicos con un -- alto valor biológico, en niveles, quizá más elevados que aquellos empleados en zonas templadas, y segundo de el conocimiento de la calidad nutritiva de los ingredientes a emplear, en donde el valor de incremento calórico del animal debe jugar -

un papel fundamental (18,22,23,39).

Para poder evaluar el uso de ingredientes propios a -- los tropiccs en la alimentación intensiva de cerdcos, es necesario contar con un patrón de comparación, en donde los cerdcos sean capaces de manifestar su máximo potencial producti-- vo; similar al menos, al observado bajo condiciones de termo-- neutralidad (5,16,37,65).

La densidad energética y el valor de incremento calóri-- cc de la ración, se puede alterar empleando diferentes ingre-- dientes, como es el caso de la sustitución progresiva de una fuente de carbohidratos por una fuente de grasa (melaza de ca-- ña y aceite crudo vegetal, respectivamente).

Objetivos.

La finalidad del presente trabajo fue la de obtener -- información acerca de los niveles y tipos de energía a em---- plear bajo condiciones tropicales, a partir de ingredientes -- conocidos:

- 1.- Obtener información preliminar sobre las relaciones ópti-- mas proteína:energía en dos medios diferentes, mediante la sustitución progresiva de melaza de caña por aceite crudo vegetal.
- 2.- Evaluar, con el uso de raciones isoproteicas, el efecto de cuatro densidades calóricas de la ración en regímenes de alimentación "ad libitum".
- 3.- Evaluar, con el uso de raciones isoenergéticas, el efec--

to de cinco niveles de proteína de la ración en regímenes de alimentación "ad libitum".

- 4.- Determinar el efecto e interacciones de diferentes densidades energéticas y valores de incremento calórico en las raciones para cerdos, localizados en diferentes zonas geográficas y bajo diferentes condiciones ambientales.

Lo anterior debe sugerir modificaciones, para las zonas tropicales, de los patrones de alimentación establecidos; permitiendo con esto una mejor evaluación de los ingredientes alimenticios y sistemas de alimentación en estas zonas.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 120 cerdos, con un peso inicial promedio de 35 ± 2 kg, se realizaron dos experimentos durante el período comprendido entre el mes de Agosto de 1983 y el mes de Abril de 1984. Los animales empleados en ambos experimentos se obtuvieron de una misma fuente, siendo el producto de cruza comerciales (Yorkshire, Duroc y Hampshire).

Los cerdos en ambos experimentos se distribuyeron a cuatro o cinco tratamientos (raciones experimentales) y dos localidades (La Posta, Paso del Toro, Veracruz y la Unidad Central, Palo Alto, D.F.; ambos del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias-SARH), bajo un diseño en bloques al azar, empleando como criterios de bloqueo, jerárquicamente, origen genético, peso inicial y sexo. A su llegada, los cerdos fueron vacunados (contra cólera), desparasitados (con piperazina, 3.5 ml/10 kg de peso, vía intramuscular profunda) y los machos castrados. Catorce días después, los animales fueron transportados a las dos localidades asignadas, permitiéndoles adaptarse al medio ambiente catorce días antes de obtener el peso inicial, y empezar el período experimental, durante el cual se pesaron con una frecuencia mínima de siete días y máxima de catorce.

Durante el período previo al experimento y durante la

fase experimental misma, los animales fueron alojados en corrales de tipo frente abierto, con piso de cemento, permitiendo un mínimo de 1.5 m² de superficie por animal, dándoles libre acceso al agua y a los alimentos.

En el período preliminar los animales se alimentaron con la ración basal (fase de crecimiento, experimento 1), descrita en el cuadro 1, para posteriormente, durante la fase experimental alimentarse con las raciones asignadas por el diseño y bajo el proceso de aleatorización descrito. Durante la fase experimental, el consumo de alimento se registro diariamente.

Los ingredientes empleados para la formulación de raciones fueron adquiridos de diferentes fuentes, captados en una sola localidad, de donde se muestrearon para su análisis químico proximal (4,62), para posteriormente ser distribuidos a las dos zonas geográficas según el proceso de azarización impuesto por el diseño experimental. Las instalaciones en ambas localidades fueron similares, según se describió con anterioridad.

Las condiciones medio ambientales en las dos zonas se definen como sigue: "La Posta", Paso del Toro, Veracruz, esta localizada en una zona tropical subhúmeda con clima Awo*, con una precipitación media anual de 1,200 a 1,589 mm y temperatura media de 26C. La Unidad Central, Palo Alto, D.F., esta enclavada en una zona templada lluviosa, con clima Cw**, con --

* Awo: clima tropical lluvioso, con lluvias en verano.

** Cw : clima templado lluvioso, con lluvias en verano.

una precipitación y temperatura media anual de 889 mm y 16C, respectivamente (24,61). Las temperaturas y humedades relativas locales fueron registradas diariamente durante el período experimental (obteniendo las máximas y mínimas, así como las medias) mediante el uso de higrotermógrafos (modelo 59H, Corporación Bendix, Baltimore, MD, USA).

Los criterios de respuesta evaluados en ambos experimentos fueron: ganancia diaria de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, consumo de energía, eficiencia energética, consumo de proteína, eficiencia proteica, costo de alimentación por día por animal, costo de alimentación por kg de peso ganado, costo total por concepto de alimentación, todos por etapa del desarrollo y al final del experimento. Se fijó, como criterio para la terminación del experimento el momento en que los cerdos alcanzaron 95 kg (como promedio de cada unidad experimental), comprendiendo dos fases, la de crecimiento (35 a 60 kg) y la de finalización (60 a > 95 kg).

En cada experimento, el análisis estadístico se condujo conforme a un diseño en bloques al azar con cuatro o cinco tratamientos (según el caso) y dos localidades (3), realizándose el análisis de varianza conforme al siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + V_{(i)} + C_j + T_k + CT_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

en donde: μ = media poblacional; B_i = efecto de bloques; $V_{(i)}$ = error de restricción por la azarización de bloques; C_j = efecto de lugar experimental; T_k = efecto de tratamientos; CT_{jk} = interacción entre lugar experimental y tratamientos; ϵ_{ijkl} = error experimental.

Las comparaciones planeadas para el contraste de las medias de los efectos mayores o de sus interacciones fueron aquellas comunmente empleadas para el análisis por ortogonales de las tendencias de la curva de respuesta dada por la ecuación lineal (58).

Experimento I:

Con un total de 120 cerdos (24 unidades experimentales), se evaluaron cuatro raciones resultantes de concentraciones equidistantes de energía y niveles constantes de proteína, para obtener cuatro diferentes relaciones proteína:energía, durante dos etapas del desarrollo de cerdos para abasto (crecimiento y finalización; cuadro 1). Las raciones se formularon con base en sorgo y pasta de soya (cuya concentración permaneció constante para proporcionar raciones isoproteicas) de tal forma que excedieran en un 10% los requerimientos de proteína, vitaminas y minerales (47), produciendo las diferentes concentraciones calóricas al substituir progresiva

CUADRO No. 1
COMPOSICION DE LAS RACIONES BASALES

INGREDIENTE, %	EXPERIMENTO I ^a		EXPERIMENTO II ^b	
	ETAPA DE PRODUCCION ^c			
	CRECIMIENTO	FINALIZACION	CRECIMIENTO	FINALIZACION
Sorgo (9) ^d	69.20	72.00	72.80	75.30
Pasta de soya (49) ^d	18.80	16.00	15.20	12.70
Aceite	---	---	6.00	6.00
Melaza	9.00	9.00	3.00	3.00
Ortofosfato de calcio	1.80	1.70	1.80	1.70
Vitaminas y minerales	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30
Roca fosfórica	0.40	0.50	0.40	0.40
CuSO ₄ • 5H ₂ O	1 kg/ton	---	1 kg/ton	---
	ANALISIS		CALCULADO	
Proteína (Nx6.25), %	15.44	14.32	14.00	13.00
Lisina, %	0.72	0.64	0.62	0.54
ED (Mcal/kg)	3.05	3.05	3.39	3.38
Ca, %	0.65	0.64	0.64	0.62
P, %	0.52	0.54	0.52	0.50

a) Se substituyó progresivamente melaza de caña por aceite crudo de soya a razón de 3,6 y 9%.

b) Se ajustaron las concentraciones de sorgo y pasta de soya, para resultar en niveles de proteína 5% abajo y 5,10 y 15% arriba de lo calculado en las raciones basales.

c) Crecimiento: hasta 60 kg de peso vivo; finalización: 60 kg en adelante.

d) % de proteína cruda en el ingrediente.

mente melaza de caña por aceite crudo de soya al 0, 3, 6 y 9% del total de la ración (cuadro 2).

Experimento II;

Con base en los resultados del experimento I, empleando 90 cerdos (30 unidades experimentales), se determinó el nivel óptimo de proteína en la ración ante la concentración de energía que resultara en la ganancia máxima de peso. Se alimentaron cinco raciones con concentraciones equidistantes de proteína, calculadas para satisfacer las recomendaciones del NRC (47) o bien para resultar en un 5% inferior o en un 5, 10 y 15% superior a lo recomendado por la misma fuente; ajustando las concentraciones de sorgo y pasta de soya (cuadro 2) para resultar en las diferentes concentraciones de proteína y de proteína:energía (cuadro 3) empleadas durante las fases de crecimiento y finalización.

CUADRO No. 2

RELACIONES PROTEINA:ENERGIA RESULTANTES DE LA SUBSTITUCION PROGRESIVA
DE CAÑA POR ACEITE DE SOYA (EXPERIMENTO I)

ETAPA DEL DESARROLLO ^a	RELACIONES PROTEINA:ENERGIA ^b			
Crecimiento (41.5) ^c	49	47	45	43
Finalización (38.5) ^c	46	44	42	40

a) Crecimiento: hasta 60 kg y finalización de 60 kg en adelante.

b) g de proteína/Mcal ED.

c) Relación proteína:energía recomendada por el NRC (1979).

CUADRO No. 3

RELACIONES PROTEINA:ENERGIA RESULTANTES DE LOS AJUSTES DE LAS CONCENTRACIONES
DE SORGO Y PASTA DE SOYA (EXPERIMENTO II).

ETAPA DE DESARROLLO ^a	RELACIONES PROTEINA:ENERGIA ^b				
Crecimiento (41.5) ^c	39	41	43	45	47
Finalización (38.5) ^c	36	38	40	42	44

a) Crecimiento: hasta 60 kg y finalización de 60 kg en adelante.

b) g de proteína/Mcal ED.

c) Relación proteína:energía recomendada por el NRC (1979).

RESULTADOS

Experimento I.

En cuanto a las temperaturas ambientales medias, existió una diferencia estadística ($P < 0.005$) entre las dos localidades, siendo mayor la de Veracruz ($26.8C \pm 1.50$) que la de México ($16.1C \pm 0.63$). Las temperaturas máxima y mínima de México presentaron mayores fluctuaciones y tuvieron un rango -- más amplio entre sí, que las prevalecientes en Veracruz, observándose que la temperatura máxima de México nunca lle-- gó a alcanzar o a igualar la temperatura mínima de Veracruz (los rangos fueron $15.7-20.8C$ y $22.5-27.1C$, respectivamente). De igual forma, el porcentaje de humedad relativa media, fue mayor en Veracruz (78.31 ± 3.06), que en México ($67.17\% \pm 5.2$), existiendo una diferencia estadística ($P < 0.005$). Las fluctuaciones de la humedad en México fueron muy marcadas, mientras que en Veracruz la humedad relativa se comportó en forma más constante (los rangos fueron de $46-86\%$ y $58.4-91.1\%$, respectivamente).

Los resultados de los criterios de respuesta evaluados en el presente trabajo se muestran en el cuadro 4. El consumo de alimento se vio deprimido (efecto lineal de tratamientos, ($P < 0.005$), conforme la densidad energética de la ración se aumentaba; esta depresión fue mayor en los cerdos localizados en Veracruz, lo que resultó en un efecto de localidad ($P < --$

CUADRO No. 4

EFFECTO DEL INCREMENTO EN LA DENSIDAD CALORICA DE LA RACION SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES ISOPROTEICAS Y BAJO DOS MEDIOS AMBIENTES (EXPERIMENTO I).

Criterio de respuesta	Densidad energética (Mcal ED/kg) ^a de la ración/localidad ^b								EEM
	3.10		3.25		3.40		3.55		
Promedio/animal/día	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	
Ganancia de peso (kg) ^c	0.71	0.83	0.76	0.83	0.66	0.88	0.71	0.88	0.002
Consumo de alimento (kg) ^d	2.76	3.30	2.83	3.10	2.47	2.90	2.58	2.57	0.082
Eficiencia alimenticia (ganancia/consumo) ^e	0.26	0.25	0.27	0.27	0.27	0.30	0.28	0.34	0.010
Consumo de energía (Mcal ED) ^f	8.41	10.07	9.03	9.98	8.34	9.82	9.03	9.12	0.279
Eficiencia energética (ganancia, kg/consumo energético, Mcal ED)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.083
Consumo de proteína (kg) ^g	0.40	0.50	0.41	0.47	0.36	0.44	0.37	0.39	0.012
Eficiencia proteica (ganancia, kg/consumo proteico, kg) ^h	1.76	1.67	1.86	1.78	1.83	2.03	2.06	2.28	0.072

- a) Los diferentes niveles de energía se alcanzaron substituyendo melaza de caña por aceite crudo de soya - (0,3,6 y 9%, respectivamente).
- b) Temperatura ambiental promedio: D.F., 16.1C y Ver., 26.8C.
- c) Efecto de localidad (P < 0.005).
- d) Efecto de localidad y lineal de tratamientos (P < 0.005).
- e) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.005) e interacción entre localidad y tratamientos (P < 0.005).
- f) Efecto de localidad (P < 0.005).
- g) Efecto de localidad y lineal de tratamientos (P < 0.005).
- h) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.005).

0.005). La ganancia diaria de peso fue similar ($P > 0.05$) para todas las raciones, aunque se detectó un efecto de la localidad ($P < 0.005$), siendo mayor para los cerdos localizados en Veracruz.

Como consecuencia del comportamiento observado en cuanto a el consumo de alimento y la ganancia de peso, los cerdos localizados en Veracruz fueron más eficientes con las raciones altas en energía; lo que resultó en un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.005$), ahora bien, los cerdos localizados en México se comportaron en forma similar para las cuatro raciones, explicándose por una interacción entre localidad y tratamientos ($P < 0.05$).

Para el consumo de energía no se encontraron diferencias ($P > 0.05$), entre las distintas raciones utilizadas, pero si se detectó un efecto debido a localidades ($P < 0.005$), observándose un mayor consumo energético en los cerdos localizados en Veracruz; no obstante, la eficiencia energética fue similar ($P > 0.05$), sin encontrarse efectos para las distintas raciones y localidades.

El consumo de proteína se vio deprimido linealmente ($P < 0.005$), conforme la densidad calórica de la ración iba en aumento, presentándose este efecto en ambas localidades, siendo mayor en los cerdos de Veracruz; mientras que la eficiencia proteica fue en aumento con el incremento de la energía en la ración, obteniéndose también un efecto lineal de --

tratamientos ($P < 0.005$).

Los resultados del análisis económico evaluados en este trabajo se presentan en el cuadro 5. Donde se observa que en Veracruz el costo diario por concepto de alimentación, se vio ligeramente incrementado con los niveles más altos de energía, sin llegar a ser diferentes ($P > 0.05$), en México se observó un incremento en el costo a mayor densidad calórica de la ración, resultando con ello una interacción entre localidad y tratamientos ($P < 0.01$). De manera similar a lo observado anteriormente para México, el costo por kg ganado fue mayor para el nivel más alto de energía en la ración, siendo para Veracruz numéricamente menor, sin llegar a ser diferentes ($P > 0.05$). En cuanto al costo total por concepto de alimentación, en México se observó un incremento lineal en el mismo - conforme se aumentaba el nivel energético de la ración, observándose con esto nuevamente el efecto de interacción entre localidad y tratamientos ($P < 0.01$); en Veracruz como era de esperarse, los costos se vieron deprimidos a mayor densidad calórica, sin encontrarse diferencias con respecto al tratamiento testigo.

Experimento II.

En las temperaturas ambientales medias, existió una diferencia estadística ($P < 0.005$) entre las dos localidades, - siendo mayor la de Veracruz ($22.3C \pm 2.72$) que la de México - ($16.4C \pm 2.76$). Las temperaturas máximas y mínimas de Veracruz tuvieron un rango más amplio que las de México, observán

CUADRO No. 5

EFFECTO DEL INCREMENTO EN LA DENSIDAD CALORICA DE LA RACION SOBRE LOS COSTOS POR CONCEPTO DE ALIMENTACION DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES ISOPROTEICAS Y BAJO DOS MEDIOS AMBIENTES. (EXPERIMENTO I).

Criterio de respuesta	Densidad energética (Mcal ED/kg) ^a de la ración/localidad ^b								EEM
	3.10		3.25		3.40		3.55		
Promedio/animal/día	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	
Costo diario/alimen to/animal (\$) ^c	60.27	74.50	67.37	74.87	63.68	75.80	72.28	75.12	2.539
Costo/kg ganado (\$) ^d	87.48	78.99	89.26	74.85	98.16	77.92	107.30	78.01	1.409
Costo total (\$) ^e	3614.64	4221.04	3960.57	4015.27	4445.20	4159.40	4640.50	4075.90	140.370

- a) Los diferentes niveles de energía se alcanzaron substituyendo melaza de caña por aceite crudo de soya (0, 3, 6 y 9%, respectivamente).
- b) Temperatura ambiental promedio: D.F., 16.1C y Ver., 26.8C.
- c) Efecto de localidad (P < 0.005), efecto lineal de tratamientos (P < 0.05) e interacción entre localidad y tratamientos (P < 0.01).
- d) Efecto de localidad (P < 0.005), efecto lineal de tratamiento e interacción entre localidad y tratamientos (P < 0.005).
- e) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.005) e interacción entre localidad y tratamientos (P < 0.05).
- f) Costo de los ingredientes por kg, Marzo de 1984: sorgo, \$19.00; pasta de soya, \$38.00; melaza, \$5.40; - aceite, \$70.00; ortofosfato de calcio, \$44.50; sal, \$12.00; roca fosfórica, \$14.00; vitaminas y minerales, \$84.20; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, \$154.00.

dose que la temperatura de México se entrecruzó con la temperatura mínima de Veracruz, así como, la temperatura máxima de México se entrecruzó con la temperatura media de Veracruz --- (los rangos fueron de 7.8-23.1C y 15.1-25.5C, respectivamente). El porcentaje de humedad relativa media fue mayor en Veracruz ($72.3\% \pm 0.47$), que la de México ($44.9\% \pm 12.93$), existiendo una diferencia estadística ($P < 0.005$) y las fluctuaciones de las mismas en México fueron muy marcadas (los rangos fueron 19-84%), mientras que en Veracruz la humedad relativa se comportó en forma más constante (los rangos fueron 54-84%).

Los resultados de los criterios de respuesta evaluados en el presente trabajo se muestran en el cuadro 6. Se puede observar que en los animales el consumo de alimento fue similar ($P > 0.05$) para todas las raciones y las dos localidades. En cambio, la ganancia diaria de peso fue en aumento conforme el nivel de proteína en la ración se incrementaba, siendo el efecto más marcado, sin ser significativo ($P > 0.05$), en los cerdos localizados en Veracruz, presentándose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$). Como consecuencia del comportamiento observado en cuanto a el consumo de alimento y la ganancia de peso, los cerdos de las dos localidades fueron más eficientes con las raciones altas en proteína obteniéndose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$), aún cuando se detectó un efecto lineal de localidad ($P < 0.025$), al ser mayores las eficiencias de los cerdos localizados en Veracruz.

CUADRO No. 6

EFFECTO DEL INCREMENTO DE LOS NIVELES DE PROTEINA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES ISOENERGETICAS Y BAJO DOS MEDIOS AMBIENTES (EXPERIMENTO II).

Criterios de respuesta	Niveles de proteína (%) ^a de la ración/localidad ^b										EEM
	-5%		NRC		+5%		+10%		+15%		
Promedio/animal/día	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	
Ganancia de peso (kg) ^c	0.63	0.66	0.69	0.70	0.73	0.80	0.71	0.81	0.74	0.83	0.032
Consumo de alimento (kg)	2.58	2.57	2.58	2.54	2.78	2.76	2.58	2.75	2.62	2.85	0.104
Eficiencia alimenticia (ganancia/consumo) ^d	0.25	0.26	0.27	0.27	0.26	0.29	0.29	0.29	0.28	0.29	0.006
Consumo de energía (Mcal ED)	8.74	8.91	8.65	9.23	9.33	9.19	8.62	9.52	8.69	9.74	0.357
Eficiencia energética (ganancia,kg/consumo energético,Mcal ED) ^e	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.007
Consumo de proteína (kg) ^f	0.33	0.33	0.34	0.34	0.39	0.38	0.38	0.42	0.40	0.44	0.068
Eficiencia proteica (ganancia,kg/consumo proteico,kg)	1.92	2.00	2.00	2.03	1.89	2.10	1.97	1.95	1.87	1.93	0.052

a) Los diferentes niveles de proteína se alcanzaron ajustando las concentraciones de sorgo y pasta de soya

b) Temperatura promedio: D.F., 16.4C y Ver., 22.4C.

c) Efecto lineal de tratamientos (F < 0.01).

d) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.01).

e) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.01).

f) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.01).

En el consumo de energía no se determinaron diferencias ($P > 0.05$), para el efecto de tratamientos o de localidades; no obstante, la eficiencia energética se vio incrementada conforme se aumentaba la proteína de la ración, obteniéndose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$).

Como era de esperarse, el consumo de proteína se fue aumentando conforme se incrementaba la proteína de la ración, obteniéndose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$); sin embargo, la eficiencia proteica fue similar ($P > 0.05$) para todas las raciones y para las dos localidades.

Los resultados del análisis económico evaluados en el presente trabajo se muestran en el cuadro 7. Donde se observa que el costo diario por concepto de alimentación, se fue incrementando con los niveles más altos de proteína en la ración, resultando en un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.025$). En contraste, el costo por kg de peso ganado por concepto de alimentación, fue disminuyendo conforme se aumentaba la cantidad de proteína en la ración, presentándose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$). El costo total por concepto de alimentación se redujo conforme se incrementó la proteína en la ración, presentándose un efecto lineal de tratamientos ($P < 0.01$), lo que subraya que al nivel energético empleado hay mayor redituabilidad en la zona tropical al elevar la proteína en un 5%, mientras que en México no se observó tal efecto.

CUADRO No. 7

EFFECTO DEL INCREMENTO DE LOS NIVELES DE PROTEINA SOBRE LOS COSTOS POR CONCEPTO DE ALIMENTACION DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES ISOENERGETICAS Y BAJO DOS MEDIOS AMBIENTES (EXPERIMENTO II).

Criterios de respuesta	Niveles de proteína (%) ^a de la ración/localidad ^b										FEM
	-5%		NRC		+5%		+10%		+15%		
Promedio/animal/día	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	D.F.	VER.	
Costo diario/alimen to/animal (\$) ^c	63.61	64.67	63.98	63.60	70.20	68.31	66.10	71.09	67.31	74.36	2.715
Costo/kg ganado (\$) ^d	100.35	97.83	93.19	88.93	96.74	85.08	89.24	88.05	91.20	88.65	2.307
Costo total (\$) ^e	5954.08	6126.01	5363.98	5788.72	5489.03	5290.01	5111.94	5648.18	5290.64	5531.20	237.330

- a) Los diferentes niveles de proteína se alcanzaron ajustando las concentraciones de sorgo y pasta de soya
 b) Temperatura ambiental promedio: D.F., 16.4C y Ver., 22.4C.
 c) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.025).
 d) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.01).
 e) Efecto lineal de tratamientos (P < 0.01).
 f) Costo de los ingredientes por kg, Marzo de 1984: sorgo, \$19.00; pasta de soya, \$38.00; melaza, \$5.40; -
 aceite, \$70.00; ortofosfato de calcio, \$44.50; sal, \$12.00; roca fosfórica, \$14.00; vitaminas y minera-
 les, \$84.20; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, \$154.00.

DISCUSION

En el experimento I, el consumo de alimento se deprimió conforme la densidad energética de la ración iba en aumento, notablemente en los cerdos localizados en Veracruz, lo que sugiere que el cerdo regula su consumo de alimento muy importantemente por el contenido energético de la ración y el intercambio calórico con el medio ambiente. El consumo de energía está directamente relacionado a la densidad calórica de la ración; así mismo, es de esperarse que las raciones con alta cantidad de energía puedan mejorar la tolerancia al calor de los animales, ya que ante la inclusión de aceite se obtiene un menor valor de incremento calórico en la ración; resultados similares fueron obtenidos por Coffey et al (9) y Seerley et al (53,54). El efecto medio ambiental se debe a que en climas cálidos, el animal trata de reducir las actividades del metabolismo, disminuyendo el consumo de alimento, con el objeto de reducir la producción de calor, observándose este efecto claramente en los cerdos localizados en Veracruz ante niveles altos de energía, lo que concuerda con lo anotado por Kumar (36) y NRC (46), aunque debe notarse que en todas las instancias los cerdos en Veracruz tuvieron, a menores niveles de energía, un mayor consumo de alimento que los de México.

En el experimento II, el consumo de alimento fue similar para todas las raciones y las dos localidades, lo cual -- esta relacionado con la cantidad de energía contenida por la ración, que fue constante para todos los tratamientos. Existen estudios en cerdos que han mostrado un mejoramiento en la utilización del alimento conforme se aumenta el nivel de proteína en la ración (19), hasta llegar al límite máximo de producción; en el presente trabajo se observaron resultados similares, sugiriendo que la respuesta máxima se obtiene a la óptima relación proteína:energía, lo que concuerda con Iyengar et al (32) y Just et al (35).

Eggum (17), mencionó que la capacidad de ganancia de peso de cerdos en crecimiento esta directamente relacionada con la capacidad de consumo de alimento; sin embargo, en el presente trabajo no se observó este efecto, debido a que a pesar de que se deprimió el consumo total de alimento, ante los niveles más altos de energía, la ganancia de peso en el experimento I, fue similar para todas las raciones en las dos localidades, ya que dado el método de formulación de las raciones, los animales fueron capaces de llenar sus requerimientos de otros nutrimentos esenciales, aún cuando el consumo haya sido menor.

Menge et al (40) y Seymour et al (56), observaron que los cerdos alimentados con niveles altos de proteína en la ración crecen significativamente más rápido y requieren menos alimento por unidad de ganancia; lo cual concuerda con los re-

sultados del experimento II, ya que la ganancia de peso se -- fue aumentando conforme se incrementaba el nivel de proteína en la ración, mientras que el consumo de alimento fue similar para todas las raciones, esto sin duda estuvo en relación a -- la capacidad de la ración de satisfacer los requerimientos an -- te un nivel de consumo restringido dada la concentración ener -- gética de las raciones.

En el experimento I, la eficiencia alimenticia (ganancia/consumo), en el trópico fue mejor con las raciones altas en energía, lo que subraya la bondad del uso de raciones con un menor valor de incremento calórico bajo estas condiciones ambientales, aún cuando esto no se reflejó en la eficiencia -- energética, ya que esta última fue similar para todas las raciones en las dos localidades.

El hecho de que se haya incrementado la eficiencia ali -- menticia ante el uso de grasas, esta quizá relacionado a las temperaturas prevalentes durante el período de experimenta -- ción y el valor de incremento calórico de los alimentos, ya -- que se sabe que la tasa de ganancia de peso se puede ver in -- crementada ante el uso de grasas (que contienen un menor va -- lor de incremento calórico), bajo climas calurosos, como es -- el caso de Veracruz, pero éstas pueden verse ligeramente de -- primidas bajo temperaturas templadas, este efecto no se pre -- sentó en México; lo que concuerda con lo mencionado por Euse -- bio et al (18), Frobish et al (22) y Verstegen et al (65).

Los resultados de Sunde et al (60) y Tjong-A-Hung et al (64), indican que aumentos en el nivel de proteína recomendado en la ración superiores al 20%, tienden a reducir la eficiencia alimenticia y alteran el balance apropiado entre la proteína y la energía de la ración; lo que confirma los resultados del experimento II, ya que se observó que los animales fueron más eficientes conforme se aumentaba el nivel de proteína en la ración hasta un máximo de 15% por encima del requerimiento.

Seerley et al (54) han demostrado que la inclusión de grasa en la ración de cerdos en crecimiento-finalización, se asocia con aumentos en el consumo de energía, lo anterior concuerda con los resultados del experimento I, ya que los animales localizados en Veracruz consumieron una mayor cantidad de energía.

A pesar de que el consumo de energía fue similar para todas las raciones y las dos localidades, se observó que la eficiencia energética en el experimento II, se incrementó con los niveles de proteína más altos, lo que sugiere que la utilización de la energía es mayor con aumentos de proteína en la ración o bien, más acertadamente que la proteína (aminoácidos esenciales) fue el factor limitante en las raciones para optimizar el crecimiento y por ende la utilización de la energía. Aún cuando la eficiencia de utilización de la proteína y de la energía no se alteran por el incremento de energía en la ración al ser estas bajas en proteína; mientras que un in-

cremento en la energía de la ración, siendo estas altas en --
proteína, tiende a producir pequeñas mejoras en la utiliza---
ción de los nutrimentos; estos resultados concuerdan con las
observaciones de Jackson et al (33).

Los excesos de proteína en la ración pueden resultar -
en una reducción del valor energético de la ración y en un au
mento del valor de incremento calórico, lo que subraya que el
animal aprovechará únicamente la cantidad de proteína neces-
aria para llenar sus requerimientos y en consecuencia al usar-
se los excedentes de proteína como energía, el resultado es -
un desperdicio de la porción proteica de la ración (23); es-
tos resultados recogidos de la literatura concuerdan con lo -
observado en el experimento I, en donde se observó que el ---
consumo de proteína se deprimió conforme la densidad calórica
de la ración iba en aumento y que la eficiencia proteica era
mejor con raciones altas en energía, en donde el consumo de -
proteína fue menor y no se presentó desperdicio de esta últi-
ma. Como secuela, en el experimento II, el consumo de proteí-
na se fue aumentando conforme se incrementaba la proteína, --
mientras que la eficiencia proteica fue similar para todas --
las raciones, lo que subraya que la utilización de proteína -
esta inversamente relacionada al consumo de ésta (34).

Combs (1967), citado por Jackson et al (34), mencionó
que aunque los costos mínimos por concepto de alimentación pa
ra producir una unidad de ganancia se podría obtener con ra-
ciones bajas en energía, un incremento en el nivel de energía

en la ración es necesario para maximizar las ganancias de peso, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el experimento I, en donde se observa que las raciones con niveles altos de energía resultaban ser más caras, pero el comportamiento productivo de los animales mejoraba. En el experimento II, se observó que los costos diarios por concepto de alimentación se fueron incrementando con los niveles más altos de proteína, lo cual concuerda también con lo mencionado por Jackson et al (34), quien observó que incrementando el nivel de proteína arriba del 20%, para cerdos de edad similar a los utilizados en el presente trabajo, resultó en altos costos y pocas ganancias; mientras que el costo por kg ganado y el costo total por concepto de alimentación, disminuyeron conforme el nivel de proteína en la ración aumentaba, pero sólo hasta cubrir el requerimiento; esto resalta un principio económico básico: que se resume como que, un incremento en el costo por unidad de proteína en la ración tiende a favorecer los costos de las raciones con niveles bajos de proteína, de aquí que convenga revisar la exactitud que con el suplemento proteico se incluye para satisfacer las necesidades de los animales.

Esto mismo sucede ante el uso de suplementos energéticos, en donde, como con la calidad de la proteína sucede, el tipo y forma del suplemento debe llenar las necesidades del animal, considerando las imposiciones creadas por el medio ambiente; tomando en cuenta el intercambio calórico entre éste y el animal, resaltando la importancia del incremento calórico y con esto, la forma de energía suplementada.

CONCLUSIONES

- 1.- El efecto de la temperatura ambiental y de la humedad relativa, así como del tipo de zona geográfica de que se trate, afectan en conjunto el comportamiento productivo del animal en respuesta a la ración suministrada; lo que posteriormente repercute en el aspecto económico.
- 2.- El uso de 6% de aceite crudo vegetal en la ración, mejora considerablemente las ganancias diarias de peso y la eficiencia alimenticia, bajo condiciones tropicales.
- 3.- El uso del 3% de aceite crudo vegetal en la ración, reduce el costo por kg ganado por concepto de alimentación, al igual que con niveles de 5% extra de proteína cruda.
- 4.- Ante niveles de energía de 3.4 Mcal/kg ED* (6% de aceite crudo vegetal en la ración) y con niveles de 5% extra de proteína, según lo recomendado por el NRC (47), los animales bajo condiciones tropicales respondieron positivamente a los criterios de respuesta evaluados (notablemente ganancia de peso y eficiencia alimenticia).
- 5.- Para las condiciones climáticas de la zona de Veracruz se recomienda el uso de relaciones proteína:energía de: 42 a 44 g de proteína/Mcal ED.
- 6.- El uso de alimentos con un menor valor de incremento calórico puede resultar en una porcicultura intensiva en los trópicos tan o más eficiente de lo que se obtiene co

* ED: Energía digestible.

munmente en zonas templadas.

- 7.- Las fluctuaciones de precios con respecto al peso vivo - de los animales y a los precios de los ingredientes y la respuesta productiva que puede esperarse al alterar los niveles de proteína y de energía, son de gran importancia; por lo que debe considerarse que las recomendaciones anteriores pueden variar, dependiendo del tipo de explotación y de su localización geográfica.

LITERATURA CITADA

- 1.- Aherne, F.X., Warren, W. and Jensen, A.H.: Response of four or five week-old pigs to different dietary sources of protein and lysine levels. Swine Res. Repts., 1981-4. Agricultural Experiment Station. Department of Animal Science. University of Illinois at Urbana-Champaign ---- (1981).
- 2.- Allee, G.L., Baker, D.H. and Leveille, G.A.: Influence of level of dietary fat on adipose tissue lipogenesis and enzymatic activity in the pig. J. Anim. Sci., 33:--- 1248-1254 (1971).
- 3.- Anderson, V.L. and Mc Lean, R.A.: Design of Experiments: A Realistic Approach. Marcel Dekker, Inc., New York,---- N.Y., 1974.
- 4.- A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 12th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, D.C. (1975).
- 5.- Campbell, R.D., Taverner, M.R. and Mullancy, P.H.: The effect of dietary concentrations of digestible energy on the performance and carcass characteristics of early weaned pigs. Anim. Prod., 21:285-294 (1975).
- 6.- Close, W.H.: The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from individual pigs. Anim. Prod., 13:295-302 (1971).
- 7.- Close, W.H. and Mount, L.E.: The effect of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of growing pig. 1. Heat loss and critical temperature. Br. J. Nutr., 40:413-421 (1978).
- 8.- Close, W.H., Mount, L.E. and Start, I.B.: The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from group of growing pigs. Anim. Prod., 13: 285-294 (1971).
- 9.- Coffey, M.T., Seerley, R.W., Funderburke, D.W. and Mc Campbell, H.C.: Effect of heat increment and level of dietary energy and environmental temperature on the performance of growing-finishing swine. J. Anim. Sci., 54:95-105 (1982).
- 10.- Crampton, E.W. and Harris, L.E.: Applied Animal Nutrition, 2nd ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco, - Cal., 1969.

- 11.- Cuarón, J.A., Aherne, F.X., Easter, R.A. Jensen, A.H. -- and Park, T.F.: Dietary protein-calorie ratios for young pigs. Swine Res. Repts., 1981-9. Agricultural Experiment Station. Department of Animal Science. University of Illinois at Urbana-Champaign (1981).
- 12.- Curtis, S.E.: Environmental managements in animal agriculture. Animal Environment Services, Mahomet, Ill., ---- 1981.
- 13.- Curtis, S.E.: Environmental-thermoregulatory interac---- tions and neonatal piglet survival. J. Anim. Sci., 31:-- 576-587 (1970).
- 14.- Church, D.C. Livestock, Feeds and Feeding, 4th ed. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon, 1979.
- 15.- Church, D.C. and Pond, W.C. Basic Animal Nutrition and - Feeding, 5th ed. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon, -- 1978.
- 16.- Davies, J.L. and Lucas, I.A.M.: Responses to variations in dietary energy intakes by growing pigs. 2. The ef---- fects on feed conversion efficiency of change in level - of intake above maintenance. Anim. Prod., 15:117-125 --- (1972).
- 17.- Eggum, B.O.: A study of certain factors influencing prote- in utilization in rats and pigs. Forsøgslab. Købena-- vin., Dinamarca, 1973.
- 18.- Eusebio, J.A., Hays, V.W., Speer, V.C. and Mc Call, J.T.: Utilization of fat by young pigs. J. Anim. Sci., 24:--- 1001-1007 (1965).
- 19.- Fislser, J.S., Drenick, E.J., Blumfield, D.E. and Swend-- seid, M.E.: Nitrogen economy during very low calorie re- ducing diets: quality and quantity of dietary protein. - Anim. J. Clin. Nutr., 35:471-486 (1982).
- 20.- Forsum, E., Görenzen, H. and Thilén, M.: Protein evalu--- ation of mixed diets in young adults, growing pigs, and growing rats. Anim. J. Clin. Nutr., 36:505-513 (1982).
- 21.- Fowler, V.R., Haresign, W. and Lewis, D.: Energy require- ments of the growing pig. Studies in the Agricultural -- and Food Sciences. Butterworths, London, Eng., 1978.
- 22.- Frobish, L.T., Hays, V.W., Speer, V.C. and Ewan, R.C.: Ef- fect of fat source and level on utilization of fat by -- young pig. J. Anim. Sci., 30:197-202 (1970).
- 23.- Fuller, M.F. and Boyne, A.W.: The effect of environment- al temperature on the growth and metabolism of pigs ---- given different amounts of food. I. Nitrogen metabolism,

- growth and body composition. Br. J. Nutr., 25:259-267 -- (1981).
- 24.- García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 2a. ed. Instituto de Geografía, --- UNAM. México, D.F., 1973.
- 25.- Grimble, R.E. and Whitehead, R.G.: Changes in the concentration of specific aminoacids in the serum of experimentally malnourished pigs. Br. J. Nutr., 24:557-564 (1970)
- 26.- Heitman, H., Kelly, C.F. and Bond, T.E.: Ambient air temperature and weight gain in swine. J. Anim. Sci., 17:62-67 (1958).
- 27.- Hill, F.W. and Anderson, D.L.: Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with --- growing chick. Agricultural Experiment Station and Graduate School of Nutrition. Cornell University, Ithaca, --- N.Y., 1957.
- 28.- Holmes, C.W.: Growth and backfat depth of pigs kept at a high temperature. Anim. Prod., 13:521-527 (1971).
- 29.- Holmes, C.W.: Growth of pigs fed whey at two ambient temperatures. Anim. Prod., 13:1-6 (1971).
- 30.- Holmes, C.W.: Heat losses from young pigs at three environmental temperatures, measured in a direct calorimeter. Anim. Prod., 10:135-147 (1968).
- 31.- Holmes, C.W. and Mount, L.E.: Heat losses from groups of growing pigs under various conditions of environmental temperature and air movement. Anim. Prod., 9:435-452 --- (1967).
- 32.- Iyengar, A.K. and Narasinga Rao, B.S.: Effect of varying energy and protein intakes on some biochemical parameters of protein metabolism. Am. J. Clin. Nutr., 35:733-740 (1982).
- 33.- Jackson, S., Summers, J.D. and Leeson, S.: Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. Poultry Sci., 61:2224-2231 (1982).
- 34.- Jackson, S., Summers, J.D. and Leeson, S.: Effect of dietary protein and energy on broiler performance and production costs. Poultry Sci., 61:2232-2240 (1982).
- 35.- Just, A.: Intake levels of nitrogen and energy in relation with production of animal protein in growing pigs. Po II Int. Symposium on protein metabolism and nutrition 100-103. European Association for An. Pro. Flevohov, Dinamarca (1977).

- 36.- Kumar, A.: Pig rearing in tropical countries. International Pig Veterinary Society Congress. 297. México, D.F. (1982).
- 37.- Mc Connell, J.C., Stuck, M.W., Waldorf, R.C., Byrd, W.P. and Grimes, L.W.: Caloric requirements of early weaned - pigs fed corn-soy bean meal based diets. J. Anim. Sci., 55:841-847 (1982).
- 38.- Mc Donald, P., Edwards, R.J. and Greenhalgh, J.F. Animal nutrition, 2nd ed. Longman, Inc., New York, N.Y., 1973.
- 39.- Mc Grath, W.S., VanderNoot, G.W., Gilbreath, R.L. and -- Fisler, H.: Influence of environmental temperature and - dietary fat on backfat composition of swine. J. Nutr., -- 96:461-466 (1968).
- 40.- Menge, H. and Frobish, L.T.: Protein and energy in the - diet of weanling pig. J. Anim. Sci., 43:1019-1023 (1976)
- 41.- Mitchell, J.R., Becker, D.E., Jensen, A.H., Norton, H.W. and Harmon, B.G.: Caloric density of the diet and the -- lysine need of growing swine. J. Anim. Sci., 24:977-980 (1965).
- 42.- Morrison, S.R. and Mount, L.E.: Adaptation of growing -- pigs to changes in environmental temperature. Anim. ---- Prod., 13:51-57 (1971).
- 43.- Mount, L.E.: Heat loss in relation to plane of nutrition and thermal environment. Proc. Nutr. Soc., 35:81-86 ---- (1976).
- 44.- Mount, L.E.: Heat transfer between animal and environ--- ment. Proc. Nutr. Soc., 37: 21-26 (1978).
- 45.- Navarro, M.A.: Efectos del humedecimiento del vellon en época invernal sobre algunos aspectos fisiológicos de ovinos Corridale. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo, Mex., 1983.
- 46.- NRC. Effect of environment on Nutrient Requirements of - Domestic Animals. National Academy Press. Washington, --- D.C. 1981.
- 47.- N.R.C., Nutrient Requirements of Domestic Animals, No.2, Nutrient Requirements of Swine. 8th revised edition. National Academy of Sciences. National Research Council, -- Washington, D.C. (1979).
- 48.- Pineda, E.: Weight behaviour in swine. International Pig Veterinary Society Congress. 326. México, D.F. (1982).
- 49.- Pond, W.G. and Maner, J.H.: Growth. Swine Production in

- temperate and tropical environments. WH. Freeman and Co. San Francisco, Cal., 1974.
- 50.- Pond, W.G., Yen, J.T. and Lindvall, R.N.: Early protein deficiency: effects on later growth and carcass composition of lean tissue. J. Anim. Sci., 28:473-477 (1980).
 - 51.- Reece, F.N. and Mc Naughton, J.L.: Effects of dietary nutrient density on broiler performance at low and environmental temperatures. Poultry Sci., 61:220-221 (1982).
 - 52.- Robles, A. and Ewan, R.C.: Utilization of energy of rice and rice bran by young pigs. J. Anim. Sci., 55:572-577 - (1982).
 - 53.- Seerley, R.W., Coffey, M.T., Funderburke, D.W. and Mc -- Campbell, H.C.: Dietary energy and environmental temperature effects on performance and carcass traits of growing-finishing swine. Proceedings, 1981 Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry.177-188. The University of Georgia, Atlanta, Ga., 1981.
 - 54.- Seerley, R.W., Mc Daniel, M.C. and Mc Campbell, H.C.: Environmental influence on utilization of energy in swine diets. J. Anim. Sci., 47:427-434 (1978).
 - 55.- Sewell, R.F. and Miller, I.J.: Utilization of various -- dietary fats by baby pigs. J. Anim. Sci., 24:973-980 --- (1965).
 - 56.- Seymour, E.W., Speer, V.C., Hay, V.W., Mangald, D.W. and Hanzen, T.E.: Effects of dietary protein level and environmental temperature on performance and carcass quality of growing-finishing swine. J. Anim. Sci., 23:375-379 -- (1964).
 - 57.- Sorensen, P.H.: Influence of climatic environment on pig performance. In: Nutrition of Pigs and Poultry. Butter--worths, London, Eng., 1962.
 - 58.- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and Pro-----cedures of Statistics. A Biometrical Approach, 2nd ed. - International Student Edition, Mc Graw Hill Inc., Tokyo, Japan, 1980.
 - 59.- Sugahara, M., Baker, D.H., Harmon, B.G. and Jensen, A.--H.: Effect of ambient temperature on performance and --- carcass development in young swine. J. Anim. Sci., 31:59 62 (1970).
 - 60.- Sunde, M.L.: Reevaluation of protein and aminoacid re---quirements of broilers. Proc. Georgia Nutr. Conference. 121-131. The University of Georgia, Atlanta, Ga. (1974).
 - 61.- Tamayo, J.L.: Geografía General de México. 2a. ed., Ins-

tituto Mexicano de Investigaciones Económicas, 2:148-175 (1962).

- 62.- Tejada, H.I.: Manual de Laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patrona to de Apoyo a la Investigacion y Experimentación Pecuaria en México, A.C., México, D.F., 1983.
- 63.- Thatcher, W.W. y Collier, R.J.: Efecto del calor sobre la productividad animal. Dairy Science Department. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida., 1983.
- 64.- Tjong-A-Hung, A.R., Hanson, L.E., Rust, J.W. and Meade, R.F.: Effects of protein level sequence and sex on rate and efficiency og gain of growing swine and on carcass characteristics, including composition on lean tissue. - J. Anim. Sci., 35:760-766 (1972).
- 65.- Verstegen, M.W.A., Brandsma, H.A. and Mateman, G.: Feed requirement of growing pigs at low temperatures. J. Anim. Sci., 55:88-94 (1982).
- 66.- Verstegen, M.W.A., Close, W.H., Start, I.B. and Mount, L.E.: The effect of environmental temperature and plane of nutrition on heat loss, energy retention and deposition of protein and fat groups of growing pigs. Br. J. Nutr., 30:21-35 (1973).
- 67.- Whalstrom, R.C., Fredrikson, J.F. and Libal, G.W.: Effects of housing environment, dietary protein level and sex on performance of growing-finishing swine during winter seasons. J. Anim. Sci., 32:1138-1142 (1972).
- 68.- Whittemore, C.T. and Elsley, T.W.H.: Proteins. Practical Pig Nutrition, 2nd ed. Farming Press Limited, London, -- Eng., 1977.