

EFFECTOS DE LA FIBRA CRUDA EN LA NUTRICION DE LOS BOVINOS  
EN AMBIENTES CALIDO-HUMEDOS

Por

Karel Vohnout M.

Los datos contenidos en esta tesis son propiedad del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Su publicación parcial o en cualquier forma, requiere el permiso escrito de dicha Institución.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Turrialba, Costa Rica

Julio de 1962

EFFECTOS DE LA FIBRA CRUDA EN LA NUTRICION DE LOS  
BOVINOS EN AMBIENTES CALIDO-HUMEDOS

Tesis

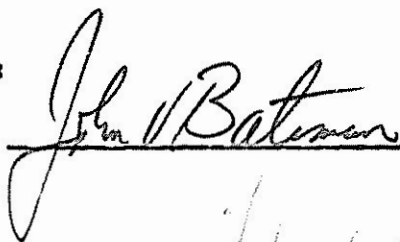
Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar el grado  
de

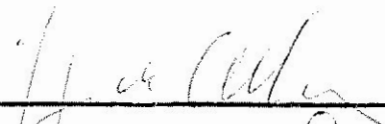
MAGISTER AGRICULTURAE

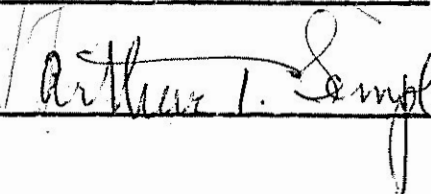
en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO:

  
\_\_\_\_\_ Consejero

  
\_\_\_\_\_ Comité

  
\_\_\_\_\_ Comité

Julio de 1962

A MI ESPOSA

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Jorge de Alba, por su acertada orientación en el presente trabajo.

Al Dr. John Bateman, por su valiosa dirección técnica.

Al Dr. Howard Borougs, por su entusiasta ayuda.

Al Instituto Nacional de Colonización del Ecuador y Fundación Rockefeller, por brindarme la oportunidad de realizar estudios graduados.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Quito, Ecuador, el 3 de septiembre de 1932. Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal. Los superiores los realizó en la Universidad Central de Quito durante los años 1953 a 1958, recibiendo el título de Ingeniero Agrónomo.

Durante su vida profesional desempeñó las funciones de Jefe de Viveros y Granja Experimental y luego Jefe de la Sección Agropecuaria, del Primer Plan Piloto de Colonización, dependiente del Instituto Nacional de Colonización del Ecuador.

En Julio de 1961 ingresó al Intituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, como estudiante graduado en el Departamento de Zootecnia. Terminó sus estudios en julio de 1962.

INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	11
Localización.....	11
Diseño.....	11
Ambientes.....	12
Raciones.....	12
Digestibilidad de las raciones.....	14
Otros datos: temperatura rectal - ritmo respiratorio - Peso - altura a la cruz - circunferencia torácica - consumo de agua - hematócrito.....	16
Actividad tiroidea.....	17
RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
Ambientes.....	20
Consumo de alimentos.....	21
Composición proximal de las raciones.....	23
Digestibilidad aparente de las raciones.....	24
Eficiencia de utilización de las raciones.....	28
Aumento de peso, altura a la cruz, y circunferencia torácica.....	30
Temperatura rectal y ritmo respiratorio.....	33
Consumo de agua.....	34
Hematócrito.....	35
Función tiroidea.....	38
Otras observaciones.....	42
RESUMEN.....	45
CONCLUSIONES.....	48
SUMMARY.....	49
LITERATURA CITADA.....	52

I N D I C E D E C U A D R O S

No.		Página
1	NDT y fibra cruda en pasto Elefante Napier. Análisis de Nordfelt y col. Tablas de De Alba.	4
2	NDT y fibra cruda en algunos alimentos concen- trados. Tablas de De Alba.....	5
3	Diseño del experimento .....	11
4	Formulación de las raciones .....	13
5	Contenido de vitaminas y minerales adicionados a las raciones .....	14
6	Fórmulas utilizadas en las determinaciones de digestibilidad .....	15
7	Temperaturas ambientales de cámara climática y establo. Datos en °C. ....	20
8	Humedad relativa en los ambientes de cámara climática y establo .....	20
9	Consumo diario de materia seca por 100 kg de peso vivo. Datos en kg .....	21
10	Consumo diario de energía digestible por 100 kg de peso vivo. Datos en Termas .....	22
11	Composición proximal de las raciones base seca. Promedio de 19 análisis .....	23
12	Coeficientes de digestibilidad .....	24
13	Eficiencia de utilización de la materia seca. Consumo necesario para un aumento de 1 kg de peso vivo. Datos en kg .....	28
14	Eficiencia de utilización de la energía diges- tible. Consumo necesario para un aumento de 1 kg de peso vivo. Datos en Termas .....	28
15	Gramos de aumento diario por 100 kg de peso vivo .....	31
16	Porcentaje de aumento de altura a la cruz. Datos en cm .....	31

## I N T R O D U C C I O N

La productividad de los animales domésticos es menor en las regiones cálidas que en las templadas, siendo particularmente notable este hecho en los bovinos. Las principales causas pueden resumirse en:

1. Causas genéticas; razas poco adaptadas al ambiente caliente o de baja productividad.
2. Manejo deficiente; incluye la alimentación.

Por esta razón, la ganadería de América tropical se ha desarrollado mayormente en climas de altura, en los cuales es posible aplicar las prácticas conocidas de las regiones templadas. Enormes zonas de clima caliente no pueden ser incorporadas a la producción, en vista de que las pérdidas son mayores que los beneficios.

Los pastos del trópico húmedo son exuberantes, pero el alto contenido de fibra los hace de baja calidad. Las leguminosas adaptadas a los trópicos tienen generalmente poca capacidad para resistir el pastoreo. Se asume pues que la nutrición de los bovinos en los trópicos es deficiente.

Se ha investigado los efectos de la fibra sobre la digestibilidad de las raciones, así como la absorción de los productos de la fermentación de la celulosa en la panza de los rumiantes. La fermentación va asociada con pérdidas de energía en forma de calor y gas (11)(20); esta producción de calor se suma a la carga calórica del medio ambiente, y para controlar la temperatura de la panza, el rumiante debe utilizar sus mecanismos de termoregulación. No se conoce el grado en que este fenómeno puede afectar el



crecimiento del animal en ambientes calientes.

En tal virtud, se postuló la siguiente hipótesis: "La ingestión de la fibra cruda aumenta las pérdidas de energía neta de los nutrientes digestibles, como resultado de un incremento de la producción de calor. Por efecto de una interacción con el medio ambiente caliente, puede afectar desfavorablemente la capacidad del bovino de convertir alimento en peso."

El propósito de la investigación realizada fué confirmar esta hipótesis, midiendo la eficiencia de utilización de los alimentos, en bovinos que crecieron en ambientes calientes.

El término "caliente" o "frío" debe ser tomado con cautela. Posteriormente se dará una definición de acuerdo a datos de la literatura, para los bovinos.

Pocos antecedentes hay en la literatura que puedan orientar el presente trabajo. Los problemas y las dificultades vencidas durante su realización, servirán de pauta para quienes continúen con esta investigación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La definición de "fibra cruda" que da Crampton (10) es la siguiente: Fibra cruda es el residuo libre de ceniza, insoluble en solución de alcali y solución de ácido, que queda luego de ser sometido a ebullición en cada una de dichas soluciones. Esta definición es la aceptada por la Asociación de Químicos Agrícolas y se origina en los métodos de determinación de la Estación Experimental Weende.

La fibra cruda contiene la mayor parte de la celulosa del alimento, porciones variables de hemicelulosa y lignina, como compuestos principales. La lignina es una envoltura que aparentemente protege a la celulosa y hemicelulosa de los ataques bacterianos durante el crecimiento del vegetal. La mayor parte de la fibra cruda del alimento es celulosa.

Los rumiantes no tienen enzimas para digerir la celulosa. Esta es atacada en el aparato digestivo por organismos simbióticos; es en la panza donde se realiza la fermentación más activa, pues es donde el alimento permanece más tiempo. La celulosa y hemicelulosa se degradan en ácidos grasos,  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  (3)(11). La lignificación de la celulosa aumenta generalmente si indigestibilidad. En muchas ocasiones hay más lignina en la porción de extractos libres de nitrógeno, que en la fibra cruda, pues mucha lignina se disuelve durante la extracción de la fibra (16). La digestibilidad de la hemicelulosa parece ser aproximadamente

la misma que de la celulosa, aunque posiblemente las pérdidas en gas sean menores (11).

La fibra cumple las siguientes funciones en la alimentación:

1. Los ácidos grasos producidos durante la fermentación de la fibra son fuente de energía para el rumiante.
2. Da volumen a los alimentos; el volumen favorece el peristaltismo. Sin embargo, al aumentar la fibra puede disminuir la energía disponible, lo que a su vez demanda mayores cantidades de alimento.
3. Da a las heces más capacidad de absorber agua, favoreciendo de este modo la eliminación de los residuos (11).
4. Los gases producidos durante la fermentación dan volumen a las heces, favoreciendo el peristaltismo.

En términos generales se puede decir que hay una correlación negativa entre el contenido de fibra de los alimentos y la energía digestible. Sin embargo esta no es una regla absoluta, como se observa del ejemplo siguiente:

Cuadro No. 1 - NDT y fibra cruda en pasto Elefante Napier. Análisis de Nordfelt y col. Tablas de De Alba (1958)(14).

Corte	NDT	Fibra	Coef. Digest.	
			Fibra	ELN
6 semanas	8.1	4.3	71	61
8 semanas	10.9	6.6	70	59
10 semanas	16.4	9.2	68	57
12 semanas	13.8	7.2	66	56
14 semanas	16.8	11.4	65	54
15 semanas	13.4	10.2	64	53

Como puede observarse del Cuadro No. 1 - en algunos casos la fibra puede llegar a ser tan digestible como los extractos libres de nitrógeno; este ejemplo contrasta con el Cuadro No. 2 :

Cuadro No.2 - NDT y fibra cruda de algunos alimentos concentrados. Tablas de De Alba (1958)(14).

	% NDT	% Fibra	Coef.Dig.Fibra
Arroz,			
pulimento	81.5	2.7	34
en palay	72.6	9.0	23
afrecho	67.4	11.2	28
cascarilla	9.9	40.7	6
Algodón,			
torta 43% P.	72.6	11.0	43
cascarilla	43.7	45.0	51
Maní,			
torta sin			
cáscara	84.5	5.5	51
torta con			
cáscara	66.2	17.0	--

Fibras de diferente origen o diferente estado de crecimiento del vegetal, tienen diferentes coeficientes de digestibilidad, como puede verse en los Cuadros Nos. 1 y 2.

Roux (1961)(47) encontró que por cada 1% de aumento de fibra cruda del pasto Elefante (*P.purpureum*), el consumo de materia seca disminuyó en 122 gramos. Hay evidencias de que el incremento de fibra cruda puede disminuir el consumo de la materia seca.

Los ácidos grasos producidos durante la fermentación de la fibra son absorbidos por las paredes del rumen (3)(11). Los principales ácidos grasos producidos en la panza son el

acético, propiónico y butírico; la utilización del ácido acético va asociada por una considerable pérdida de energía en forma de calor; el ácido acético no solo procede de la celulosa, sino también de otros carbohidratos y de los aminoácidos (3).

Las mayores pérdidas de energía metabolizable se realizan en alimentos ricos en fibra (3). Según Kleiber (1961)(35), la energía neta del forraje tosco es menor que la del concentrado, expresada en relación a nutrientes digestibles totales; por una determinada energía neta, el forraje tosco tiene un efecto calorígeno mayor que el concentrado. Kellner (dato de Kleiber) indica que este efecto calorígeno es directamente proporcional al contenido de fibra cruda; según este investigador cada gramo de fibra cruda del forraje disminuye 1.36 kcal de la energía neta.

Cadena (1958)(9) encontró que el incremento de la fibra de la ración aumentaba el ritmo respiratorio y la temperatura rectal de novillas Criollo Lechero sometidas a un ambiente de 35 °C y 25 mm. de presión de vapor. Scott y Grant Moody (1960)(48) indican que el incremento de heno de alfalfa en una ración mixta forraje-concentrado, produjo los siguientes efectos en vacas lecheras:

1. disminución de la cantidad de leche corregida al 4%, a pesar de que se mantuvo constante el aporte de energía digestible y proteína.
2. Aumento de temperatura corporal y ritmo respiratorio.

### 3. Aumento del porcentaje de grasa en la leche.

Las diferencias más notables ocurrieron cuando la temperatura ambiente no bajó de 80 °F con máximas de 105 a 110 °F (27, 40 y 43 °C respectivamente). Hubo pocas diferencias cuando las temperaturas ambientes fueron menores. El diseño que usaron fué doble reversión, con tres períodos de 5 semanas cada uno.

En un ambiente "frío" todo incremento calórico producido por los alimentos, sirve al bovino para su regulación térmica; sin embargo en el ambiente "caliente", hay evidencias de que constituye en los rumiantes una pérdida de energía neta(5)(19)(46). El ambiente "caliente" puede ser definido como aquel cuya temperatura es superior a la temperatura crítica para el animal. En forma recíproca, ambiente "frío" será aquel cuya temperatura es inferior a la temperatura crítica para el animal. Habrá dos temperaturas críticas, una inferior y otra superior; entre ellas hay una zona llamada de termoneutralidad, dentro de la cual la producción de calor es mínima. Con el aumento de temperatura ambiente, el cuerpo disminuye proporcionalmente la producción de calor mediante sistemas de termoregulación química, hasta llegar a la temperatura crítica inferior; rebasado este límite, utiliza sistemas de termoregulación física para eliminar el calor y mantener la homeotermia; si la temperatura ambiente es mayor que la temperatura crítica superior, el trabajo para eliminar el calor se traduce en un incremento metabólico que a su vez trae como consecuencia una mayor sobrecarga de

calor.

En Missouri (6) encuentran una zona de termoneutralidad para los bovinos europeos entre 0 y 18 °C. Finlay (1954)(17) dice que en términos generales la zona de termoneutralidad para bovinos europeos está entre 4.5 y 15.5 °C de temperatura ambiente.

La temperatura crítica no es una constante; una de las mayores causas de variación es el nivel nutricional. Trabajando con ovejas esquiladas, Graham (1959)(19) encontró que a submantenimiento la producción de calor era mínima cuando la temperatura ambiente era de 39 a 40 °C; con ración de mantenimiento, cuando la temperatura ambiente era de 33 °C; y a un nivel nutricional sobre el de mantenimiento, a 24 - 27 °C de temperatura ambiente. Parece que la temperatura crítica en condiciones basales es aproximadamente la del cuerpo. La diferencia de temperaturas críticas es debida al incremento calórico de los alimentos. El cuerpo puede ser comparado con un motor; para su funcionamiento requiere de combustible, los alimentos. En todo motor, parte de la energía del combustible se convierte en trabajo y parte se pierde en forma de calor; si el ritmo de trabajo es más intenso, las pérdidas por calor son mayores. Como la ingestión de alimentos se ve asociada con un aumento de la producción de calor (4)(5)(19)(46) la temperatura crítica baja en forma proporcional al incremento calórico para mantener la termoconstancia del cuerpo.

Es obvio pues que el medio ambiente no puede ser considerado aisladamente del aspecto nutricional.

La humedad atmosférica contribuye a quitarle exactitud a los límites del término "caliente". Según Kibler y Brody (1950)(31) al subir la temperatura ambiente de 5 a 95 ° F (-15 a 35 ° C) la disipación del calor por evaporación de la humedad del cuerpo aumenta en vacas Jersey y Holstein desde un 10 % inicial, hasta un 80 % del total de calor disipado. Ragsdale et al.(1953)(43) indican que bajo los 75 ° F (24 ° C) la humedad atmosférica no tiene efecto significativo sobre la producción de leche, consumo de NDT, consumo de agua y peso corporal de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Kibler y Brody (1953)(32) encuentran que sobre los 75 ° F el incremento de la humedad atmosférica desde 30 hasta 90 % aumenta la temperatura rectal de Holstein, Jersey y Pardo Suizo; sobre los 85 ° F aumenta la temperatura rectal de los Brahma y la ventilación pulmonar de Jersey, Holstein y Pardo Suizo, efecto que en los Brahma se observa sobre los 90 a 100 ° F (32 a 38 ° C). Thomson y col.(1953)(51) manifiestan que sobre los 75 ° F hay una intensa depresión de la evaporación si la humedad ambiente sube de 40 a 85 %; sobre los 85 ° F (29 ° C) aumenta la temperatura de la piel y el pelo.

Entre los métodos más usados para valorar los efectos del calor en los bovinos, están el registro de la temperatura rectal y número de respiraciones por minuto. Vernon et al. (1956)(52) complementando el trabajo de Rhoad (1944)(45) en el Iberia Livestock Experimental Farm, analizaron los datos de los años 1942 hasta 1951, encontrando que la correlación



entre la prueba Iberia (45) y la producción de los bovinos de carne no era significativa.

Un aumento de temperatura rectal no define si el animal tiene un metabolismo aumentado, o simplemente si su capacidad para disipar el calor es menor; lo propio para el número de respiraciones por minuto, pues si un animal tiene el ritmo respiratorio más acelerado, no se sabe con precisión si es que tiene más eficiencia para disipar calor o se ve sometido a mayor esfuerzo.

En vista de lo expuesto, se trata de encontrar medidas más correlacionadas con la capacidad de adaptación y producción de los bovinos en climas calientes.

Algunos investigadores han encontrado valores más altos de hemoglobina, volumen globular y número de eritrocitos, asociados a una mayor adaptabilidad a condiciones extremas de calor (40)(49)(53). La glándula tiroidea, como órgano regulador del metabolismo animal, es sensible a los cambios de temperatura ambiente (26)(27)(28). Swanson (1947) (50) y Pipes (1961)(41) opinan que la función tiroidea está regida por factores hereditarios y que se puede hacer selección de tipos midiendo la actividad tiroidea. Los constituyentes sanguíneos anotados y la actividad tiroidea pueden ser evidencias promisorias para valorar el comportamiento de los bovinos en diferentes ambientes.

# M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

## Localización.

El experimento se realizó en los laboratorios del Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica. Turrialba se encuentra en un valle cálido húmedo de la vertiente atlántica a 600 m. sobre el nivel del mar.

## Diseño.

Veinte toretes de raza Jersey, de 180  $\pm$  15 días de edad e hijos de un mismo toro, fueron distribuidos en los siguientes tratamientos:

Cuadro No. 3 - Diseño del experimento.

Ambientes	Niveles de Fibra		Total
	16%	22%	
Cámara climática	5	5	10
Establo	5	5	10
Total	10	10	20

Los veinte animales fueron divididos en dos grupos de acuerdo a la edad. Dentro de cada grupo la diferencia fué de  $\pm$  15 días; entre los grupos quedó una diferencia promedio de 30 días. El grupo de mayor edad fué destinado a la cámara climática y el otro ingresó al ambiente de establo con 30 días de posterioridad. Luego los animales

fueron distribuidos al azar en los dos niveles de fibra de cada ambiente.

### Ambientes.

1. Cámara climática mantenida durante 9 horas del día a una temperatura de 36 °C y una humedad de 80 a 90 %. Las 15 horas restantes se permitió que baje libremente la temperatura hasta un mínimo de aproximadamente 27 °C y 70% de humedad.
2. El ambiente natural de Turrialba fué modificado mediante un ventilador, produciendo un microclima de establo con una temperatura media de 20 °C y 90% de humedad. Los datos meteorológicos correspondientes al ambiente natural de Turrialba son: Temperatura media 22.5 °C y humedad 86.9%.

Cada ambiente se mantuvo con la misma intensidad de luz artificial durante 12 horas del día, y las otras 12 horas a oscuras.

### Raciones.

Las raciones estaban constituidas por los siguientes productos: Maiz; harinolina de torta de algodón con 38 % de proteína; afrecho de arroz con 27 % de fibra cruda;

afrechillo de arroz con 18 % de fibra cruda. El maiz sirvió para regular la energía digestible; con la harinolina se reguló el contenido de proteína; una de las raciones contenía afrecho de arroz y la otra afrechillo, para proporcionar el contenido deseado de fibra cruda. El afrecho de arroz es una mezcla que contiene la totalidad de los subproductos del pilado, siendo rico en cáscaras; el afrechillo tiene poca cantidad de cáscaras, y está formado en su mayor parte por los subproductos del pulido.

Las dos raciones estaban constituidas por la siguiente formulación:

Cuadro No. 4 - Formulación de las raciones.

Ración A - alto contenido de fibra

Afrecho de arroz	100 partes
Harinolina de algodón	20 "
Maiz	20 "
Hueso	1.4 "
Sal	1.4 "

Ración B - bajo contenido de fibra

Afrechillo de arroz	100 partes
Harinolina de algodón	10 "
Maiz	20 "
Hueso	1.4 "
Sal	1.4 "

Cada semana se hacía la mezcla con productos frescos para evitar la rancidez y el deterioro por el clima excesivamente húmedo. En vista de la gran variabilidad en la calidad de los productos, la materia prima era previamente analizada en su contenido de fibra para desechar las muestras inadecuadas.

De cada nueva mezcla semanal se realizaba el respectivo análisis proximal.

En las dos raciones se incluyeron mezclas de vitaminas y minerales en las siguientes proporciones:

Cuadro No. 5 - Contenido de vitaminas y minerales adicionados a las raciones.

Yoduro de Potasio	2.2 ppm (partes por millon)
Sulfato de Hierro	50.0 "
Sulfato de Cobalto	3.0 "
Sulfato de Cobre	6.0 "
Crecebon	1 %
(nombre comercial de una mezcla vitamínica de la Cyanamid, y que contiene: )	
Vitamina A	242.5 unidades FEU por gramo
Vitamina D2	440.9 " " " "
Vitamina D3	110.2 " pollo " "

Digestibilidad de las raciones.

Para determinar la energía digestible de las raciones, se realizó una prueba de digestibilidad utilizando todos los animales del experimento. El método fué de colección parcial utilizando como indicador Cr2O3, el mismo que fué mezclado directamente y en forma homogénea en el alimento, en la proporción de 0.25 %.

El método se desarrolló como sigue:

1. Colección de una muestra de 100 gr. cada 12 horas durante 5 días; las muestras se guardan congeladas. La colección comienza al tercer día de administrar el alimento con el indicador.

2. Separación de una muestra representativa; de los 1000 gr. colectados y perfectamente mezclados, se separan 200 gr. que se secan, pesan y muelen como paso previo a los análisis subsiguientes.

3. Análisis de cromo en las heces y en las raciones. Para la determinación colorimétrica se utilizó un espectrofotómetro Coleman Jr.

4. Determinación calorimétrica. En un calorímetro Parr de cubierta isotérmica se quemaron fracciones de 1 gramo de heces y de raciones.

5. Análisis proximal de acuerdo a los métodos de la AOAC, para poder calcular los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes.

Cuadro No. 6 - Fórmulas utilizadas en las determinaciones de digestibilidad.

1. % digestibilidad de la materia seca =  
$$100 - \frac{\% \text{ Cr MS alimento}}{\% \text{ Cr MS heces}} \times 100$$

2. % digestibilidad de la ración =  
$$100 - \frac{\text{Cal heces}}{\text{Cal alimento}} \times \% \text{ indigestibilidad MS alim.} \times 100$$

3. Calorías digestibles =  
$$\text{Cal alimento} \times \% \text{ digestibilidad}$$

4. Coeficientes de digestibilidad fracciones proximales =  
$$100 - \frac{\%(\text{dato de análisis}) \text{ heces}}{\%(\text{dato de análisis}) \text{ alimento}} \times 100$$

Manejo.

La alimentación se realizaba por la mañana a las 6 am. y por la tarde a las 5 pm. Los rechazos eran pesados y el consumo neto computado.

Los animales fueron sometidos a un manejo preliminar de acostumbramiento durante 30 días. Luego el experimento se cumplió en dos etapas:

1. Administración del alimento en forma limitada para proporcionar igual contenido energético con las dos raciones, de acuerdo a los requisitos de cada animal. La condición isocalórica se determinó mediante una prueba de digestibilidad y el consumo observado durante el período de manejo preliminar. Como margen de seguridad para crecimiento, se administró un 10 % adicional de alimento sobre los requisitos. La duración de este período fué de nueve semanas.
2. Administración del alimento "ad libitum" durante nueve semanas.

Otros datos que se tomaron fueron:

Temperatura rectal.- Dos registros diarios:

1. Por la mañana a las 6 am. luego de encender la luz y antes de administrar el alimento.

2. A las 4 pm o sea antes de reducir el calor en la cámara climática.

La exactitud de los termómetros era comprobada previamente en el laboratorio.

Ritmo respiratorio.- Un registro diario a las 4 pm.

Peso.- Registros semanales.

Altura a la cruz y circunferencia torácica.- Registros quincenales.

Agua.- Consumo diario.

Hematócrito.- Registros semanales. Como anticuagulante se usó la solución de Heller y Paul (21). La sangre fué centrifugada en los hematócritos de Wintrobe durante 60 minutos, a 4000 rpm en una centrífuga angulada Serval de 25 cm. de diámetro.

Actividad tiroidea.

Como etapa final del experimento se determinó la actividad tiroidea mediante la administración de  $I^{131}$ . Se midió el porcentaje de absorción del yodo radioactivo en la glándula tiroidea, y la velocidad de descarga luego que fué bloqueada la resíntesis mediante Tapazol.



Tapazol (Metimazol) es el nombre dado por los Laboratorios Lilly para el Metil-mercapto-imidazol. La dosis administrada fué de 0.3 gr. por 100 libras de peso corporal; según Premachandra et al.(1960) esta dosis fué suficiente para inhibir la resíntesis del  $I^{131}$ (42).

El  $I^{131}$  se administró en la forma de  $NaI^{131}$  por vía intramuscular, utilizando como vehículo una solución fisiológica; cada centímetro cúbico de solución inyectable tenfa una actividad de 100 uc. Los animales recibieron 100 uc por cada 100 libras de peso corporal.

Para registrar la radioactividad de la glándula tiroides se utilizó un equipo compuesto de:

1. Contador de centelleo mod.DS-5T Nuclear Chicago con cristal de NaI (Tl).
2. Unidad de conteo (escalímetro) mod. 2800 Nuclear Chicago.

Los animales eran amarrados a un soporte metálico adaptado al cepo, en el cual se les inmovilizaba la cabeza. Un brazo movable sostenía el contador de centelleo exactamente bajo la glándula tiroides; el contador de centelleo se fijaba a una distancia de 30 cm. de la glándula; un espaciador metálico aseguraba la exactitud de esta distancia.

La radioactividad de la glándula era registrada cada 24 horas con lecturas a 10000 cuentas y computada a tiempo cero.

Análisis estadístico.

Se hizo el análisis de la variancia para un diseño irrestrictamente al azar, en un arreglo factorial de dos ambientes, dos raciones y dos períodos.

Por la muerte de dos animales del grupo A en el ambiente de establo, el análisis de variancia se hizo con los promedios y la correspondiente corrección del cuadrado medio del error. La corrección del error se hace dividiéndolo por el promedio armónico del número de repeticiones dentro de cada tratamiento.

## R E S U L T A D O S   Y   D I S C U S I O N

Durante el período preliminar de acostumbramiento al manejo, murieron dos animales del grupo A en ambiente de establo debido a la impactación del alimento en el Abomasum; un tercero, del mismo grupo, adoleció la misma enfermedad, perdiéndose datos de este animal durante las cuatro primeras semanas del experimento.

### Ambientes

Cuadro No. 7 - Temperaturas ambientales de cámara climática y establo. Datos en °C.

Periodo	C a m a r a			E s t a b l o		
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media
1	35.5	26.6	29.9	23.3	17.4	20.4
2	35.8	27.1	30.3	----	----	----

Cuadro No. 8 - Humedad relativa en los ambientes de cámara climática y establo.

Periodo	C a m a r a			E s t a b l o		
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media
1	79.3	68.3	72.5	97.8	81.3	89.6
2	87.4	74.8	79.6	----	----	----

De acuerdo a los datos de Missouri (31)(43)(51) sobre los 75 °F (24 °C), las razas Jersey, Holstein y Pardo Suizo comienzan a sufrir los efectos del ambiente caliente, si la humedad relativa se incrementa de 30 a 90 %. En su revisión de literatura McDowell (40) indica que en las

razas europeas aumenta la temperatura rectal despues de los 21 ° C de temperatura ambiente.

En el ambiente de establo, las horas de mayor calor corresponden a las de humedad relativa más baja, mientras que en la cámara climática las horas de mayor calor tienen los valores máximos de humedad relativa.

La diferencia de humedad relativa que se observa entre los periodos primero y segundo, es un aumento progresivo producido en forma involuntaria al regular los mecanismos de los aparatos de la cámara climática.

Consumo de alimentos.

Cuadro No. 9 - Consumo diario de Materia Seca por 100 kg. de peso vivo. Datos en kg.

Periodo	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	2.94	3.13	n.s.	3.31	3.58	n.s.	≡≡	≡≡
2	3.00	2.77	n.s.	3.77	3.38	≡	≡≡	≡≡
Promedio	2.97	2.95	n.s.	3.54	3.48	n.s.	≡≡	≡≡
1 vs 2	n.s.	n.s.		≡	n.s.			

n.s.= no significativo  
 ≡ = significativo P/ 0.05  
 ≡≡ = altamente significativo P/ 0.01

En el ambiente de cámara climática hubo menor consumo de alimentos, tanto expresado en la forma de materia seca como de energía digestible, con las dos raciones.

Este resultado se encuentra de acuerdo con la literatura.

(13)(25)(35).

Cuadro No. 10 - Consumo diario de energía digestible por 100 kg. de peso vivo. Datos en Termas.

Periodo	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	4.97	6.25	***	5.60	7.15	***	***	***
2	5.07	5.53	***	6.38	6.74	***	***	***
Promedio	5.02	5.90	***	6.01	6.96	***	***	***
1 vs 2	n.s.	n.s.		±	n.s.			

n.s.= no significativo

± = significativo P/ 0.05

\*\*\* = altamente significativo P/ 0.01

Se dice que el hambre está condicionada por el nivel de la glucemia (22)(35) y el apetito por la palatabilidad (35), pero es un factor limitante el llenado de la panza. Parece que los rumiantes tienen algún otro metabolito diferente a la glucosa para regular el hambre (35). Crampton (12) manifiesta que el consumo de un forraje está limitado por la rapidez con que puede ser digerido por el rumiante.

La causa de un menor consumo de alimentos en la cámara climática puede deberse al hecho de que cuando el animal se ve sometido a una sobrecarga de calor ambiental, y los mecanismos de termoregulación ya no le son suficientes para mantener la homeotermia, el único recurso que le queda es disminuir el consumo de alimentos. A mayor nivel nutricional, mayor producción de calor debido al incremento calórico de los alimentos (4)(5)(46). Queda sin explicación porqué en la cámara climática hubo menor consumo de energía digestible con la ración A, si los animales tenían mayor

capacidad para llenar la panza si se los compara con sus testigos en establo, o podían consumir más energía si se los compara con el grupo B de la cámara climática; parece que el llenado de la panza no es un factor limitante en este ambiente riguroso.

Si se comparan los resultados de consumo de energía digestible con las recomendaciones del Consejo Nacional de Investigaciones (1958), se encuentra que sólo el grupo B en el ambiente de establo consumió de acuerdo con sus requisitos. En ambiente de establo el 22 % de fibra de la ración A no permitió que el consumo de energía digestible estuviera de acuerdo con los requisitos; en ambiente de cámara climática, el 16 % de fibra ya fué un factor limitante para lograr que el consumo sea de acuerdo con los requisitos.

Composición proximal de las raciones.

El análisis semanal de las raciones a travez del experimento, arroja los siguientes resultados:

Cuadro No. 11 - Composición proximal de las raciones base seca. Promedio de 19 análisis.

Ración	MS	C	PC	EE	FC	ELN
A	94.0± 2.1	14.2±	11.6± 0.6	5.0± 1.0	21.9± 1.5	47.3± 2.8
B	94.2± 1.6	12.5	12.7± 1.1	8.1± 1.6	16.2± 2.7	50.6± 2.4

Digestibilidad aparente de las raciones.

Cuadro No. 12 - Coeficientes de digestibilidad.

		MS	PC	EE	FC	ElN	Energía
Cámara	A	37.4	63.5	86.6	0.8	49.7	41.3
	B	44.7	64.1	77.0	8.8	52.9	46.0
Establo	A	35.6	64.3	83.0	0	49.4	40.8
	B	44.5	65.3	80.5	11.7	52.9	48.1
C vs E		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A vs B		≡≡	n.s.	≡	≡	n.s.	≡≡

n.s. = no significativo

≡ = significativo P/ 0.05

≡≡ = altamente significativo P/ 0.01

Al no encontrar diferencias significativas entre los ambientes, se promediaron los datos de energía digestible para cada una de las raciones, obteniéndose los siguientes resultados:

Ración A - 1691.6 kcalorías digestibles por gramo.

Ración B - 1996.1 kcalorías digestibles por gramo.

Llama la atención la baja digestibilidad de la fibra cruda. Fresnillo (18) llevó a cabo pruebas de digestibilidad con los subproductos del arroz utilizados en las mezclas A y B, obteniendo los siguientes coeficientes de digestibilidad para la fibra cruda:

Para el Afrecho (base de la ración A) =  $28.7 \pm 3.6$

Para el Afrechillo (base de la ración B) =  $15.6 \pm 5.5$

La digestibilidad de la fibra resulta de la fermentación microbiana; los microorganismos utilizan la celulosa como fuente de su propia energía (3)(11). Las bacterias que digieren la celulosa adquieren completa actividad luego de 2 o 3 horas después de la ingestión del alimento; por consiguiente, tendrán sólo acceso a los nutrientes dejados por los organismos que toman la energía del azúcar y el almidón (11). Según Maynard (38), la adición de carbohidratos de fácil digestión, tales como almidones y azúcares, reduce la digestibilidad de la fibra, pues las bacterias prefieren los carbohidratos más simples. Otros investigadores están de acuerdo con este criterio (8) (24). El-Shazly et al (15) encuentran una inhibición progresiva de la digestibilidad de la celulosa, tanto "in vivo" como "in vitro", al incrementar el maíz en la ración. Estas observaciones concuerdan con el hecho de que los subproductos del arroz usados en forma exclusiva en la ración, presentaron mayores coeficientes de digestibilidad de la fibra cruda, que en mezclas con maíz y harinolina de torta de algodón.

Los animales con que trabajó Fresnillo (18) eran novillas de 13 a 20 meses de edad y posiblemente tenían un mejor desarrollo del aparato digestivo. Los toretes del presente experimento eran más jóvenes. Crampton (11) dice que los animales jóvenes digieren más difícilmente la celulosa que los adultos; Blaxter (3) indica que el rumen adquiere las proporciones del adulto al año de edad. Sin



embargo varios investigadores han encontrado que los animales jóvenes pueden digerir las raciones toscas con igual facilidad que los adultos(1)(39)(54); a esta misma conclusión llegó también Hardison (20) en su revisión de literatura. Otra diferencia con los animales de Fresnillo (18) estriba en el tratamiento preliminar a las pruebas de digestibilidad; los mencionados animales se encontraban en libre pastoreo y pudieron haber desarrollado un aparato digestivo más apto para digerir raciones toscas; los toretes de nuestro experimento recibían en forma rutinaria las raciones A y B de menor volumen que el pasto, debido a su constitución física de fibra corta.

Maynard (38) manifiesta que la utilización de concentrados con mucha fibra no es muy recomendada por los nutricionistas, debido a que se forma una masa pastosa en el estómago que no es debidamente atacada por los jugos digestivos. Hardison (20) indica que los alimentos finamente divididos dan mayores pérdidas fecales que los forrajes de fibras largas; la razón está en que los primeros pasan más rápido el canal digestivo (3)(11) reduciendo el tiempo de ataque en el rumen, donde los microorganismos son más activos. Crampton (11) cita un caso en que la materia seca de un heno tuvo un coeficiente de digestibilidad de 80 %; el mismo forraje molido redujo su digestibilidad a 66 %.

La digestión es influenciada por la masticación. en el presente experimento los animales ingerían el alimento con avidez, pero casi no rumiaban. Este hecho posiblemente

condicionó el que los alimentos no se mezclaran debidamente en la panza. Esta idea se demostró en la siguiente forma: se administraron 12 gramos diarios de Cr203 en pastillas durante 10 días; a partir del quinto día de administración, se colectaron 200 gramos diarios de heces, las mismas que eran debidamente mezcladas. La recuperación del Cr203 en las heces fué menor que el porcentaje administrado con el alimento, prueba evidente de la retención del trazador. Cuando se administró el Cr203 en una mezcla homogénea con el alimento, se encontró que el trazador sí se concentraba en las heces.

Como se puede observar del Cuadro No. 12 no hay diferencias significativas de digestibilidad entre los dos ambientes. Blaxter y Wainman (5) en trabajos realizados con bueyes y Graham et al (19) con ovejas, encuentran una tendencia que no llega a la significancia estadística, de un aumento de digestibilidad paralelo al aumento de temperatura ambiente; esta tendencia era independiente del nivel nutricional. Davis y Merilan (13) encuentran un aumento de la digestibilidad en ambientes calientes rigurosos, pero anotan la disminución del consumo de alimentos como posible causa.

De acuerdo al Cuadro No. 12 hay diferencias altamente significativas en la digestibilidad de las dos raciones.

Eficiencia de utilización de las raciones.

Cuadro No. 13 - Eficiencia de utilización de la materia seca.  
Consumo necesario para un aumento de 1 kg.  
de peso vivo. Datos en kg.

		P e r i o d o s			
		1	2	Total	1 vs 2
Cámara	A	9.38	10.56	9.97	n.s.
	B	8.52	7.95	8.26	n.s.
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
Establo	A	7.94	5.86	6.72	≡≡
	B	6.88	4.92	5.77	≡≡
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	AvsA	n.s.	n.s.	≡	
	BvsB	n.s.	n.s.	≡	
Total	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	CvsE	n.s.	≡	≡≡	

n.s. = no significativo

≡ = significativo P/ 0.05

≡≡ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 14 - Eficiencia de utilización de la energía  
digestible. Consumo necesario para un  
aumento de 1 kg. de peso vivo. Datos en Termas.

		P e r i o d o s			
		1	2	Total	1 vs 2
Cámara	A	15.87	17.86	16.87	n.s.
	B	17.01	15.87	16.49	n.s.
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
Establo	A	13.43	10.29	11.37	≡≡
	B	13.73	9.82	11.52	≡≡
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	AvsA	n.s.	n.s.	≡	
	BvsB	n.s.	n.s.	≡	
Total	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	CvsE	n.s.	≡	≡≡	

n.s. = no significativo

≡ = significativo P/ 0.05

≡≡ → altamente significativo P/ 0.01

Durante el primer período no hubo diferencias significativas de eficiencia entre los dos ambientes, ni para materia seca ni para energía digestible; sin embargo se nota la tendencia a mayor eficiencia en ambiente de establo. Eran de esperarse diferencias más notables, pues en la cámara climática habría más pérdidas de energía neta por aumento de la producción de calor.

Llama la atención el aumento de eficiencia de los animales de establo durante el segundo período del experimento. En Missouri (26) encuentran que durante el crecimiento en el primer año de vida de los bovinos, aumenta progresivamente la eficiencia para NDT. Es posible además que los animales estuvieron sometidos a cierto ritmo periódico de crecimiento; Bogart y otros (7) llevaron registros de peso de 390 novillos durante algunos años; manifiestan que los animales que tuvieron restricciones de crecimiento por causas ambientales en algún período, lo recuperaron en el siguiente. Es probable que el período preliminar de 30 días destinado al acostumbramiento de los animales al nuevo manejo, no fué suficiente para capacitarlos a digerir raciones toscas, pues los animales habían dejado de consumir las mezclas destetadoras que son muy bajas en su contenido de fibra. Al discutir la digestibilidad de las raciones, ya se indicó como puede haber influido la edad, o el desarrollo de microorganismos especializados en la panza. El aumento de humedad ambiente durante el segundo período en la cámara climática, produciría un mayor bloqueo de los mecanismos

de termoregulación física por evaporación (32)(51); de este modo se explica el incremento de temperatura rectal y número de respiraciones por minuto de los animales de la cámara climática durante este segundo período. Probablemente por esta razón en la cámara climática no hubo un aumento de eficiencia paralelo al del ambiente de establo.

Comparando las raciones se observa una tendencia a mayor eficiencia de la materia seca con la ración B, pero que no llega a la significancia estadística. No hay diferencia entre raciones en la utilización de la energía digestible, a pesar de que la ración B tuvo un coeficiente de digestibilidad mayor que la ración A. El incremento del número de respiraciones por minuto que se observa con la ración B al compararla con la ración A, y la tendencia a mayor temperatura rectal con dicha ración en la cámara climática, demuestran la existencia de mayores pérdidas de energía. Es por esta razón que la eficiencia de la energía digestible no sigue la misma tendencia que la eficiencia de la materia seca.

Aumentos de peso, altura a la cruz, y circunferencia torácica.

Los animales del ambiente de establo aumentaron más peso y crecieron más, debido al mayor consumo de energía digestible y a la mayor eficiencia de utilización del alimento.

Cuadro No. 15 - Gramos de aumento diario por 100 kg. de peso vivo.

Periodo	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	313	367	n.s.	419	521	n.s.	n.s.	☞
2	284	348	n.s.	620	687	n.s.	☞☞	☞☞
Promedio	299	358	n.s.	520	604	n.s.	☞☞	☞☞
1 vs 2	n.s.	n.s.		☞☞	☞☞			

n  
n.s. = no significativo  
☞ = significativo P/ 0.05  
☞☞ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 16 - Porcentaje de aumento de altura a la cruz. Dato en cm.

Periodo	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	6.8	7.4	n.s.	4.6	7.6	☞☞	☞	n.s.
2	6.4	7.5	n.s.	8.8	11.9	☞	☞☞	☞☞
Total	13.6	15.4	n.s.	13.4	20.4	☞☞	n.s.	☞☞

n.s. = no significativo  
☞ = significativo P/ 0.05  
☞☞ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 17 - Porcentaje de aumento de circunferencia del tórax. Dato en cm.

Periodo	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	5.57	7.3	n.s.	5.7	9.2	☞	n.s.	n.s.
2	8.0	8.0	n.s.	11.4	14.6	n.s.	n.s.	☞☞
Total	13.5	15.3	n.s.	17.1	23.8	☞☞	n.s.	☞☞

n.s. = no significativo  
☞ = significativo P/ 0.05  
☞☞ = altamente significativo P/ 0.01

A pesar de que hubo mayor consumo de energía digestible con la ración B ( $P < 0.01$ ) se nota sólo una tendencia a más peso con la mencionada ración, sin llegar a la significancia estadística. Sin embargo en ambiente de establo los animales que consumieron la ración B crecieron más que los que consumieron la ración A; se nota la misma tendencia en la cámara climática, pero que no llega a la significancia estadística. La eficiencia de la energía del alimento depende en parte del destino de la energía metabolizable; Reid (44) manifiesta que una cantidad de energía metabolizable que provee 100 unidades para mantenimiento, produciría una cantidad de grasa corporal con sólo 76 unidades. Así se explica porqué no hay los retornos esperados en peso a pesar de haber mayor consumo de energía digestible con la ración B, y la misma eficiencia con las dos raciones.

Las relaciones entre consumo, eficiencia y crecimiento, (este último expresado en forma de aumentos de peso, altura y circunferencia del torax) hacen sospechar que en un ambiente caliente como el de la cámara climática, hay un límite rebasado el cual una mayor alimentación no produce retornos; cualquier energía extra que se administre, se pierde en forma de calor.

Temperatura rectal y ritmo respiratorio.

Cuadro No. 18 - Temperatura rectal a las 4 pm. Datos en °C

Periodos	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	40.2	40.4	n.s.	38.9	38.9	n.s.	☐☐	☐☐
2	41.0	41.2	n.s.	39.1	38.9	n.s.	☐☐	☐☐
Promedio	40.6	40.8	n.s.	39.0	38.9	n.s.	☐☐	☐☐
1 vs 2	☐☐	☐☐		n.s.	n.s.			

n.s. = no significativo

☐ = significativo P/ 0.05

☐☐ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 19 - Temperatura rectal a las 6 am. Datos en °C.

Periodos	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	38.2	38.2	n.s.	38.4	38.4	n.s.	☐☐	☐☐
2	38.1	38.2	n.s.	38.5	38.4	n.s.	☐☐	☐☐
Promedio	38.2	38.2	n.s.	38.5	38.4	n.s.	☐☐	☐☐
1 vs 2	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.			

n.s. = no significativo

☐ = significativo P/ 0.05

☐☐ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 20 - Ritmo respiratorio a las 4 pm.

Periodos	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	118	129	☐	23	41	☐	☐☐	☐☐
2	133	151	☐	36	49	☐	☐☐	☐☐
Promedio	126	140	☐	30	45	☐	☐☐	☐☐
1 vs 2	☐	☐		n.s.	n.s.			

n.s. = no significativo

☐ = significativo P/ 0.05

☐☐ = altamente significativo P/ 0.01



Contrasta el que la temperatura rectal de los animales del ambiente de establo fué mayor que en los de la cámara climática, cuando la temperatura ambiente era más baja (6 am.); cuando la temperatura ambiente fué más alta (4 pm.), los animales de la cámara climática presentaron mayor temperatura rectal que los de establo.

No hubo diferencias significativas de temperatura rectal entre raciones; sin embargo a las 4 pm se nota una tendencia a más temperatura con la ración B en el ambiente de cámara climática.

#### Consumo de agua

Cuadro No. 21 - Agua consumida por kg. de materia seca ingerida. Datos en litros.

Período	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	3.94	3.77	n.s.	2.36	2.84	n.s.	☼☼	☼☼
2	4.41	4.35	n.s.	2.52	2.93	n.s.	☼☼	☼☼
Promedio	4.28	4.06	n.s.	2.44	2.89	n.s.	☼☼	☼☼
1 vs 2	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.			

n.s. = no significativo

☼ = significativo P/ 0.05

☼☼ = altamente significativo P/ 0.01

Hubo más consumo de agua en ambiente de cámara climática que en ambiente de establo. Las diferencias entre raciones no son significativas.

Cuadro No. 22 - Agua consumida diariamente por 100 kg. de peso vivo. Datos en litros.

Período	C á m a r a			E s t a b l o				
	A	B	AvsB	A	B	AvsB	AvsA	BvsB
1	11.7	11.5	n.s.	7.9	10.1	≠	≡≡	n.s.
2	12.9	12.1	n.s.	9.1	9.9	n.s.	≡≡	≡
Promedio	12.3	11.8	n.s.	8.5	10.0	≠	≡≡	≡≡
1 vs 2	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.			

n.s. = no significativo

≠ = significativo P/ 0.05

≡≡ = altamente significativo P/ 0.01

Al considerar el consumo de agua en relación al peso vivo de los animales, se observa que durante el primer período hubo más consumo con ración B dentro del ambiente de establo; esta diferencia no fue significativa durante el segundo período.

### Hematócrito.

En la cámara climática se observa una disminución progresiva de los valores de hematócrito, más pronunciada con ración B que con ración A. Será debida al incremento de la temperatura corporal, mayor ritmo respiratorio en el mencionado ambiente? En ambiente de establo también se observa una ligera tendencia a disminución de los valores de hematócrito, que puede ser atribuida al aumento de edad, resultado que estaría de acuerdo con la literatura (2).

Cuadro No. 23 - Valores de hematócrito

		P e r i o d o s			
		1	2	Media	lvs2
Cámara	A	29.6	28.2	28.9	n.s.
	B	29.0	26.8	27.9	n.s.
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
Establo	A	31.7	30.4	31.1	n.s.
	B	31.3	30.7	31.0	n.s.
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	AvsA	n.s.	n.s.	≠	
	BvsB	n.s.	≠	≠≠	
Total	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.	
	CvsE	≠	≠≠	≠≠	

n.s. = no significativo

≠ = significativo P/ 0.05

≠≠ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 24 - Comparación de los valores de hematócrito.

Semanas	C á m a r a		E s t a b l o	
	A	B	A	B
1	32.0	31.8	31.7	29.8
2	32.0	31.2	32.0	29.8
3	32.6	31.6	32.0	32.2
4	30.4	29.6	31.0	30.2
5	29.0	28.8	29.3	31.8
6	28.8	27.2	----	----
7	27.0	25.8	32.3	32.8
8	27.0	26.4	32.0	31.0
9	28.0	28.4	34.5	32.6
10	----	----	28.7	28.2
11	29.0	25.0	26.0	29.0
12	28.2	27.0	30.0	31.6
13	29.6	27.6	32.3	31.0
14	28.8	28.0	31.0	32.0
15	28.6	27.0	31.3	31.0
16	28.4	26.0	----	----
17	26.2	26.4	31.0	33.0
18	26.8	27.0	32.7	31.2

El volumen globular es un reflejo de la cantidad de glóbulos rojos y hemoglobina, es decir, es una medida de la capacidad respiratoria de la sangre. El medir el número de respiraciones por minuto, no es sinónimo de medir la ventilación pulmonar o el volumen minuto. Sin embargo se sabe que por efecto del calor hay un aumento efectivo de la ventilación pulmonar (33); este aumento trae como consecuencia un aumento del intercambio gaseoso en los pulmones, sin que exista una necesidad fisiológica para ello. Un mecanismo compensatorio al mayor intercambio gaseoso bien podría ser la reducción de la capacidad respiratoria de la sangre; el resultado sería el volumen globular disminuido. El efecto contrario se puede observar como resultado de la aclimatación al ambiente de altura; la sangre es más rica en hemoglobina y glóbulos rojos, para suplir la capacidad respiratoria disminuida por efecto de una menor tensión de oxígeno. La disminución de la tensión de oxígeno estimula la eritropoiesis (policitemia de las alturas)(22). Kibler (34) encontró una disminución del consumo de oxígeno de 110 lts./hora iniciales a 85 lts./hora finales, cuando sometió a nueve torques a un aumento progresivo de 50 a 95 °F (10 a 35 °) en 60 días; la ventilación pulmonar aumentó de 49 a 129 lts./minuto, el peso de los animales de 347 a 365 kg. y la temperatura rectal en 2.1 °F (1.2 °C). Cuando los animales fueron sometidos a un aumento de temperatura ambiente desde 68 hasta 111 °F (20 a 44 °C) el consumo de oxígeno aumentó de 83 a 107 lts./hora; también aumentó la ventilación

pulmonar y la temperatura rectal. El primer efecto lo atribuye Kibler a la disminución de la función tiroidea y el consumo de NDT; el segundo efecto lo atribuye a la mayor ventilación pulmonar y al efecto Van't Hoff. Estos datos de Kibler ofrecen una explicación a la disminución de los valores de hematócrito con el aumento de la ventilación pulmonar, observados en el ambiente de cámara climática.

Algunos investigadores informan que las razas adaptadas al calor tienen valores más altos de hematócrito, que aquellas con poca capacidad para resistir el ambiente caliente (39)(49)(53). Esto podría ser una consecuencia del aumento de ventilación pulmonar en las razas no adaptadas.

Función Tiroidea.

Cuadro No. 25 - Absorción de  $I^{131}$  en la glándula tiroides. Porcentaje de la dosis inyectada.

		Total	Horas	Total/24 horas
Cámara	A	8.4	67	4.8
	B	10.8	29	9.9
	AvsB	n.s.	≠	≠
Establo	A	4.4	90	1.2
	B	5.5	94	1.4
	AvsB	n.s.	n.s.	n.s.
	AvsA	≠	n.s.	n.s.
	BvsB	≠≠	≠≠	≠≠

n.s. = no significativo

≠ = significativo P/ 0.05

≠≠ = altamente significativo P/ 0.01

Cuadro No. 26 - Descarga de  $I^{131}$  de la glándula tiroides.  
Porcentaje por hora  $\times (-10^4)$

	C á m a r a		E s t a b l o	
	A	B	A	B
Sin bocígeno	$20 \pm$ $24$	$54 \pm$ $8$	$27 \pm$ $1$	$13 \pm$ $1$
Con bocígeno	$34 \pm$ $32$	$34 \pm$ $34$	$38 \pm$ $18$	$65 \pm$ $34$

Llama la atención el bajo porcentaje de absorción del  $I^{131}$  tanto en ambiente de cámara climática como de establo. Swanson et al (50) encontraron que proporcionando a las vacas una ración que contenía 0.036 ppm de yodo, la absorción del  $I^{131}$  llegaba a 18 %; con un alimento que proporcionaba 2.6 ppm de yodo, la absorción del trazador llegaba sólo a 7.5 %. En cambio en Michigan (36)(37) no encontraron disminución en el porcentaje de absorción del  $I^{131}$  cuando adicionaron a la ración 2 ppm de yodo; hay que aclarar que Michigan se encuentra en una zona bocígena.

Parece que la adición de 1.5 ppm de yodo en las raciones A y B pudo haber influenciado en el bajo porcentaje de absorción del trazador; no se determinó cuanto yodo aportaron las raciones. El propósito de suplementar yodo fué evitar variables en los tratamientos por posibles deficiencias en las raciones.

La descarga de  $I^{131}$  no evidencia diferencias entre tratamientos. Tampoco se encuentran diferencias entre la descarga antes de administrar el Tapazol y después. Mas que una dosificación baja, pudo haber tenido influencia la falta

de rumia, para condicionar un retardo en la absorción de la droga. Esto puede ser similar a lo que ocurrió cuando se administró Cr203 en comprimidos. La duración de la radioactividad en los animales, medible a 30 cm. de distancia entre la fuente radioactiva y el contador de centelleo, fué apenas de 12 días, de modo que no se siguieron tomando datos para comprobar si hubo retardo en la absorción del Tapazol, o simplemente la dosis fué muy baja para bloquear la resíntesis del yodo.

Llama la atención el no encontrar diferencias entre ambientes. Johnson y Ragsdale (29) encontraron que al aumentar la temperatura ambiente de 35 a 80 °F (16 a 27 °C), hubo una disminución progresiva de la descarga de I<sup>131</sup> cuando los bovinos eran sometidos a períodos cortos de exposición; sin embargo los mismos investigadores, en un reporte anterior (27) manifiestan no haber encontrado diferencias entre la descarga de I<sup>131</sup> en animales que crecieron a 50 °F, comparados con otros que crecieron a 80 °F, efecto que atribuyen a la aclimatación (10 y 27 °C respectivamente).

Valoración del método.- Lodge et al.(37) encontraron una correlación de -0.17 que no tiene significancia estadística, entre el porcentaje de absorción de I<sup>131</sup> en 48 horas y la secreción de tiroxina medida por sustitución. Premachandra et al.(41) no encontraron relación significativa entre la secreción de tiroxina medida por sustitución, y la descarga de I<sup>131</sup>, con o sin bloqueo de la resíntesis, durante las

variaciones anuales de temperatura ambiente en Missouri.

Johnson et al (28) encontraron que a temperaturas mayores de 65 oF (18 °C) hubo menor utilización de la tiroxina<sup>131</sup> administrada por vía endovenosa, midiendo la desaparición de la radioactividad de la sangre. Manifiestan que lo que realmente ocurrió fué una menor utilización de la tiroxina marcada, con el aumento de la temperatura ambiente, independientemente de la descarga de la glándula.

Johnston et al (30) de la Universidad de Luisiana proporcionan algunos datos interesantes:

- a. Correlación entre PBI y descarga de I<sup>131</sup>, -0.11
- b. Correlación entre PBI y secreción de tiroxina medida por sustitución, -0.03
- c. Correlación entre metabolismo medido por el consumo de oxígeno, y utilización de tiroxina marcada, 0.42
- d. Correlación entre metabolismo medido por el consumo de oxígeno, y secreción de tiroxina, 0.90

Parece evidente que la glándula tiroides descarga en la circulación diversos aminoácidos, con actividad biológica diferente a la tiroxina. Premachandra et al (41) valoran a la triyodotironina como cinco veces más activa para bloquear la descarga de I<sup>131</sup>, que la tiroxina.

Por lo anotado, al momento actual la técnica de sustitución parece ser la mejor estimación del metabolismo y sus relaciones con la glándula tiroides.

Originalmente se proyectó utilizar el método de sustitución mediante la administración de L-tiroxina y Tapazol para bloquear la resíntesis del yodo. La baja absor-



ción de  $I^{131}$  no permitió no lo permitió, pues a los 12 días la radioactividad de la glándula se confundía con la actividad de fondo.

Para reducir los errores de conteo, es necesario lograr en el método que la actividad mínima de la glándula no sea inferior a la actividad de fondo/2. En esta forma los errores de conteo serían: (tiempo de conteo 10 minutos)

3.3 % con 68 % de confianza en los datos  
5.4 % con 90 % de confianza en los datos  
6.7% con 95 % de confianza en los datos.

Se recomienda:

1. No suplementar yodo en las raciones.
2. Disminuir la distancia entre el detector de centelleo y la fuente radioactiva a 20 cm. en vez de 30 cm. Howes (23) utiliza un circuito de dos contadores de centelleo aplicados directamente a los lóbulos de la tiroides; en esta forma reduce los errores por geometría y puede utilizar dosis de 5 uc/100 lbs de peso.
3. Si las recomendaciones anteriores no son suficientes, habrá que aumentar la dosis de  $I^{131}$ .

#### Otras observaciones.

Durante el primer período los animales de la cámara climática perdieron su pelo original; el nuevo pelo era casi a ras de piel, dando un aspecto lustroso. En el ambiente de establo el cambio de pelo fué paulatino y poco

notorio.

La rumia fué observada en forma esporádica, más frecuente con la ración A que con la ración B. No se observó que hubiera diferencia entre ambientes; los animales rumiaban aún con temperaturas rectales mayores a 41 °C (máximo a 41.8 °C).

Por lo expuesto se desprende que el incremento de la fibra cruda influyó negativamente en la digestibilidad de la ración A, mas no en la utilización de la energía digestible de la mencionada ración. De existir pérdidas en la utilización de la energía digestible, estas se hubieran detectado por un aumento de la temperatura corporal, del ritmo respiratorio, o por una menor eficiencia en la utilización de la energía digestible con la ración A.

Sin embargo no se puede desechar la hipótesis de que el incremento de la fibra cruda aumenta las pérdidas de energía neta por una mayor producción de calor, pues el no haber encontrado el efecto buscado pudo deberse a:

1. Baja digestibilidad de la fibra en las dos raciones; si la fibra no fué suficientemente digerida, poco efecto pudo producir la porción pequeña que sí fué digerida.

Nótese además que en la ración A la fibra cruda fué casi indigerida.

2. Forma física de las raciones que condiciona la ausencia de rumia y el paso demasiado rápido por el canal digestivo. Quienes encontraron que las raciones con más fibra aumentaban la temperatura rectal de los bovinos (9)(48) combinaron

alimento concentrado con forraje tosco. En el presente experimento no se proporcionó raciones mixtas, por las dificultades de regular la variabilidad de los productos durante 18 semanas.

3. La diferencia en el contenido de fibra entre las dos raciones del presente experimento pudo ser muy baja. Sin embargo al aumentar las diferencias en el contenido de fibra, se distancia paralelamente la composición general de las raciones y se introducen otras variables. Por ejemplo, al aumentar el contenido de fibra, disminuye el contenido de extracto etereo. La fibra de la ración A se origina principalmente de las cáscaras del grano de arroz, ricas en sílice; la fibra de la ración B posiblemente es más rica en lignina y se origina en su mayor parte del salvado.

4. La ración B proporcionó más energía digestible; el resultado fué un incremento en el ritmo respiratorio con la mencionada ración, anotándose además la tendencia a mayor temperatura rectal dentro del ambiente de cámara climática en las horas de mayor calor. El mayor consumo de energía pudo ocultar el efecto buscado para la fibra.

5. Los animales crecieron durante 18 semanas dentro del ambiente de cámara climática; en ese tiempo pudieron haber mejorado su eficiencia para mantener la homeotermia, como resultado de la aclimatación.

R E S U M E N

El experimento se realizó en Turrialba, Costa Rica, en los Laboratorios del Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Veinte toretes de raza Jersey, de  $180 \pm 15$  días e hijos de un mismo toro, fueron divididos en cuatro grupos en un arreglo factorial de dos ambientes, dos raciones y dos períodos.

Los ambientes fueron:

1. Cámara climática con temperaturas de  $36^{\circ}\text{C}$  durante 9 horas diarias, y  $27^{\circ}\text{C}$  durante las 15 horas restantes. La humedad relativa media fué de 76 %.
2. Ambiente de Turrialba con microclima de establo; las temperaturas ambientales fueron: máxima de  $23^{\circ}\text{C}$  y mínima de  $17^{\circ}\text{C}$ . La humedad relativa media fué de 90%.

Las dos raciones fueron:

1. Ración A con 22% de fibra cruda.
2. Ración B con 16 % de fibra cruda.

Los períodos fueron:

1. Administración del alimento en forma limitada de acuerdo al consumo observado durante el período de 30 días preliminar al experimento, e isocalórica. La duración fué de 9 semanas.
2. Administración del alimento "ad libitum", durante 9 semanas.

El consumo de alimentos, tanto en la forma de materia seca como de energía digestible, fué menor en el ambiente de cámara climática. Con la ración B hubo mayor consumo de energía digestible que con la ración A, pero sólo el grupo B dentro del ambiente de establo consumió de acuerdo con los requisitos recomendados por el Consejo Nacional de Investigaciones (1958).

Hubo mayor eficiencia en el ambiente de establo, debido a que las pérdidas de energía en forma de calor fueron posiblemente menores, según se evidencia por la menor temperatura rectal y ritmo respiratorio de los animales de establo durante las horas de mayor calor.

A pesar de que la ración A fué menos digestible que la ración B, las diferencias de eficiencia entre las raciones no fueron significativas; hubo más pérdidas de energía en forma de calor con la ración B, según se evidencia por el aumento del ritmo respiratorio con la mencionada ración.

En ambiente de establo los animales aumentaron más en peso. Las diferencias entre raciones no fueron significativas.

Crecieron más en altura los animales mantenidos en ambiente de establo. Dentro del ambiente de establo crecieron más los animales que consumieron la ración B que los que consumieron la ración A.

En la cámara climática los valores de hematócrito disminuyeron progresivamente durante el transcurso del

experimento, en forma más marcada durante el primer período; la causa puede estar posiblemente en el aumento del ritmo respiratorio.

Los animales que crecieron dentro de la cámara climática, desarrollaron pelo mucho más corto que los del ambiente de establo.

La absorción de  $I^{131}$  en 24 horas fué mayor en el ambiente de cámara climática y con ración B. La absorción del trazador fué muy baja y no permitió tomar datos durante más de 12 días.

No hubo diferencias en la descarga del yodo radioactivo por la glándula tiroides, ni entre raciones ni entre ambientes; la causa puede estar en la aclimatación de los animales de la cámara climática. Las determinaciones con y sin Tapazol no dan diferencias; es posible que la absorción de la droga se vió retardada por la falta de rumia.

C O N C L U S I O N E S

1. La ración A con 27 % más fibra que la ración B, fué 12% menos digestible. Este mayor contenido de fibra cruda no disminuyó la eficiencia de conversión de la energía digestible en peso corporal, pero limitó su consumo.

2. El aumento de 10 °C de temperatura ambiente, sobre una media de 20 °C, produjo los siguientes efectos:

a. Deprimió el consumo de alimentos en 16 %.

b. Aumentó la temperatura rectal de los animales en 1.7 °C y el ritmo respiratorio en 96 respiraciones por minuto.

c. Disminuyó la eficiencia de utilización de la energía digestible en 45 %.

d. Disminución progresiva de los valores de hematócrito, que puede ser relacionada con el aumento de la ventilación pulmonar.

3. Incluir concentrados para aumentar el consumo de energía digestible en los ambientes calientes, puede ser objetable por la pérdida de eficiencia de la energía neta a medida que aumenta la temperatura ambiente. La alimentación de los bovinos en ambientes calientes debería ser a base de forrajes toscos de alta calidad.

S U M M A R Y

Twenty Jersey bull calves 180  $\pm$  days old, sired by the same bull, were allotted in four groups in a factorial design of two environments, two feeds and two periods.

The two environments were:

1. Climatic chamber with an environmental temperature of 36 °C during nine hours, and 27 °C during fifteen hours. Relative humidity was 80 and 70 % respectively.
2. A "stable" with a microclimate within the ambient weather of Turrialba. This environment had an average maximum of 23 °C, and average minimum of 17 °C. The mean relative humidity was 90 %.

The two feeds were:

1. Ration A with 22 % crude fiber.
2. Ration B with 16 % crude fiber.

The two periods were:

1. Feeding was regulated according to a previous 30 days "ad libitum" consumption; then digestible energy intake was equalized. The duration of this period was nine weeks.
2. Feeding "ad libitum" during nine weeks.

Daily intake of dry matter and digestible energy was lower for the group in the climatic chamber. Daily intake of digestible energy was higher with ration B, but only group B in the "stable" environment consumed digestible energy equal to the daily requirements recommended by the National Research Council (1958).



Feed efficiency was higher in the "stable" environment. Heat losses possibly were lower than in the climatic chamber; this is shown by higher respiration rate and rise in rectal temperature, in the climatic chamber.

In spite of ration B being more digestible than ration A, differences in efficiency were not significant. It is assumed that the higher intake of digestible energy with ration B produced higher loss as heat, the net result in body weight being the same.

The higher energy intake and greater feed efficiency of the animals in the "stable" was reflected in greater weight gains and body growth.

Differences in weight between rations were not significant in spite of the higher digestible energy intake with ration B; but in the "stable" environment the animals grew more in size with ration B.

Hematocrit values decreased progressively during the experiment in the climatic chamber. This was possibly due to the higher respiration rate. There were no differences between rations.

Rumination was almost absent, perhaps due to the "ground" nature of the feed.

During the first period a change in hair coat was observed in the climatic chamber as a result of acclimatization.

The 24 hour thyroid uptake of  $I^{131}$  was higher in the climatic chamber and for animal on ration B. Overall absorption of  $I^{131}$  was very low and it was impossible to take data for more than 12 days.

There were no differences in the  $I^{131}$  release rate between groups. This was possibly due to acclimatization. The release rate of  $I^{131}$  after feeding Tapazole was almost the same as before feeding. A possible reason for this lack of change could be the absence of rumination which may have delayed the absorption of the drug.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- (1) ARMSTRONG, D.G. et al. Digestibility of a sample of pasture by calves. Nature 174(4443):1182-1183. 1954
- (2) BHANNASIRI, T., Bogart, R., y Krueger, H. "Hemoglobin and Blood cells of growing beef cattle. Journal Animal Science 2(1):18-21. 1961
- (3) BLAXTER, K.L. Nutrición de los rumiantes. En Avances en fisiología zootécnica. Ed. John Hammond. Trad. Editorial Acribia, Zaragoza, 1959. 1330 pp.
- (4) ----- y Wainman, F.W. The utilization of food by sheep and cattle. Journal Agricultural Science 57(3):419-425. 1961
- (5) ----- y Wainman, F.W. Environmental temperature and the energy metabolism and heat emission of steers. Journal Agricultural Science 56(1): 81-91. 1961
- (6) BLINCOE, C., y Brody, S. The influence of temperature on blood composition of cattle. Missouri Agr. Expt. Sta. Res. Bull. 488. 1951
- (7) BOGART, R., Sawyer, W.A., y Hubbert, F. The expression of growth compensations for environmental influences affecting gains of steers. Journal Animal Science 18(4):1536. 1959
- (8) BURROUGHS, W., Gerlavch, P., y Edgington, B.H. The influence of corn starch upon roughage digestion in cattle. Journal Animal Science 8(2):271-278. 1949
- (9) CADENA, M. Prueba de toros a la tolerancia al calor por medio de su progenie e influencia de diferentes niveles de fibra en la ración sobre la temperatura rectal y ritmo respiratorio. Tesis sin publicar. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. 1958
- (10) CRAMPTON, E.W. Applied Animal Nutrition. San Francisco, California, W.H. Freeman. 1956. 458 pp.
- (11) ----- y Lloyd, L.E. Fundamentals of Nutrition. San Francisco, California, W.H. Freeman. 1959. 494 pp.
- (12) ----- Interrelations between digestible nutrients and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall feeding value of forages. En Grasslands. Am. Ass. for advancement of Science. Washington D.C. 1959. pp. 205-212. Pub. 53

- (13) DAVIS, A.V., y Merilan, C.P. Effect of constant environmental temperatures and relative humidities on feed digestion by lactating Holstein cows. En Abs. of papers at 55nd Annual Meeting of the American Dairy Science Ass. Journal Dairy Science, (43(6):871. 1960
- (14) DE ALBA, J. Alimentación del ganado en America latina. Mexico, Prensa Médica Mexicana. 1958. 336 pp.
- (15) EL-SHAZLY, K., Dehority, B.A., y Johnson, R.R. Effect of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms. Journal Animal Science 20(2):268-273. 1961
- (16) ELY, R.E., y Moore, L.A. The nutritive Value of forages with emphasis on the polysaccharide fraction. En Grasslands. Washington D.C., American Association for the advancement of science. 1959. Pub. 53
- (17) FINLAY, J.D., y Beakley, M.A. Environmental physiology of farm animals. En Progress in the physiology of farm animals. London, Butterworths Scientific Pub., 1954. 252-298 pp.
- (18) FRESNILLO, O. Digestibilidad y energía digestible de algunos productos del trópico. Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1962
- (19) GRAHAM, N. et al. Environmental temperature, energy metabolism, and heat regulation in sheep. I Energy metabolism in closely clipped sheep. Journal Agricultural Science 52(1):13-25. 1959
- (20) HARDISON, W.A. Evaluating the nutritive quality of forage on the basis of energy. A review. Journal Dairy Science 42(3):489-500. 1959
- (21) HAWK, P.R., Oser, B.L. y Summerson, W.H. Practical Physiological Chemistry. 13 ed. New York, Mc Graw Hill, 1954. 1439 pp.
- (22) HOUSSAY, B.A. et al. Fisiología humana. 3 ed. Buenos Aires, El Ateneo, 1957. 1422 pp.
- (23) HOWES, J.R., et al. Comparison of the thyroid release of  $I^{131}$  by Hereford and Brahma cattle maintained under identical environmental conditions. Journal Animal Science 21(2):210-213. 1962

- (24) HUNT, C.H. et al. The effect of carbohydrates and sulfur on B-vitamins synthesis, cellulose digestion, and urea utilization by rumen microorganisms "in vitro". Journal Animal Science 13(3):570-580. 1954
- (25) JOHNSON, H.D., Ragsdale, A.C., y Yeck, R.G. Effects of constant environmental temperatures of 50 °F and 80 °F on feed and water consumption of Brahman, Santa Gertrudis, and Shorthorn calves during growth. Missouri Agr.Expt.Sta.Res.Bull.683. 1958
- (26) ----- Kibler, H.H., y Ragsdale, A.C. Efficiency of weight gains in dairy calves during growth at 50 and 80 °F. En Abs. of papers at the 51nd Annual National Meeting of the American Society of Animal Production. Journal Animal Science 18(4):1561. 1959
- (27) -----y Ragsdale, A.C. Changes in thyroid I<sup>131</sup> release rate during growth in Holstein, Brown Swiss and Jersey calves at constant environmental temperatures of 50 and 80 °F. Journal Dairy Science 42(1):1821-1831. 1959
- (28) ----- Kibler, H.H. y Ragsdale, A.C. Temperature - Humidity effects on thyroid I<sup>131</sup> degradation rates of cattle. En Abs of papers 52nd Annual National Meeting of the American Society of Animal Production. Journal Animal Science 19(4):1326. 1960
- (29) ----- y Ragsdale, A.C. The effect of rising environmental temperatures (35 - 95 °F) on thyroid I<sup>131</sup> release rate of Holstein, Brown Swiss and Jersey Heifers. Journal Agricultural Science 54(3):421-426. 1960
- (30) JOHNSTON, J.E. et al. Comparison of methods os measuring thyroid function in dairy cattle. En Abs of papers at the 54nd Annual Meeting of the American Dairy Science Association. Journal Dairy Science 42(5): 927. 1959
- (31) KIBLER, H.H. y Brody, S. Influence of temperature 5 to 95 °F on evaporative cooling from respiratory and exterior body surfaces in Jersey and Holstein cows. Missouri Agr.Expt.Sta.Res.Bull.461. 1950
- (32) ----- y Brody, S. Influence of humidity on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brahman and Brown Swiss cattle. Missouri Agr.Expt.Sta.Res.Bull.522. 1953

- (33) KIBLER, H.H., y Brody, S. Influence of Diurnal temperature cycles on heat production and cardiorespiratory activities in Holstein and Jersey cows. Missouri Agr.Expt.Sta.Res.Bull.601. 1956
- (34) ----- Oxygen consumption in cattle in relation to rate of increase in environmental temperature. Nature 186(4729):972-973. 1960
- (35) KLEIBER, M. The fire of life. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1961. 454 pp.
- (36) LODGE, J.R., Lewis, R.C., and Reineke, E.P. Estimating the thyroid activity of dairy heifers. Journal Dairy Science 40(3):209-215. 1957
- (37) ----- et al. Thyroidal uptake of  $I^{131}$  by dairy calves. Journal Dairy Science 41(5):641-646. 1958
- (38) MAYNARD, L.A., y Loosli, J.K. Animal nutrition. 4 ed. New York, McGraw-Hill Book Co.Inc. 1956. 484 pp.
- (39) Mc ARTHUR, A.T.G. The ability of cows and calves to digest grass. New Zealand Journal of Science and Technology 38(7):696-699. 1957
- (40) McDOWELL, R.E. Physiological approaches to animal climatology. Journal of Heredity 49(2):52-61. 1958
- (41) PREMACHANDRA, B.N., Pipes, G.W. y Turnes, C.W. Thyroxine secretion, rate of cattle utilizing radioactive iodine ( $I^{131}$ ) as a tracer. Missouri Agr.Expt.Sta. Res.Bull. 727. 1960
- (42) ----- Pipes, G.W., y Turner, C.W. Comparative goitrogenic activity of Tapazole and carbimazole in cattle. Journal Animal Science 19(2):553-559. 1960
- (43) RAGSDALE, A.C. et al. Influence of temperature, 50 to 105 F, on water consumption in dairy cattle. Missouri Agr.Expr.Sta.Res.Bull. 521. 1953
- (44) REID, J.T. Evaluation of energy in forage. Grasslands. Washington, D.C., American Association for the Advancement of Science, 1959. 213-224 pp. Pub. No. 53
- (

- (45) RHOAD, A.O. The Iberia heat tolerance test for cattle. Tropical Agriculture Trinidad 21(9):162-164. 1944
- (46) ROGERSON, A. The effect of environmental temperature on the energy metabolism of cattle. Journal Agricultural Science 55(3):359-364. 1960
- (47) ROUX, H. Efectos estacionales, de edad y fertilización en el crecimiento y aceptación por el ganado del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1961
- (48) SCOTT, G.H. y Grant Moody, E. Tolerance of dairy cows to high climatic temperatures on low roughage rations. En Abs. of papers at 55nd Annual Meeting American Dairy Science Association. Journal Dairy Science 43(6):871-872. 1960
- (49) SQUIBB, R.L., et al. Several Blood constituents of five breeds os dairy cattle in Guatemala. American Journal Veterinary Research. 19(70):112-114. 1958
- (50) SWANSON, E.W., Lengeman, F.W., y Monroe, R.A. Factors affecting the thyroid uptake of  $I^{131}$  in dairy cows. Journal Animal Science 16(2):318-327. 1957
- (51) THOMPSON, H.J., Worstell, D.M., y Brody, S. The effect of humidity on insensible weight loss, total vaporized moisture, and surface temperature in cattle. Missouri Agr. Expr. Sta. Res. Bull. 531. 1953
- (52) VERNON, E.H. et al. Relation of Heat tolerance determination to productivity in beef cattle. Journal Animal Science 18(1):91-94. 1956
- (53) WALKER, C.A. The relation between the changes in the haemoglobin index with age and the development of the heat toleration coefficient. Journal Agricultural Science 51(1):119-123. 1958
- (54) WING, J.M. Effect of a single high fiber feed on dairy calves. Journal Dairy Science 42(11):1877-1879 1959