

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE DOS GENOTIPOS: HEREFORD PURO Y
BONSMARA-HEREFORD EN CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO

por

Diego BARAIBAR
Victoria PIAZZA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2014

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (DSc) Ana Espasandin

Ing. Agr. Paula Batista

Ing. Agr. Juan Pablo Marchelli

Fecha: 02 de octubre de 2014

Autor:

Diego Baraibar

Victoria Piazza

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Ana Espasandín por su dedicación y apoyo durante todo el período de realización de esta tesis.

A la Ing. Agrónoma Paula Batista por su ayuda durante la etapa de campo.

Por último, agradecemos a nuestras familias por todo el apoyo brindado durante la carrera, que sin ellos esto no sería posible.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	6
2.1 ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS DE CARNE	6
2.2 CONSUMO EN BOVINOS DE CARNE Y LA TÉCNICA PARA SU ESTIMACIÓN	10
2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA BONSMARA	13
2.4 RAZAS Y CONSUMO	14
2.5 HIPÓTESIS	17
2.5.1 <u>Hipótesis biológica</u>	17
2.5.2 <u>Hipótesis estadística</u>	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	18
3.2 DESCRIPCIÓN DEL LA ESTACION EXPERIMENTAL	18
3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	19
3.4 PREDICCIÓN DE CONSUMO MEDIANTE ECUACIONES PRE- ESTABLECIDAS	20
3.4.1 <u>Técnica de n-alcanos</u>	20
3.4.2 <u>Modelo de NRC</u>	21
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23

4. <u>RESULTADOS</u>	25
4.1 CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA EN BASE A LA ECUACIÓN DE PREDICCIÓN DE NRC	26
4.2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO MEDIANTE LA TÉCNICA DE N- ALCANOS	29
4.3 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS.....	30
5. <u>DISCUSIÓN</u>	32
6. <u>CONCLUSIONES</u>	37
7. <u>RESUMEN</u>	38
8. <u>SUMMARY</u>	39
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	40
10. <u>ANEXOS</u>	46

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Temperatura promedio y máxima, precipitaciones y humedad relativa ocurridas en la E.E.M.A.C durante el período práctico de la tesis	18
2. Consumo de vaquillonas Hereford puro estimado mediante el modelo NRC	26
3. Consumo de vaquillonas Bonsmara-Hereford estimado mediante el modelo de NRC	27
4. Resultados del consumo en base a dos estimaciones diferentes	30
Figura No.	
1. Efecto de la temperatura ambiental en el consumo de materia seca de vacunos, tomando como base 18 – 20°C	11
2. Diagrama de la temperatura ambiental crítica (°C) en bovinos de razas europeas y cebuinas.....	15
3. Zona de confort de los diferentes biotipos en función de la temperatura ocurrida en la E.E.M.A.C. durante el período de experimentación.	25
4. Peso vivo de vaquillonas Hereford puras y cruzas Bonsmara-Hereford durante el período experimental.....	28
5. Condición corporal de vaquillonas Hereford puras y cruzas Bonsmara- Hereford durante el período experimental	28
6. Consumo de materia seca de vaquillonas Hereford puras y cruzas Bonsmara- Hereford durante el período experimental	29

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne vacuna en el Uruguay ocupa una superficie de 15 millones de hectáreas distribuidas en 50.000 establecimientos (tanto ganaderos como agrícola-ganaderos), con un total de 10.3 millones de cabezas (MGAP. DIEA, 2012).

Según los datos del censo agropecuario 2011, tanto la mitad de estas explotaciones como la mitad del área que ocupa la ganadería corresponden a sistemas criadores; sólo un 14% de las explotaciones definieron su sistema de producción como ciclo completo ocupando un 25% de área total de la ganadería, y un 11% de las explotaciones definieron su sistema como invernadores exclusivos ocupando el 16% del área total de la ganadería (MGAP. DIEA, 2012). Estos datos, manifiestan la importancia de la cría vacuna, primer eslabón de la cadena cárnica, generadora de uno de los principales productos de exportación del país (Saravia et al., 2011).

A su vez en datos del censo agropecuario 2011 se observa que independientemente del sistema de producción la ganadería se desarrolla sobre campo natural, siendo un 90% (ganaderos) y un 80% (agrícolas-ganaderos) del área total aproximadamente (MGAP. DIEA, 2012). El campo natural produce forraje sin agregado de insumos y por tanto resulta un forraje de muy bajo costo, además de poseer alta resistencia al sobrepastoreo (Soca et al., 2013).

En nuestro país existe una gran variabilidad en la producción forrajera entre y dentro de los años, principalmente la relacionada al campo natural. Esto se debe fundamentalmente a la variación de los niveles de precipitaciones y temperatura ocurridas (como consecuencia del cambio climático), a lo que se le suma la gran variabilidad de suelos. Como consecuencia, varía la presencia relativa de distintas especies de pasturas, y por lo tanto, diferentes niveles de producción forrajera, tanto en

cantidad como en calidad (Saravia et al., 2011), el cual estará definiendo el resultado tanto económico como productivo.

Esa variabilidad en la producción de forraje sumada a las nuevas condiciones de veranos secos y con altas temperaturas, determinan que el animal vea afectado su consumo. La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% (Waldo, citado por Trujillo, 2008) de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos. El consumo tiene un control multifactorial, y dentro de ellos la raza es una de las variables que afecta el mismo.

Los rumiantes al enfrentarse a fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad de forraje, siguen un patrón cíclico de cambios en el peso vivo y en la composición corporal, alternando periodos de balance energético positivo y negativo (Robinson, citado por Álvarez et al., 2011).

La cría vacuna se caracteriza por ser un proceso ineficiente en el uso de la energía. Dickerson (1978) indica que el 70% de energía consumida por la vaca es destinada al mantenimiento de funciones vitales, no llegando a cubrir los requerimientos para reproducción o producción. Esto ha sido la principal causa por la cual la cría se sitúa cada vez más sobre pastizales nativos donde no se pueda desarrollar la invernada (Orcasberro et al., 1992).

A nivel nacional, los índices reproductivos y productivos reportados por MGAP. DIEA (2012) indican en promedio tasas de preñez de 73% y tasas de destete de 60% evaluado en un período desde 1996 a 2011. La pobre tasa de producción física de la cría vacuna en Uruguay se explica por el bajo nivel de ingestión de energía, el cual

repercute en una pobre condición corporal de las vacas al parto, que resulta en un prolongado anestro postparto, y en consecuencia limita la tasa de destete (Soca et al., 2013).

Dentro de las razas que componen el rodeo uruguayo la raza Hereford es la que ocupa la mayor proporción, clasificándose ésta dentro de las llamadas líneas maternas debido a sus bajos requerimientos de mantenimiento y su capacidad de destetar terneros moderadamente pesados (Espasandín et al., 2006). Sin embargo estos problemas de la cría vacuna se han observado históricamente y hoy en día se está trabajando y generando información para generar nuevos escenarios productivos considerando nutrición, manejo y variabilidad climática, para mejorar esos indicadores y por ende la competitividad del rubro frente a otros.

Frente a estas nuevas condiciones, donde la variabilidad climática juega un rol importante, existen nuevos genotipos que están mejor adaptados a las condiciones de estrés térmico, los cuales son más eficientes convirtiendo el forraje de escasa calidad en carne, obteniendo como resultado una mayor productividad y rentabilidad del negocio ganadero.

En el año 2005, Johannes van Eeden productor de la zona de Castillos, departamento de Rocha, introdujo una nueva raza al país: Bonsmara, importando en ese entonces 80 embriones y 400 dosis de semen desde Argentina y Brasil.

Bonsmara es una raza sintética de origen sudafricano (5/8 Afrikánder - 3/16 Shorthorn - 3/16 Hereford) creada en la Estación de Investigaciones de Mara, Transvaal, Sudáfrica, desarrollada por el investigador Jan Cornelis Bonsma en 1937 a partir de la siguiente hipótesis: *“si una vaca sufre mucho calor, no engorda y produce poco”*. Postula además que como es imposible cambiar el clima, *“es necesario pensar en cambiar los animales”* (Bonsma, 1985).

En esa línea de pensamiento es que Bonsma decide crear el nuevo genotipo a partir de la raza nativa Afrikánder (*Bos taurus taurus*, biotipo Sanga o criollo africano), adaptada a condiciones climáticas de Sudáfrica. Esta raza criolla, destacada por su tolerancia al calor, resistencia a ectoparásitos, longevidad, calidad de carne, facilidad de engorde, habilidad materna, fertilidad, precocidad sexual y mansedumbre, fue cruzada con las razas Hereford y Shorthorn (también *Bos taurus taurus*) para agregar los complementos en potencial de producción de carne de calidad y producción de leche (Bonsma, 1980).

Como consecuencia de todo lo comentado anteriormente es que a partir del año 2009 se comienza en la Estación Experimental “Dr. M.A. Cassinoni” (Paysandú) una línea de investigación de la raza Bonsmara, estudiando sus habilidades productivas como reproductivas y variables relacionadas con la adaptación en nuestros sistemas pastoriles y adaptación a las condiciones climáticas locales mediante la cruce con hembras Hereford.

Particularmente se desarrolló en el Norte del país donde en los veranos estamos en presencia de altas temperaturas y elevada humedad atmosférica los cuales permiten encontrar mayores eventos de estrés calórico. Cruz y Saravia, citados por Espasandín (2011), concluyeron que al norte del Río Negro se encuentra limitado el consumo durante el verano por el estrés que provoca la temperatura (en bovinos de leche). En función de eso -este trabajo- tiene el objetivo de determinar cómo afecta el estrés calórico al consumo diario de forraje, peso vivo y condición corporal, en hembras cruce Bonsmara-Hereford y Hereford puras.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar el consumo diario de forraje en vaquillonas de sobreaño cruzas Bonsmara -Hereford y Hereford puras en pastoreo de campo natural bajo condiciones de estrés térmico asociado al calor.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Observar la variabilidad del consumo dentro de cada genotipo.

Estudiar relaciones entre el consumo de forraje, la temperatura y humedad relativa del ambiente.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS DE CARNE

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, esto significa que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el normal metabolismo; incluso, también es de interés para el funcionamiento de los tejidos cerebrales (Shearer y Bray, citados por Leños, 2008).

El término “estrés” fue introducido en la literatura científica, en 1936, por Hans Selye, aunque ya un año antes, en 1935, Cannon dio el nombre de “homeostasis” al estado estable de los fluidos orgánicos y utilizó la palabra estrés para referirse a aquellos factores (calor, frío, hipoxia, hipoglucemia, hemorragias, etc.) que eran capaces de producir una alteración de la homeostasis, y a la respuesta del organismo, necesaria para establecer el estado de equilibrio y adaptarse al estímulo agresor. A pesar de esto, al que se considera como verdadero introductor del término “estrés” es a Selye.

Homeostasis también puede ser definida como la regulación que ocurre en la búsqueda de mantener las condiciones constantes en el ambiente interno (equilibrio fisiológico) frente a cambios en las condiciones nutriciones-ambientales. Dicho mecanismo se da en el corto plazo.

El estrés por calor, se produce cuando el animal se encuentra en un ambiente en que presenta una temperatura fuera de su zona de termo-confort (ver anexo 10.1).

Se define como zona de confort del ganado, aquella zona con un rango de temperatura, dentro de la cual, el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica. Si la temperatura del aire sube por encima de los 16°C, en el caso de los animales *Bos taurus* y de 26°C en el caso de *Bos indicus*, los mecanismos de termorregulación se activan y el animal experimenta un aumento de su respiración y vaporización, principales mecanismos de disipación calórica de los bovinos (Harmer et al., citados por Roca, 2011)

Khalifa, citado por Arias et al. (2008) definió la temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort animal (NRC, 1981).

Es el rango de temperatura ambiental entre los 6°C y los 21°C denominado zona de confort o comodidad térmica, entendida ésta como la zona en la cual la vaca obtiene por los mecanismos termorreguladores normales, el ajuste de la temperatura interna sin gasto alguno de energía adicional (Shearer y Bray, citados por Leños, 2008), pero puede llegar incluso hasta 27°C según el origen y la raza del animal (Bodisco y Rodríguez, citados por Leños, 2008, ver anexo 10.2).

Cuando el animal supera el límite superior de la zona termoneutral, el mantenimiento de su temperatura corporal normal empieza a alterar su tasa metabólica basal. Cuando la combinación de los factores ambientales (temperatura y humedad), y de manejo persisten por períodos prolongados, se genera un estado de respuestas fisiológicas y de comportamiento conocido como estrés.

En medios térmicos elevados, los bovinos tienden a reducir su producción de calor mediante anorexia voluntaria. Esta reducción del consumo de alimento, como

mecanismo para reducir la carga térmica, se refleja consecuentemente en su conducta de pastoreo, ya que, al pastar menos, reducen tanto el consumo de alimentos (la fermentación a nivel ruminal y la digestión generan calor) así como la actividad muscular desplegada en la búsqueda de los mismos (Roca, 2011)

A medida que el calor ambiental se aproxima a la temperatura corporal (37,5-39,5°C) los mecanismos de disipación de calor no evaporativos (radiación, conducción y convección) pierden efectividad y se reduce a la evaporación como única y principal forma de disipar el calor generado por la vaca (Rivier y Rivest, citados por Leños, 2008).

Cuando la producción de calor interna del animal supera la tasa de disipación que permite el ambiente (balance calórico positivo) se reduce el tiempo de pastoreo; mientras que la permanencia, inactividad en la sombra y la ingestión de agua aumentan. Se produce también un incremento de los ritmos cardíaco y respiratorio y de las temperaturas rectal, vaginal y uterina (Rodríguez et al., citados por Leños, 2008).

La Universidad Nacional del Nordeste (s.f.), Donald y Wagner, citados por Leños (2008), mencionan las respuestas fisiológicas que se desarrollan en respuesta al estrés por calor:

- alteración del comportamiento, como son la búsqueda de sombra y/o corrientes de aire; búsqueda de charcos para pararse dentro; disminución de la actividad voluntaria; cambio en los parámetros de consumo de alimentos.

- vasodilatación, permitiendo una mayor afluencia de sangre a las zonas periféricas del organismo para aumentar la disipación del calor.

- aumento de la tasa respiratoria y jadeo.

- transpiración en aquellos animales que tienen la posibilidad de hacerlo.

- incremento de los requerimientos nutricionales de mantenimiento.
- incremento de la temperatura superficial, para aumentar las pérdidas de calor y finalmente en la temperatura interna del organismo, si la pérdida de calor no es suficientemente grande.
- disminución en el consumo de alimentos, para reducir la producción de calor. El consumo cae en forma abrupta cuando la temperatura corporal aumenta llegando a cesar completamente cuando dicha temperatura alcanza niveles críticos.
- variación en los horarios de consumo de alimentos hacia horas más frescas del día.
- un aumento en el flujo sanguíneo periférico aumenta las pérdidas de calor.
- el ritmo respiratorio regula las pérdidas de agua por evaporación desde los pulmones. Cada gramo de agua evaporada desde los pulmones representa una pérdida de calor de 0,54 Kcal.
- un aumento en los índices respiratorios o el jadeo, aumenta las pérdidas de agua y por lo tanto aumenta el enfriado del organismo por evaporación. Los niveles sanguíneos de CO₂ pueden disminuir, aumentando el pH de la sangre, pudiendo desencadenar una alcalosis respiratoria.

El estrés provoca cambios tanto en el comportamiento del animal como en los procesos internos, está demostrado científicamente que ante una situación de estrés, el organismo sufre una serie de reacciones fisiológicas que se traducen en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales y del sistema nervioso vegetativo.

La activación de los ejes simpático-adrenomedular e hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical provoca cambios en numerosos parámetros fisiológicos durante la

respuesta de estrés. La medición y valoración de estos cambios permite valorar de forma directa o indirecta la respuesta de estrés. Los indicadores fisiológicos más utilizados son:

- constantes clínicas: frecuencia cardíaca y temperatura corporal.
- parámetros sanguíneos: hemogramas y bioquímica sérica.

2.2. CONSUMO EN BOVINOS DE CARNE Y LA TÉCNICA PARA SU ESTIMACIÓN

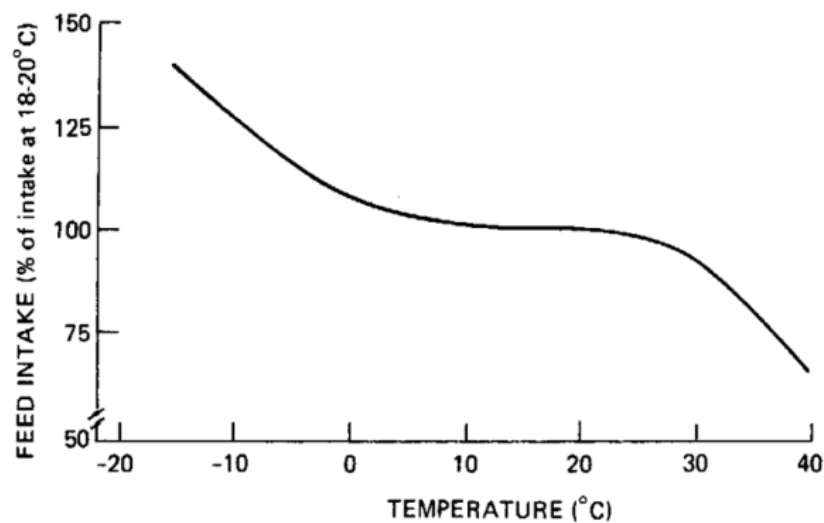
Cuando hablamos de consumo, hace falta recalcar de lo que estamos hablando, por lo tanto podemos definir dos tipos de consumo, uno es el consumo voluntario, el cual se refiere a la cantidad de alimento consumido durante un periodo de tiempo en el que hay libre acceso al alimento, y el otro es el consumo potencial, el cual se define como la cantidad de alimento requerido para cubrir todas las necesidades de nutrientes de un animal. Este último consumo definido se puede calcular a través de la ecuación de NRC.

Estos dos conceptos de consumo no se igualan en cantidad ya que existen reguladores del consumo voluntario que impiden que sea un consumo potencial. Estos reguladores pueden ser provenientes del ambiente, del propio animal o del alimento ingerido, esto hace que el consumo tenga un control multifactorial.

La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% (Waldo, citado por Trujillo, 2008) de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos. Por lo tanto es de gran importancia saber qué consumo diario presenta el animal.

Como ya se mencionó anteriormente, el consumo de los vacunos se puede ver disminuido por diferentes causas, entre las cuales podemos encontrar la temperatura ambiente. Se observa en la Gráfica 1, que a medida que aumenta la temperatura ambiente, disminuye el consumo de materia seca. Esta gráfica muestra de manera general como la temperatura modifica el consumo, pero debido a que existen diferentes adaptaciones a las distintas temperaturas según el biotipo animal, dicha gráfica se verá modificada en su pendiente en función de la raza, no viéndose modificada la tendencia a la baja del consumo cuando aumenta la temperatura.

Figura 1. Efecto de la temperatura ambiente en el consumo de materia seca de vacunos, tomando como base 18-20°C.



Fuente: Johnson et al. (1963), McDowell et al. (1969)

Existen gran cantidad de métodos de estimación del consumo (Hammeleers, s.f.) de los cuales se separan en dos grandes grupos, los métodos destructivos y los no destructivos. Dentro de los métodos destructivos están aquellos en los cuales se utilizan cortes del forraje para medir la MS (Materia Seca) al inicio del pastoreo, al final del

pastoreo y el posible crecimiento dentro de la estación de pastoreo. Dentro de los métodos no destructivos encontramos aquellos métodos que se basan en medidas visuales, mediciones de altura y densidad sin la necesidad de cortar el forraje. A su vez encontramos métodos indirectos para estimar el consumo, como es la técnica de n-alcanos, la cual fue utilizada en dicha tesis.

La técnica de n-alcanos (Dove y Mayes, citados por Torres, 1998) consiste en determinar la digestibilidad de la pastura a través de varios procesos químicos en los cuales se determina la cantidad de alcanos que son eliminados por las heces provenientes de la pastura. Los alcanos son hidrocarburos saturados de diferentes longitudes de cadena, generalmente impar, con valores casi nulos de alcanos de cadena par, presentes en la cutícula de las plantas. Los procedimientos analíticos para determinar alcanos en muestras vegetales y de heces se realizan por cromatografía de gases. Brevemente, la técnica consiste en una saponificación directa a 90 °C para transformar los ésteres que conforman los alcanos en sus correspondientes alcoholes y sales de potasio.

Posteriormente, se realiza una extracción con solventes como el n-hexano o el n-heptano, para continuar con un filtrado donde se eliminan posibles contaminantes de la muestra. Finalmente, se obtiene una alícuota sobre la cual se realiza la determinación por cromatografía de él o los alcanos de interés.

La estimación de la cantidad de material consumido se puede realizar por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{consumo (kg MS/día)} = [(F_i/F_p) \times D_p] / [H_i - (F_i/F_p \times H_p)]$$

Donde:

F_i y F_p = respectivamente, tenores de n-alcanos de cadena impar y par en las heces (mg/kg MS);

H_i y H_p = respectivamente, tenores de n-alcanos de cadena impar y par en el forraje (mg/kg MS);

D_p = dosis diaria de n-alcanos de cadena par (mg/día).

La técnica de alcanos permite realizar estimaciones de consumo de alimento de animales en pastoreo con alto grado de aproximación, aunque no es completamente exacta. Sin embargo, la técnica presenta ventajas que facilitan la aplicación del mismo, como la inclusión de menor cantidad de trabajo analítico y no estar influenciada por factores que afectan la digestibilidad. Otra ventaja de esta técnica es la posibilidad de estimar además del consumo de forraje la composición del mismo a través de los diferentes alcanos presentes en los diferentes forrajes (Torres, 1998)

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA BONSMARA

Bonsmara es una raza sintética de origen sudafricano (5/8 Afrikander, 3/16 Shorthorn, 3/16 Hereford) desarrollada en la Estación de Investigaciones de Mara, Transvaal, Sudáfrica, desde 1937. Fue creada a partir de la raza nativa Afrikáner (*Bos taurus taurus*, biotipo Sanga o criollo africano), adaptada a condiciones climáticas de Sudáfrica.

Esta raza criolla se destaca por presentar tolerancia al calor, resistencia a ecto y endo-parasitos, gran longevidad, alta fertilidad, buena habilidad materna, precocidad sexual, calidad de carne y facilidad de engorde. Esta raza al ser cruzada en nuestro país con razas como Hereford y Shorthorn (*Bos Taurus Taurus*) complementó su potencial de producción de carne de calidad y la producción de leche (Bonsma, citado por Batista,

s.f.). Además se caracteriza por presentar un buen temperamento, lo cual se asocia generalmente a las razas británicas.

Para poder presentar estas características, la raza presenta un pelaje corto y claro, piel gruesa e irrigada, mayor secreción de las glándulas sudoríparas y mayor movilidad de la musculatura subcutánea (Bonsma, citado por Batista, s.f.).

Estas características hacen que la raza Bonsmara o la cruce Bonsmara-Hereford este más adaptada a las condiciones de estrés calórico, lo cual se da durante los meses de verano en nuestro país.

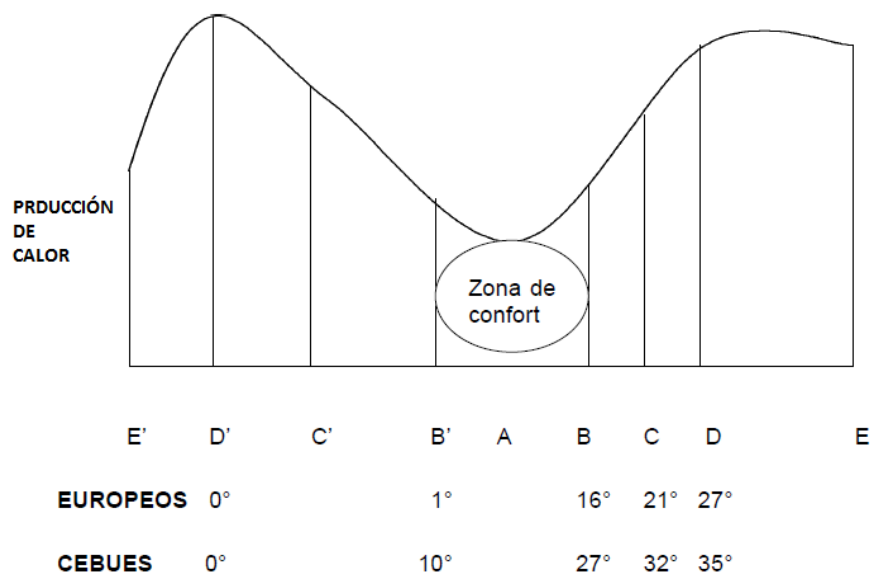
2.4 RAZAS Y CONSUMO

La raza no es una variable única, en ella se combinan varios factores intrínsecos, como el tamaño, habilidad para producir o crecer y tasa metabólica. El genotipo y la etapa de desarrollo del animal van a influenciar en las necesidades de nutrientes (Preston y Leng, citados por Araujo, 2005). Se ha determinado que el ganado cebú requiere menores cantidades de glucosa en la fase de crecimiento y que tiene mayor habilidad para conservar nitrógeno (N) ureico y por lo tanto depender menos del nitrógeno de la dieta, a su vez el ganado cebú presenta una tasa metabólica inferior y en consecuencia posee potencial mayor de producción (McDowell, Preston y Leng, citados por Araujo, 2005).

También se ha observado que el ganado cebú utiliza mejor forrajes toscos y pobres en tenor proteico comparado con el europeo, ya que presenta una tasa de fermentación mayor (McDowell, citado por Araujo, 2005). Frente a alimentos de alta calidad el ganado de origen europeo se comporta mejor al cebuino, destacándose un mayor consumo y una mejor conversión, lo cual se refleja en un crecimiento mayor (McDowell, citado por Araujo, 2005).

A su vez presentan diferentes zonas de termo confort, presentando el cebú mayor adaptación a las altas temperaturas, en contradicción con las razas europeas que están más adaptadas a las bajas temperaturas. Helman, citado por Sánchez y Sequeira (1999), presentó un diagrama difundido por Brody, en el cual se detalla la influencia de la temperatura ambiental sobre la producción de calor y la respuesta de los animales.

Figura 2. Diagrama de las temperaturas ambientales críticas (°C) en bovinos de razas europea y cebuina.



Fuente: Brody, citado por Sánchez y Sequeira (1999).

Las razas a las que se refieren en dicho diagrama son diferentes a las analizadas en este trabajo, pero sirve como una aproximación ya que dichas razas presentan iguales orígenes.

El punto A del diagrama, representa la temperatura del medio, donde la emisión de calor por el cuerpo es igual al calor producido por el organismo.

Entre el punto B y B', son temperaturas ambientales donde la aclimatación térmica se lleva a cabo por medios físicos, sin la necesidad del uso de mecanismos de termorregulación.

A la izquierda del punto B' se da un aumento en la pérdida del calor debido a la diferencia existente entre la temperatura ambiente y la del organismo animal. Es aquí cuando el animal empieza a aumentar su producción de calor, lo cual hace que el animal utilice diferentes mecanismos para la producción de calor como por ejemplo el aumento del consumo, aunque gran parte del alimento consumido se destina solamente a la producción de calor.

A la derecha del punto B, se dan aumentos de la tasa metabólica debido al relativo bloqueo que se presenta a la eliminación normal del calor excesivo. Esta disipación del calor se logra aumentando el número de movimientos respiratorios, perdiendo gran parte del calor por evaporación, también existen otros mecanismos para no aumentar el calor producido por el animal como son la disminución del consumo lo cual va a traer menos cantidad de producción de gases y por lo tanto menos calor.

A partir del punto C, este mecanismo deja de ser efectivo, por lo tanto se da un aumento de la temperatura interna, a partir del punto E, le es imposible al animal eliminar el excedente de calor, el cual produce un aumento constante del metabolismo y de la temperatura interna (Helman, citado por Sánchez y Sequeira, 1999).

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis biológica

La Cruza Bonsmara – Hereford presentará mayor consumo que la raza pura Hereford.

Esta hipótesis se basa en que la craza presenta mayor peso vivo y composición corporal. Trabajos anteriores publicados por Achard et al. (2010), demuestran que la craza Bonsmara-Hereford presenta mayor cantidad de músculo en su composición.

2.5.2 Hipótesis estadística

Ho: $G1 = G2$

Ha: $G1 \neq G2$

Siendo G1: Hereford Pura y G2: Bonsmara-Hereford

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de campo fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (E.E.M.A.C.), perteneciente a la Facultad de Agronomía, de la Universidad de la República. Dicha Estación Experimental se ubica en el departamento de Paysandú, sobre la Ruta Nacional número 3 Gral. José Artigas, en el kilómetro 363 (32° 20,9' latitud S, 58° 2,2' longitud W).

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL

La estación experimental se encuentra en Paysandú, la cual se caracteriza por presentar un clima determinado modificado y extremado por la ausencia del mar. Este tipo de clima se le denomina continental en donde predominan las mayores amplitudes térmicas diarias. Según datos de la Dirección Nacional de Meteorología, citados por Lestido y Rodríguez (2013) la región se caracteriza por presentar temperaturas promedio anuales cercanas a los 17.9 °C, con una máxima promedio de 23.8 °C y una humedad relativa promedio anual de 73% y precipitaciones acumuladas de 1218 mm por año.

En el siguiente cuadro se muestran los diferentes datos meteorológicos ocurridos durante el período de experimentación.

Cuadro 1. Temperaturas promedio y máximas, precipitaciones y humedad relativa ocurridas en la EEMAC durante el período práctico de la tesis.

	27-feb	28-feb	01-mar	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar
T°C promedio	18,66	21,10	23,46	22,11	17,99	17,29	18,23	20,34
T°C máxima	25,60	27,70	31,40	26,80	21,70	22,10	24,40	27,70
Horario de máxima	06:00 p.m.	05:00 p.m.	06:30 p.m.	04:30 a.m.	04:30 p.m.	06:30 p.m.	06:30 p.m.	07:00 p.m.
Precipitaciones (mm)				64,77				
Humedad (%)	60,48	62,13	68,60	86,63	85,77	77,46	69,69	68,77

Como se puede observar en el cuadro las temperaturas promedio ocurridas durante el período de experimentación promediaron 20°C, con ocurrencias de temperaturas máximas elevadas durante los primeros cuatro días, y posteriores descensos a partir del cuarto día debido a las precipitaciones ocurridas el día 2 de marzo durante las 5 A.M. hasta las 7 P.M., luego retomando el incremento de temperaturas máximas al final del período de experimentación.

Las temperaturas máximas, a excepción del 2 de marzo donde ocurrieron las precipitaciones, se dieron entre las 4 P.M. y 7 P.M. Estos datos concuerdan con los datos obtenidos por Torrez (2008), en donde en función de varios registros meteorológicos encontró un típico corrimiento de los máximos de temperatura diarios con respecto al máximo de la radiación solar diaria. Estos oscilan entre 3 y 5 horas, es decir, que mientras el máximo de radiación solar se presenta alrededor del mediodía, el máximo de la temperatura ambiental superficial se sitúa alrededor de las 5 de la tarde.

Los datos de humedad promediaron el 70%, el cual se obtuvieron niveles altos durante los días posteriores a las precipitaciones y durante las primeras horas del día.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se estudiaron a través del método n-alcenos (ver anexo 10.3), el consumo de 10 vaquillonas sobre campo natural, de las cuales cinco eran Hereford puras y cinco eran Bonsmara – Hereford durante un período de 8 días entre el 27 de febrero del 2013 y 6 de marzo del 2013.

Antes de que se iniciara la etapa de campo, se recolectaron heces de todas las vaquillonas para hacer los estudios pertinentes una vez finalizada la etapa de campo.

Durante los primeros siete días del experimento, se les suministró diariamente a cada vaquillona un pellets conteniendo una dosis fija de alcanos de 200 mg. A partir del sexto día de comenzada la dosificación, comenzó la colecta de muestras de heces durante la mañana (AM), y tarde (PM), durante 4 días consecutivos.

Una vez concluida la etapa de campo, las muestras de heces fueron secadas en estufa de aire forzado a 60°C durante una semana, para luego ser molidas (a 0.1) para su posterior análisis en el laboratorio de Farmacognosia en la Facultad de Química de la Universidad de la República.

Paralelamente, durante la etapa de campo, se muestreó forraje mediante el método de hand clipping (Weir y Torell, 1959) para la posterior determinación de la concentración de alcanos presente en la pastura. Dichas muestras de forraje fueron llevadas al horno por un periodo de 3 días (a 60°C) hasta peso constante.

En la Facultad de Química de la Universidad de la República, laboratorio de Farmacognosia, se realizó un análisis por cromatografía gaseosa, para poder extraer el perfil de alcanos tanto de las heces como del forraje, esto se realizó haciendo diferentes diluciones con hexano hasta aislar los alcanos específicos de interés (31-n y 33-n).

3.4 PREDICCIÓN DE CONSUMO MEDIANTE ECUACIONES PRE-ESTABLECIDAS

3.4.1. Técnica de n-alcanos

El consumo diario fue estimado en base a las concentraciones de alcanos en la pastura y en las heces (Torres, 1998) en donde:

$$\text{consumo (kg MS/vaca/día)} = [(H_i/H_p) \times D_p] / [F_i - (H_i/H_p) \times H_p]$$

Siendo:

H_i y H_p = respectivamente, tenores de n-alcanos de cadena impar y par en las heces (mg/kg MS);

F_i y F_p = respectivamente, tenores de n-alcanos de cadena impar y par en el forraje (mg/kg MS);

D_p = dosis diaria de n-alcanos de cadena par (mg/día).

3.4.2. Modelos NRC

Paralelamente, otro método (ecuación propuesta por NRC, 1996) fue utilizado para la estimación del consumo diario de materia seca por parte de las vaquillonas. Dentro de las ecuaciones propuestas por NRC (1996) fue elegida para el análisis la ecuación en base al consumo potencial-NRC_{POT} de cada animal en función de su dieta (pastoreo de campo natural).

Para la ecuación NRC_{POT} se estima el consumo potencial para cada animal, basado en el peso vivo del animal y la energía metabolizable (EM_f) del forraje. Esta ecuación es válida para situaciones en las que la disponibilidad de forraje por ha sea superior a 1.115 Kg MS y/o que la asignación por animal sea de al menos 4 veces su consumo potencial (NRC, 1984).

La ecuación que se utiliza para determinar el consumo potencial de materia seca (CPMS) es:

$$CPMS = PV_d^{0.75} (0.0194 + 0.0545 * EN_m),$$

Siendo;

CPMS: Consumo Potencial de Materia Seca (kg/día/animal)

$PV_v^{0.75}$: Peso Metabólico (kg)

EN_m: Energía Neta de mantenimiento (Mcal/kg de MS)

Para la obtención de la Energía Neta de mantenimiento es necesario conocer la Energía Metabolizable de la dieta, siendo la relación:

$$EN_m \text{ de la dieta} = 1.37EM - 0.138 EM^2 + 0.0105 EM^3 - 1.12 \quad (\text{NRC, 1984}).$$

La Energía Metabolizable es despejada de la ecuación:

$$EM = EDig * 0.82, \text{ siendo}$$

EDig: Energía Digestible de la Materia Seca.

Por su parte, la EDig se obtiene a partir de la Digestibilidad de la Materia Seca (DigMS):

$$ED = 4.409 * DigMS$$

Y ésta última usando la FDA, mediante la ecuación de Rohweder (1994):

$$\text{dig MS} = 88.9 - 0.779 * (\text{FDA}, \% \text{MS}).$$

con la dig de la MS puedes estimar la ED y consecuentemente la EM.

La FDA del campo natural fue estimada en las muestras del forraje (obtenidas por “hand clipping”) mediante el método de Van Soest et al. (1991) en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía-Udelar.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La variable de respuesta estudiada fue el consumo diario de materia seca por animal (en kg). Para ello se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), tomando como unidad experimental a cada animal por separado (ver anexo 10.4).

El DCA presenta las siguientes características:

- unidad experimental: homogéneo
- asignación completamente al azar
- modelo estadístico: con los promedios de los tratamientos

Supuestos del modelo:

- el modelo es correcto (homogéneo)
- es aditivo
- los errores son variables aleatorias independientes
- todos tienen una idéntica distribución
- están centrados en 0 y tienen una varianza constante

El modelo estadístico que se utilizó fue lineal simple y la variable de respuesta estudiada fue el consumo.

$$\text{Modelo estadístico: } Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

α = Genotipo de la vaquillona (Hereford puro y Bonsmara-Hereford)

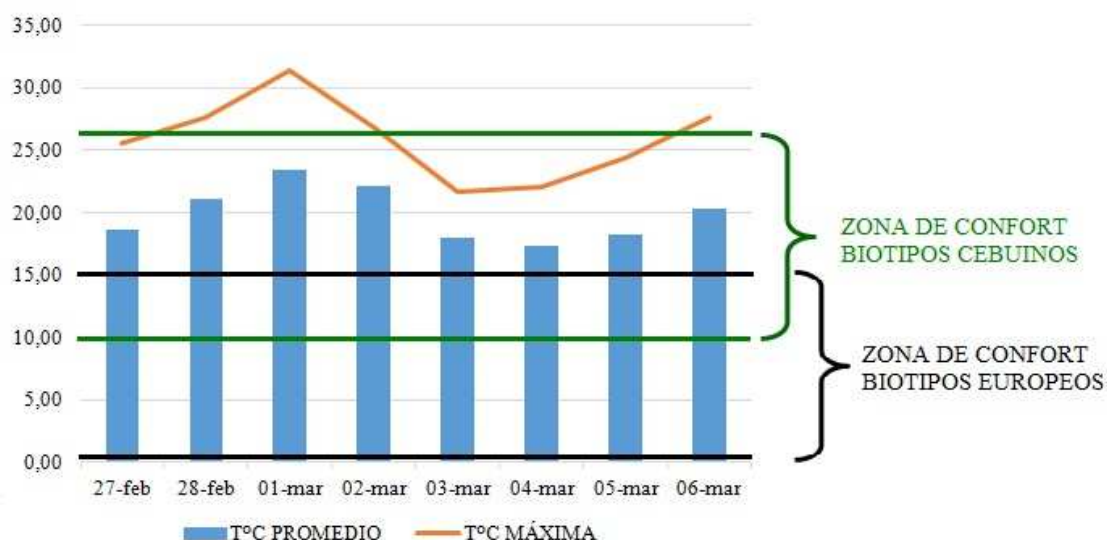
$i= 1$ y 2 (Genotipos)

$j= 5$ (repeticiones de cada genotipo): suponemos que no existe competencia entre animales pastoreando en el mismo potrero, por lo tanto cada animal es una repetición.

4. RESULTADOS

En función del diagrama de Helman, difundido por Sánchez y Sequeira (1999) se realizó un gráfico (Figura 3) donde se intenta extrapolar los datos de dicho diagrama con los datos del experimento realizado en la EEMAC.

Figura 3. Zona de confort de los diferentes biotipos en función de la temperatura ocurrida en la EEMAC durante el período de experimentación.



Como se puede observar las temperaturas promedio en el período de experimentación superaron a la zona de confort de los biotipos europeos definida por Helman, citado por Sánchez y Sequeira (1999). Lo mismo no ocurre para los biotipos cebuinos, en los cuales las temperaturas promedios se ubican dentro de la zona de confort. Cuando observamos las temperaturas máximas ocurridas en el período de experimentación, las mismas se encuentran en el límite superior de la zona de confort de los biotipos cebuinos e incluso sobrepasa el límite entre los días 28 de febrero y 2 de marzo. Con respecto a los biotipos europeos, las temperaturas medias y máximas superan la zona de confort de los mismos en todo el período de experimentación.

En función de estos datos se estimó el consumo para poder definir el comportamiento de ambos biotipos en las condiciones ambientales ocurridas durante el período experimental. Para ello vamos a basarnos en las dos ecuaciones pre-establecidas mencionadas anteriormente: el modelo de NRC y la técnica de alcanos.

4.1. CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA EN BASE A LA ECUACIÓN DE PREDICCIÓN DE NRC

En los cuadros 2 y 3 se presentan los consumos diarios de Materia Seca (kg/día) estimados para cada vaquillona Hereford (2) y cruza Bonsmara-Hereford (3), mediante el uso de la ecuación de NRC, basada en el peso vivo del animal y la energía metabolizable (EMf) del forraje (NRC, 1984).

Cuadro 2. Consumo de vaquillonas Hereford puro estimado mediante el modelo del NRC.

No. Caravana	Peso Vivo (kg/animal)	Consumo (kg MS/animal/día)
3059	368	8,68
3044	354	8,46
3057	363	8,59
3039	378	8,85
3032	410	9,41
Promedio	374,6	8,798

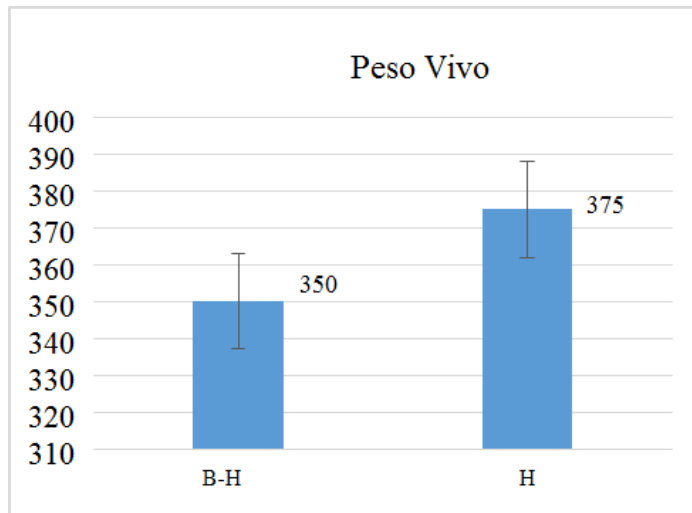
Cuadro 3. Consumo de vaquillonas Bonsmara-Hereford estimado mediante el modelo de NRC.

No. Caravana	Peso Vivo (kg/animal)	Consumo (kg MS/animal/día)
3036	380	8,89
3052	330	8
3089	302	7,48
3045	390	9,06
3117	346	8,28
Promedio	349,6	8,342

En estos cuadros podemos observar, que las vaquillonas Hereford Puras presentan mayor consumo diario en comparación a las cruzas Bonsmara-Hereford. Sin embargo, esto es debido al mayor peso vivo que presentan las primeras, siendo 374,6 kg en promedio para las Hereford puras y 349,6 kg en promedio para Bonsmara-Hereford. Esto se puede demostrar calculando el consumo en relación peso vivo, siendo de 2.35% para las vaquillonas Hereford puras y 2.38% para las vaquillonas Bonsmara-Hereford, no habiendo entre ellos diferencias significativas ($P>0.05$).

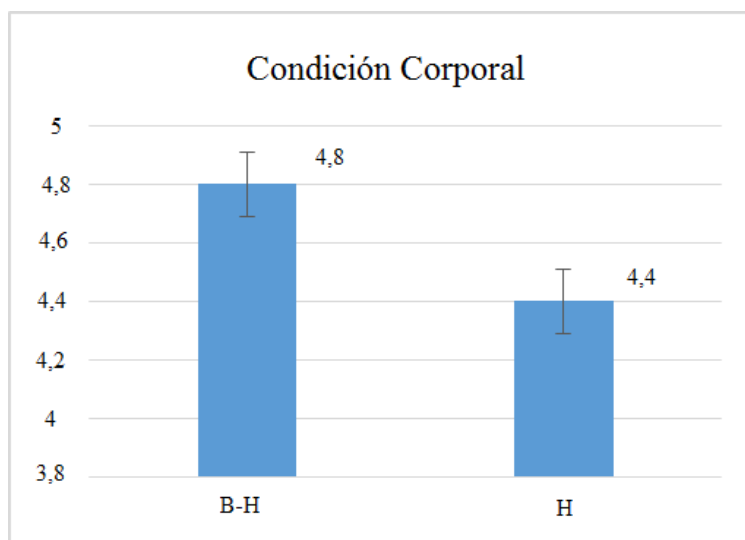
En las Figuras 4 y 5 se presentan los Pesos Vivos y Condiciones Corporales de ambos genotipos, las cuales muestran las diferencias que existían al momento del análisis entre las vaquillonas de raza Hereford y las vaquillonas de raza Bonsmara-Hereford.

Figura 4. Peso vivo de vaquillonas Hereford puras y cruza Bonsmara-Hereford durante el período experimental.



Es posible observar que ambos genotipos no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$) en los pesos vivos de las vaquillonas al momento de realizarse las determinaciones del consumo.

Figura 5. Condición Corporal de vaquillonas Hereford Puras y cruza Bonsmara-Hereford durante el período experimental.

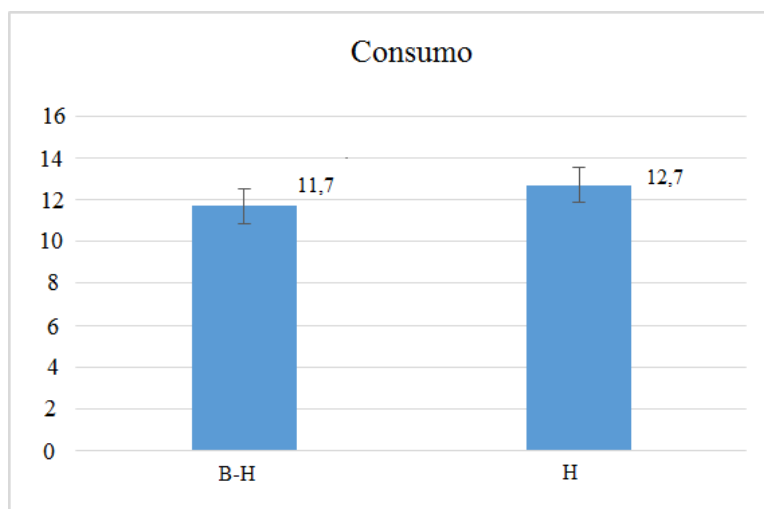


Sin embargo, en relación a la condición corporal, es posible visualizar diferencias significativas ($P = 0.03$), presentando la craza Bonsmara-Hereford mayor condición corporal al momento del estudio práctico de las vaquillonas.

4.2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO MEDIANTE LA TÉCNICA DE N-ALCANOS

En la Figura 5 son presentados los consumos diarios de Materia Seca (Kg/día) para las vaquillonas de ambos genotipos, estimados por el método de n-alcános.

Figura 6. Consumo de Materia Seca de vaquillonas Hereford Puras y cruza Bonsmara-Hereford durante el período experimental.



El análisis estadístico reveló la no existencia de diferencias significativas entre las dos razas estudiadas en su consumo diario de forraje, siendo de 11,7 vs. 12,7 Kg de MS/vaca/día para la craza Bonsmara-Hereford y Hereford puras, respectivamente ($p > 0.05$).

4.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

Otro posible análisis que se puede hacer es la comparación de los resultados teóricos con los prácticos, como se vio anteriormente, los resultados teóricos se calcularon en base a la fórmula de NRC (1996) y los prácticos en base a la estimación por n-alcanos, el cual es un método indirecto de consumo.

Cuadro 4. Resultados de Consumo en base a dos estimaciones diferentes.

Razas\Promedio	Consumo (NRC)	Consumo (n-alcanos)
Hereford Pura	8,792 +/- 0.33	12,7 +/- 0,82
Bonsmara-Hereford	8,342 +/- 0.58	11,7 +/- 0,82

Como podemos observar en el cuadro, existen diferencias significativas entre los dos métodos de estimación del consumo.

Para tener en cuenta, el modelo NRC son una serie de ecuaciones matemáticas que estiman el consumo voluntario. Las mismas fueron estudiadas y definidas por investigadores de la nutrición animal pertenecientes al consejo nacional de investigación de los Estados Unidos Americanos (Rúa Franco, 2010). Las ecuaciones que estiman el consumo potencial se basan en el peso vivo del animal y la energía metabolizable (EM_f) del forraje. Por otra parte, la técnica de estimación del consumo mediante el uso de marcadores (alcanos), consiste en determinar la digestibilidad de la pastura a través de varios procesos químicos en los cuales se determina la cantidad de alcanos que son eliminados por las heces provenientes de la pastura (Dove y Mayes, citados por Torres, 1998).

Como se puede observar existen diferencias entre ambos modelos, donde el modelo de NRC es una estimación del consumo más teórica y restringida a ciertas condicionantes y la técnica de n-alcanos estima el consumo en función de datos que se obtienen de nuestras condiciones experimentales.

En función de estos resultados, podemos decir que existieron factores que incidieron en la estimación práctica del consumo como ya se mencionó anteriormente y podemos agregar a esto que el ambiente teórico utilizado para la estimación por NRC no fue el mismo que el ambiente utilizado en el experimento.

5. DISCUSIÓN

Según la bibliografía, estos resultados no fueron los esperados. Todos los trabajos consultados demuestran la superioridad de las razas cebuinas y sus cruzas en relación a las de origen europeo en cuanto al consumo y eficiencia de conversión bajo condiciones de estrés térmico por calor.

Es esperado que el ganado expuesto a cortos períodos de calor disminuya su consumo de forraje. Brown-Brandl et al. (2006), reportaron que bajo condiciones de estrés por calor los animales disminuyen el tiempo dedicado a consumir alimento y permanecer en reposo. Por otra parte, aumenta el tiempo dedicado a beber agua y el que permanecen de pie cerca de los bebederos.

Beede y Collier, citados por Arias et al. (2008), destacan una relación inversa entre temperatura ambiental y consumo voluntario de alimento, influenciando por lo tanto la productividad del ganado.

Conforme presentando en la Figura 2, los animales se encontraron durante el periodo experimental por encima de la denominada “zona de confort” (Helman, citado por Sánchez y Sequeira, 1999). Si bien Bonsmara no se encontraría dentro de los biotipos cebuinos, por su historia de selección (Bonsma, 1985) era posible esperar diferencias frente a esta situación.

Batista et al. (2013) hicieron un estudio acerca de la raza Bonsmara, donde estudiaron el comportamiento de ambos biotipos frente a condiciones de estrés calórico en la EEMAC. En el mismo se observa que existen diferencias en el comportamiento en pastoreo de las razas Bonsmara-Hereford y Hereford pura, destacándose mayor permanencia al sol de las Bonsmara-Hereford, al igual que menor tiempo de descanso y por lo tanto mayor tiempo de pastoreo al día. De estos datos se puede inferir que la raza

Bonsmara presenta mejor comportamiento cuando hay estrés calórico y por lo tanto presentan un mayor consumo al día en comparación a los Hereford puros.

No obstante, los consumos observados entre ambos genotipos no presentaron diferencias estadísticas, pudiendo asumir que la raza Hereford pura probablemente compense durante la noche con mayor actividad de pastoreo respecto a la cruce Bonsmara-Hereford.

- uno de los factores que pudo incidir en la estimación de dicho consumo fue el bajo número de vaquillonas tomadas para hacer el estudio, debiéndose tomar solamente 5 vaquillonas de cada raza, lo cual pudo aumentar en gran medida el error experimental.

- otro de los factores que pudo ser determinante en dicha estimación fue la baja dosis de n-alcanos suministrados a las vaquillonas, siendo apenas una sola dosis diaria de 200 mg de alcano. Trabajos recientes indican que es necesario dosificar 2 veces al día para asegurar la constante liberación de este marcador por parte del animal (Briano et al., 2012).

- otro factor que pudo cambiar el resultado del experimento fue la baja cantidad de muestras de heces por vaquillonas que se hicieron luego del suministro de las pastillas alcanos. En nuestro caso se juntaron heces hasta 2 días después de finalizado suministro, cuando en trabajos relacionados, se juntaban hasta 5 días después de finalizado el suministro de pastillas de alcanos.

Briano et al. (2012) realizaron un estudio exploratorio sobre la cuantificación del consumo en pastoreo a través del método de n-alcanos para lo cual durante 17 días vacas (n= 6/tratamiento) se dosificaron con 400 mg/d de n-dotriacontane (C32) en pellets de celulosa por vía oral. Durante 12 días se recolectaron diariamente muestras de heces del recto dos veces por día (AM y PM), y día por medio se recolectaron muestras de pasto

de las zonas de pastoreo. Cabe aclarar que el escaso número de animales muestreados fue debido a las dosis de alcanos disponibles para su ejecución.

En base al estudio realizado por Briano et al. (2012), las diferencias encontradas fueron en cuanto al número de días de recolección de heces, siendo significativamente mayor en dicho estudio. También se encontraron diferencias significativas en las dosis diaria de alcanos, siendo el doble en el estudio de Briano et al. (2012), y se encontraron grandes diferencias en cuanto al número de vaquillonas muestreadas.

Uno de los supuestos de la técnica de los n-alcanos para la estimación del consumo, es la recuperación similar de los pares de n-alcanos (Dove y Mayes, citados por Ferri, 2008). Por lo tanto, parte de la variación entre las estimaciones de consumo utilizando diferentes pares de n-alcanos podría estar asociada con diferencias en la recuperación fecal entre pares de n-alcanos.

Según Ferri et al. (2008) la técnica de n-alcanos, en comparación con las otras técnicas evaluadas, sobreestimó el consumo de los ovinos en pastoreo. Estos resultados se explicarían por la posible falta de correspondencia entre las muestras tomadas por corte de la pastura y la dieta de los animales.

Por otro lado, la selectividad de la dieta por parte de los animales podría provocar una ingesta con mayor concentración de n-alcanos que las muestras obtenidas de la pastura. Para asegurar que el muestreo del forraje refleje lo removido del estrato de pastoreo, varios autores sugieren que se utilicen animales provistos con fistulas de esófago (Coates y Penning, Dove et al., citados por Ferri, 2008) con el fin de verificar la diferencia entre la pastura ofrecida y la cosechada.

La sumatoria de estos factores pudieron sesgar los resultados, haciendo que el error experimental sea de mayor magnitud.

También se pudo observar que el consumo calculado por n-alcanos fue superior al consumo calculado por NRC, lo cual se puede interpretar de dos formas:

- 1- la estimación del consumo mediante NRC no fue correcta debido a que no se respetó el ambiente teórico impuesto por este modelo.
- 2- la estimación del consumo mediante la técnica de n-alcanos fue sobrestimada (Ferri et al., 2008) en comparación al modelo de NRC, debido a que este último calcula el consumo potencial de un animal y la técnica de n-alcanos calcula el consumo real de un animal, por lo cual no debería haber sobrepasado el consumo potencial.

Para las condiciones ambientales que se dieron en dicho trabajo, no se encontraron diferencias significativas en el consumo de las razas Hereford puras y Bonsmara-Hereford, lo que hace que la hipótesis biológica definida anteriormente no se cumpla. Como ya se comentó la falta de diferencias significativas pueden deberse a factores externos a la tesis como internos. Estos factores internos como el número de muestras, cantidad de vaquillonas y período de muestreo pudieron afectar de manera significativa, produciendo posiblemente un sesgo en los resultados, lo cual hizo que la variable consumo no tenga diferencias entre las razas.

Podemos decir que hay factores que influyeron ya que en la bibliografía de la tesis hay suficiente información que abala la hipótesis biológica, la cual dice que la raza Bonsmara-Hereford soporta mejor el calor estival, consumiendo mayor cantidad de materia seca y por lo tanto aumentando en mayor cantidad su peso corporal.

Por esto último creemos que es conveniente seguir con la línea de investigación para corroborar en nuestras condiciones dicha hipótesis y analizar bajo condiciones de estrés térmico por calor otros factores influyentes en la producción animal como pueden ser el patrón de pastoreo, el comportamiento diario de los animales, la mayor eficiencia metabólica por mayor capacidad de termorregulación de la cruce Bonsmara-Hereford vs. Hereford pura, entre otros.

6. CONCLUSIONES

En el contexto de este trabajo, no se observan diferencias en el consumo diario de materia seca en vaquillonas de sobreaño Bonsmara-Hereford y Hereford Puro en pastoreo de campo natural durante el verano.

El cálculo de consumo mediante el modelo NRC pudo haber sido subestimado debido a que no se respetara completamente el ambiente teórico (disponibilidad de forraje por ha. superior a 1.115 Kg MS y/o que la asignación por animal sea de al menos 4 veces su consumo potencial).

El cálculo de consumo mediante la técnica de n-alcanos pudo haber sido sobreestimada debido a la posible falta de correspondencia entre las muestras tomadas por corte de la pastura y la dieta de los animales.

Comparando ambas estimaciones la técnica de n-alcanos dio un consumo superior al consumo potencial calculado por el modelo de NRC, por lo cual se deduce que al menos uno de los dos métodos no fue bien estimado.

7. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar el consumo diario de materia seca de vaquillonas (15 meses) cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puras. Para la realización del experimento se utilizó la técnica de n-alcanos, método indirecto de estimación del consumo, medido a través de las heces. El experimento se realizó sobre campo natural, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía UdelaR, ubicada en el Departamento de Paysandú, durante los meses de verano del año 2013.

Durante 8 días se trabajó con 10 vaquillonas, 5 de raza Hereford pura y 5 de cruce Bonsmara - Hereford a las cuales se las dosificó con pellets conteniendo dosis fija de 200mg de n-alcanos y en dos momentos del día (mañana y tarde). En paralelo, se recolectaron heces, así como muestras de forraje. La concentración de alcanos en heces y forraje se determinó mediante cromatografía gaseosa en el laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Química de la UdelaR. No fueron observadas diferencias significativas en el consumo diario de forraje de las dos razas estudiadas. Estos resultados no esperados pudieron deberse a factores externos a la tesis como el clima al momento del trabajo práctico, o a factores internos como la baja cantidad de animales, la baja cantidad de muestras por animal y el corto periodo de suministro de pastillas de alcanos, que pudieron incidir en los resultados finales aumentando el error experimental y por lo tanto haciendo que ambos resultados no se diferencien significativamente. Bonsmara es una raza que está viniendo en ascenso en el Uruguay, por lo tanto hay que seguir con su estudio, tanto de estas características (adaptación a altas temperaturas) como a otras que pueden mejorar la productividad y la calidad de nuestro rodeo.

Palabras clave: Alcanos; Bonsmara; Consumo; Vaquillonas.

8. SUMMARY

The aim of this study was to estimate the daily dry matter intake of heifers (15 months) Bonsmara-Hereford crossbred and purebred Hereford. For the realization of this experiment was used the n-alkanes technique, which is an indirect method for the estimation of consumption, measured through feces. This experiment was been made in natural field, in the “Estación Experimental Mario A. Cassinoni”, Faculty of Agronomy UdelaR, located in the department of Paysandú, during de summer months of 2013.

During 8 days we worked with 10 heifers, 5 of them were Bonsmara-Hereford and the other 5 were purebred Hereford, we dosed all the heifers with alkanes pills and then we recollected feces two times per day (morning and afternoon) also we collect forages samples. The concentration of alkanes in forage and feces was determined by gas chromatography in the laboratory of Pharmacognosy, Faculty of Chemistry UdelaR.

No significant differences were observed in daily forage intake of the two breeds studied. These not expected results can be explain by external factors such as climate thesis at the time of practical work, or internal factors such as the low number of animals, the low number of samples per animal and the short supply of pills alkanes, which were able to affect the final results increasing the experimental error and thus making both results are not significantly differ. Bonsmara is a breed that is coming rising in Uruguay, so we must continue with their study, not only these characteristic (adaptation to high temperatures) but also others features that can improve productivity and meat quality of our cattle herd.

Keywords: Alkanes; Bonsmara; Feed Intake; Heifers.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Achard, I.; Mello, C.; Pirelli, J. 2010. Expresión en músculo de genes del eje somatotrófico y asociados a la adipogénesis en terneros Hereford puros y cruce Bonsmara-Hereford al nacimiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 52 p.
2. Álvarez, M.; Gómez, P.; Taullard, M. 2011. Desempeño de vacas Hereford gestando y amamantando terneros puros y cruce Bonsmara en condiciones pastoriles del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 108 p.
3. Araujo, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. Venezuela, Zulia, Universidad de Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia. 12 p.
4. Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado de carne y leche. (en línea). Archivos de Medicina Veterinaria. 40:7-22. Consultado 1º ago.2012. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf>
5. Batista, P. s.f. Expresión de características de adaptación en la cruce Bonsmara-Hereford en sistemas pastoriles del Uruguay. s.n.t. 14 p.
6. _____; Saravia, C.; Ordeix, S.; Guillenea, A.; Van Eeden, J.; Espasandín, A. 2013. Bonsmara-Hereford; una cruce que promete mayor adaptación al estrés térmico al norte del Uruguay. Cangüé. no. 34: 32-37.
7. Bonsma, J. C. 1980. Livestock production, a global approach. Capetown, Tafelberg. 201 p.
8. _____. 1985. Jan Bonsma and the Bonsmara beef cattle breed. In: Bonsmara cattle breeders society's 21 st anniversary publication. s.l. pp. 32-40.
9. Briano, C.; Bakker, M.; Velazco, J.; Meikle, A.; Quintans, G. 2012. Efecto de dos asignaciones de pasturas naturales en las últimas 6 semanas de gestación y su efecto posterior en vacas primíparas y multíparas; resultados preliminares. (en línea). In: Jornada Anual Unidad Experimental Palo a Pique (2012, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 10-15 (Actividades de Difusión no. 695). Consultado 1º ago.2014. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/14445251012101209.pdf>

10. Brown-Brandl, T.M.; Nienaber J.A.; Eigenberg, R.A.; Mader, T.L.; Morrow, J.L.; Dailey, J.W. 2006. Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livestock Science*. 105:19-26.
11. Dickerson, G. E. 1978. Animal size and efficiency basic concepts. *Animal Production*. no. 27: 367-379.
12. Espasandín, A.; Franco, J.; Gonzalo Oliveira, G.; Bentancur, O.; Gimeno, D.; Pereyra, F.; Rogberg, M. 2006. Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. *In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (34as., 2006, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. p. 31.*
13. _____; Álvarez, M.; Batista, P.; Taullard, M.; Gómez, P.; Tecco, N.; Benítez, I.; Eeden, J. 2011. Bonsmara, ¿una nueva alternativa para el norte del país? *Cangué* no. 31: 39-43
14. Ferri, C.; Stritzler, N.; Brizuela, M.; Pagella, H. 2008. Comparación de cuatro técnicas para la estimación del consumo del forraje por ovinos en una pastura de *Panicum coloratum* L. (en línea). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 68 (3). 248-256. Consultado 29 jul. 2014.
Disponible en <http://www.cuencarural.com/ganaderia/ovinos/50975>
15. Hammeleers, A. s.f. Métodos para estimar el consumo voluntario de forrajes por rumiantes en pastoreo. (en línea). Potosí, BO, s.e. pp. 151-178. Consultado 30 jun. 2014.
Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/2010.Material%20de%20lectura%20consumoIII.pdf>
16. Leños, L. 2008. Influencia climática sobre la producción bovina. *Sincelejo*, Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. 86 p.
17. Lestido, J.; Rodríguez, A. 2013. Productividad del cruzamiento Bonsmara-Hereford durante las fases de cría y recría en sistemas pastoriles de Uruguay Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 64 p.
18. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2012. Caracterización general de la ganadería. *Anuario 2012*: 29-37.
19. Orcasberro, R.; Soca, P.; Beretta, V.; Trujillo, A. I. 1992. Estado corporal de vacas Hereford y comportamiento reproductivo. *In: Jornada de Producción Animal*

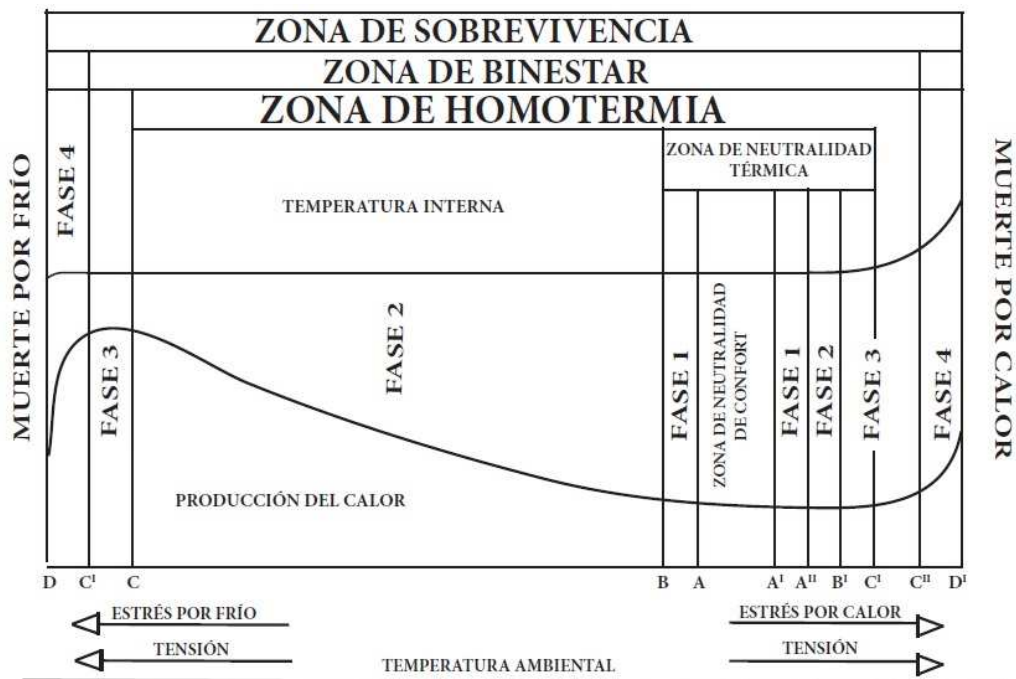
(Paysandú, 1992). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 32-36.

20. Roca, A. 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *Espamciencia*. 2 (1): 15-25.
21. Rua Franco, M. 2010. ¿Puede un novillo de engorde producir más de un kilo diario de carne, o una vaca lechera más de 10 litros de leche al día, siendo alimentados únicamente con pasto a libre consumo?. Ensayo para optar al título de posgrado como especialista en nutrición animal. Bogotá, CO, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. 18 p.
22. Sánchez, E.; Sequeira, N. 1999. Comparación de los parámetros de adaptación en vacas híbridas (½ Holstein x ½ Cebú) vs Brahman Puras. Tesis Ing. Agr. Guácimo, Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. 52 p.
23. Saravia, A.; César, D.; Montes, E.; Taranto, V.; Pereira, M. 2011. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. (en línea). In: Boné, G.; Perugorria, A. eds. Manual plan agropecuario. Montevideo, Instituto del Plan Agropecuario. pp. 6-20. Consultado 15 dic.2013. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf
24. Soca, P.; Carriquiry, M.; Do Carmo, M.; Scarlato, S.; Astessiano, A. L.; Genro, C.; Claramunt, M.; Espasandín, A. 2013. Oferta del forraje del campo natural y resultado productivo de los sistemas de cría vacuna del Uruguay; I. producción, uso y conversión del forraje aportado por el campo natural. (en línea). In: Seminario de Actualización Técnica Cría Vacuna (2013, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 97-117 (Serie Técnica no. 208). Consultado 1º nov. 2013. Disponible en http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/st%2020208_2013.pdf
25. Torres, A. 1998. Los alcanos en la estimación del consumo de forraje y composición botánica de la dieta de animales en pastoreo. *Revista Agrícola* 36 (2). 151-158.
26. Torrez, R. 2008. Irradianza solar y temperatura del aire superficial en una atmósfera estática. (en línea). *Revista Boliviana de Física*. 14 (14): 116-120. Consultado 25 oct. 2013. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1562-38232008000100011&script=sci_arttext&tlang=en
27. UNNE. FCV (Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Veterinarias, AR). s.f. Adaptación de los animales al ambiente. Posibilidades productivas de los animales. s.l. 15 p.

28. Weir, W.C.; Torell, D.T. 1959. Selective grazing by sheep as shown by a comparison of the chemical composition of range and pasture forage obtained by hand-clipping and that collected by oesophageal-fistulated sheep. *Journal of Animal Science*. 18: 641-649.

10. ANEXOS

10.1. ESQUEMA DE PRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE SOBREVIVENCIA, BIENESTAR Y HOMOTERMIA EN RELACIÓN A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS RUMIANTES



Fuente: Silanikove, citado por Roca (2011).

Fase I: Fase de inocuidad. Esta fase es definida por el punto superior óptimo del bienestar termal (A') punto (A'') que precede el punto crítico superior (B') de la Figura 1. Cuando la temperatura ambiental se incrementa sobre el óptimo térmico del bienestar, en esta fase se activan y entran en funcionamiento mecanismos contra el calor, como la dilatación general de los vasos y con esto ocurre la sudoración (Silanikove et al., 1997). En esta parte, el animal está bajo condiciones de estrés por calor. No obstante, la

homotermia se logra sin dificultad, las condiciones físicas del animal no son afectadas y por ende la productividad (Crouse et al., 1985).

Fase II: Fase adversa. Esta etapa está definida por el punto A'' (el primer incremento súbito de un enfriamiento por evaporación) y el punto B' (el punto crítico superior), basado en el incremento de la temperatura del cuerpo, en el ganado está alrededor de los 24-26°C (Hahn, 1999). Sobre el punto A' el mecanismo de enfriamiento por evaporación es intensificado exponencialmente, con el consecuente incremento de las cargas de calor interno y externo (Silanikove et al., 1997). Como resultado, el consumo de agua por unidad de materia seca ingestada por el ganado, es constante en temperaturas entre - 12 y + 4°C y se incrementa en una proporción acelerada entre 4 y 38°C (Winchester y Morris, 1956). En esta fase el animal está mucho más vulnerable a la interacción negativa con el estrés nutricional y climático (Silanikove et al., 1997).

Fase III: Fase nociva. Esta fase es definida entre el punto B' y el punto C'' (Figura 1) en el cual los esfuerzos se dirigen a cubrir la homotermia y no son exitosos, de tal manera que la condición física se deteriora totalmente. Sobre el punto B' la respuesta fisiológica puede ser el consumo de alimentos y la secreción hormonal termogénica decrece, para mantener el metabolismo basal a niveles bajos. Esta respuesta se activará, siempre que el incremento del estrés calórico sea gradual, permitiendo al animal, adaptarse a nuevas situaciones; y cuando el efecto combinado de la reducción de la carga de calor y el enfriamiento por evaporación es disponible, para mantener la homotermia. Si el animal está en una etapa productiva (crecimiento o producción de leche), la reducción de consumo de forraje y la producción de calor interno es reflejado en la baja productividad (Silanikove, 1992).

Si el animal no tiene la oportunidad de adaptarse (B', Figura 1) y la temperatura crece más allá de la adaptación del animal (C', Figura 1), el enfriamiento, por estos mecanismos, es insuficiente para mantener la homotermia, a pesar de la intensa evaporación, como resultado de la estampida de la temperatura corporal. Los mayores esfuerzos en el manejo de los animales, deberían ser llevados a evitar la fase III, debido

a que: a) lo peligroso de entrar a la fase IV, lo cual puede ser fatal y; b) el deterioro de las condiciones físicas está asociado con el pobre bienestar, salud, reducción de la producción y hábitos reproductivos. Dubois y Willians (1980) calcularon que el 24% de las vacas durante el período de la época de calor, retuvieron la placenta y desarrollaron metritis posparto, comparado con el 12% en temperatura fresca. Estos mismos autores encontraron diferencias en el período de gestación (273 vs 279 días), de las vacas que tuvieron retención de placenta y metritis posparto. Collins y Weiner (1968) reportaron que el estrés por calor causa una variedad de cambios neuroendocrinos, los cuales tienen un efecto directo sobre la duración del período de gestación. Altas temperaturas, por sobre la ZNT, en ganadería, disminuye drásticamente el grado de preñez e incrementa la pérdida de embriones (Adballa et al., 1993) y pérdida perinatal (Lynch, 1985). El estrés calórico tiene efectos adversos en los óvulos y esperma en el período de celo y un desarrollo prematuro de óvulos (Ocfemia et al., 1993) y podría alterar el balance hormonal (Thatcher, 1974).

Fase IV: Fase extrema. Este punto está definido por el punto C'' (incremento repentino de la temperatura corporal y el punto D' (muerte por calor) y ocurre cuando, el círculo vicioso de incremento de la temperatura corporal, no es detenido. La atención extrema es necesaria con la finalidad de salvar al animal de una muerte inminente. Si esta fase es alta y la temperatura continúa creciendo, el animal entra en una fase aguda de estrés calórico que incluye un fuerte jadeo y máxima sudoración. La producción de calor aumentará bajo estas condiciones, debido a la aceleración de los procesos bioquímicos y por el costo en energía de los fuertes jadeos sucumbe ante el golpe de calor y muere. La mayoría de mamíferos mueren cuando la temperatura corporal alcanza los 42 y 45°C (Bianca, 1968), cuando el exceso normal de la temperatura del cuerpo es de solamente 3 a 6°C (Webster, 1996). Las fases I, II, III y IV en la zona de temperatura crítica, representan también una zona de deterioro del bienestar animal, bajo condiciones de baja temperatura. No obstante, este efecto no es considerado en la presente revisión.

10.2. DIAGRAMA DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONFORT DE VACAS.

		HUMEDAD RELATIVA (%)								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
TEMPERATURA (°C)	ITH (C)									
	24						22	23	23	24
	27			22	23	23	24	24	26	26
	29		23	23	24	25	26	27	27	28
	31	23	24	24	26	27	27	28	29	30
	33	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	36	25	26	27	28	30	31	32	33	34
	38	26	28	29	30	31	33	34	35	37
	40	27	29	30	32	33	34	36	>38	>38
	42	28	30	32	33	34	36	>38	>38	>38

Fuente: Leños (2008).

El Diagrama 10.2 muestra una zona verde que es la zona de confort para las vacas lecheras, en amarillo la zona de estrés leve, en rojo la zona de estrés severo y en negro la zona de muerte.

10.3 PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS Y CÁLCULO DE ALCANOS

Dosificación de los animales, recolección y análisis de muestras de heces y forrajes

El consumo promedio (kg MS/d) y la composición botánica de la dieta promedio (% de la MS total) se estimó en cada animal y en dos períodos (P1: 19 al 28 oct. 2010 y P2: 30 nov. al 8 dic. 2010) con la técnica de los *n*-alcanos, según el procedimiento general propuesto por Dove y Mayes (2006). En cada período, los animales se dosificaron durante 10 días con 248 ± 10 (P1) o 355 ± 10 (P2) mg/d de *n*-dotriacontane (C_{32}) (Aldrich) en tapones de celulosa (Carl Roth), elaborados en la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina, administrados con sonda esofágica a la mañana. En los últimos 5 días de P1 y P2 se recolectaron muestras de heces del recto de cada animal en el mismo horario de la dosificación.

En los primeros 3 días del período de recolección de heces se recolectaron muestras del forraje potencialmente pastoreado por cada animal mediante hand-plucking (ver detalles de la técnica para la recolección de muestras de forraje) y también de las tres especies forrajeras dominantes en la pastura (festuca, lotus y trébol).

Las muestras de heces y forrajes fueron procesadas para la determinación del contenido de los *n*-alcanos impares desde C_{23} hasta C_{35} y C_{32} (mg/kg MS) de acuerdo al procedimiento general propuesto por Dove y Mayes (2006) con las modificaciones según Bakker y Alvarado (2006). Todas las muestras se secaron en estufa a 60 °C y se molieron en un molino Willey previo al análisis, luego una alícuota (~1 g) de cada muestra molida se secó a 100 °C hasta peso constante para corregir los valores según el contenido de MS. Las muestras de heces fueron compuestas por animal (n=24) y período (n=2) y luego se analizó una sola alícuota de cada muestra compuesta (n=48). Las muestras de forraje (hand-plucking) fueron compuestas por potrero (n=8), día vaca (n=3) y período (n=2) y luego se analizó una sola alícuota de cada muestra compuesta (n=48). Para el análisis se pesó una alícuota de ~0,25 g (heces) o ~0,75 g (forrajes), y la cuantificación se realizó mediante cromatografía gas-líquido en un equipo HP 6890,

provisto de un inyector automático y una columna DB-1 (JW) (ver detalles en Bakker y Alvarado, 2006).

10.4. CÁLCULOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El consumo, la composición botánica de la dieta y la composición botánica de cada potrero en P1 y P2 se calcularon con las fórmulas generales propuestas por Dove y Mayes (2006). Para el cálculo del consumo (Fórmula 1) se usó el par de *n*-alcanos C₃₂/C₃₃. Para el cálculo de la composición botánica de la dieta y de los potreros (Fórmula 2) se usaron los *n*-alcanos C₂₉, C₃₁ y C₃₃, y en el caso de la dieta se asumió que la recuperación fecal de los tres *n*-alcanos fue similar. La Fórmula 2 se resolvió mediante un proceso iterativo usando la herramienta Solver de MicroSoft Excel.

$$(1) \text{ Consumo (kgMS/d)} = \frac{\text{dosis } C_{32} \text{ (mg/d)} \times \left(\frac{C_{33} \text{ (mg/d) heces}}{C_{32} \text{ (mg/d) heces}} \right)}{C_{32} \text{ (mg/d) forraje} - \left(\frac{C_{33} \text{ (mg/d) heces}}{C_{32} \text{ (mg/d) heces}} \right) \times C_{32} \text{ (mg/d) forraje}}$$

$$(2) \text{ Minimizar } \sum [(proporción estimada i - proporción observada i)]^2$$

Donde:

$$\text{proporción estimada } i = \frac{pA \times ciA + pB \times ciB + (1-pA-pB) \times ciC}{pA \times ctA + pB \times ctB + (1-pA-pB) \times ctC}$$

$$\text{proporción observada } i = \frac{ci \text{ heces} / rf}{ct \text{ heces} / rf}$$

i es cada alcano de la serie de alcanos considerada,

p es la proporción de A, B y C en la mezcla,

A, B y C son distintas especies forrajeras,

c_i es el contenido (mg/kgMS) del alcano i ,
 c_t es el contenido (mg/kgMS) total de alcanos considerados,
 r_f es la recuperación fecal.

Para la fórmula 1, el contenido de C_{32} y C_{33} en la dieta fue calculado a partir de la composición botánica de la dieta estimada con la fórmula 2, y el contenido de C_{32} y C_{33} en festuca, lotus y trébol. Para estimar la composición botánica de cada potrero se calculó un contenido promedio de C_{29} , C_{31} y C_{33} en el forraje con los valores individuales de los 3 días. Para evaluar la posibilidad de estimar la composición de la dieta y de los potreros con la fórmula 2, se realizó en forma preliminar un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre el patrón de n -alcanos (% de cada n -alcano impar en el total de los n -alcanos considerados) de festuca, lotus y trébol, previa transformación de los valores porcentuales a clr (centered log ratios) según Aitchison (1986), usando el software Infostat, versión 2009.