

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ADAPTABILIDAD DEL CRUZAMIENTO BONSMARA-HEREFORD AL
ESTRÉS TÉRMICO DURANTE EL INVIERNO EN SISTEMAS PASTORILES
DEL URUGUAY**

por

Sebastián BIANCO CARVE

Gonzalo COSTA SALAMO

Guillermo DOMÍNGUEZ RAGGIO

**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 Espasandín

Ing. Agr. Paula Batista

Dra. Mónica Rodríguez

Fecha: 2 de octubre de 2014

Autor: -----

Sebastián Bianco Carve

Gonzalo Costa Salamó

Guillermo Domínguez Raggio

AGRADECIMIENTOS

Le queremos dar las gracias en primer lugar a nuestras familias por habernos brindado la confianza y el apoyo durante todo este largo camino.

A nuestra tutora de tesis Ana Espasandín, por haber confiado en nosotros para llevar a cabo este proyecto de tesis, y estar siempre dispuesta a auxiliarnos en lo que haga falta, con dedicación y profesionalismo, gracias por todo.

A nuestra colega Paula Batista, por caminar junto con nosotros en la primera etapa del proyecto, y compartirnos su experiencia.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	4
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	5
2.1 CLIMA EN URUGUAY.....	5
2.2 CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
2.3 FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN AL ANIMAL.....	9
2.3.1 <u>Temperatura ambiental</u>	9
2.3.2 <u>Humedad relativa</u>	10
2.3.3 <u>Velocidad del viento</u>	10
2.3.4 <u>Radiación solar</u>	10
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS GENOTIPOS DEL EXPERIMENTO	12
2.5 REACCIONES FISIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS FRENTE AL ESTRÉS POR TEMPERATURA	14
2.5.1 <u>Consecuencias productivas del estrés térmico</u>	24
2.6 HIPÓTESIS.....	27

3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	28
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	28
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL	28
3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	29
3.4 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	29
3.5 VARIABLES REGISTRADAS.....	32
3.5.1 <u>Frecuencia respiratoria</u>	32
3.5.2 <u>Temperatura superficial</u>	32
3.5.3 <u>Temperatura rectal</u>	32
3.5.4 <u>Peso vivo y condición corporal</u>	33
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
3.6.1 <u>Supuestos del modelo</u>	34
3.6.2 <u>Cuadro de ANAVA</u>	35
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	37
4.1 FRECUENCIA RESPIRATORIA.....	37
4.2 TEMPERATURA RECTAL.....	38
4.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL: FRENTE Y FLANCO	39
4.4 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL	41
4.5 DISCUSIÓN	44
5. <u>CONCLUSIONES</u>	49

6. <u>RESUMEN</u>	50
7. <u>SUMMARY</u>	51
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	52
9. <u>ANEXOS</u>	55

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Evolución observada y esperada de las principales variables agroclimáticas.....	7
2. Temperaturas críticas y óptimas según categoría.....	19
3. Mecanismos que se desencadenan como respuesta al frío y calor....	24
4. Respuesta animal frente al frío y calor.....	26
5. Cuadro de ANAVA.....	35
6. Análisis de varianza para frecuencia respiratoria.....	37
7. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para frecuencia respiratoria.....	37
8. Análisis de varianza para temperatura rectal.....	38
9. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura rectal.....	39
10. Análisis de varianza para temperatura de frente.....	39
11. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura de frente.....	40
12. Análisis de varianza para temperatura de flanco.....	40
13. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura	

de flanco.....	41
14. Medias y desvío estándar según momento y genotipo para peso vivo y condición corporal.....	42
Figura No.	
1. Perspectivas climáticas del Uruguay y la región.....	8
2. Balance térmico en el ganado de carne.....	11
3. Diagrama de las temperaturas ambientales críticas (°C) en bovinos de genotipo europeo y cebuino.....	17
4. Representación esquemática de las condiciones ambientales críticas para la sobrevivencia animal.....	20
5. Temperatura media, máxima y mínima diaria para julio y agosto...	29
6. Radiación media diaria para julio y agosto.....	30
7. Precipitaciones diarias para julio y agosto.....	30
8. Velocidad del viento diario para julio y agosto.....	31
9. Humedad relativa media diaria para julio y agosto.....	31
10. Evolución promedio del PV según individuo y momento.....	43
11. Evolución promedio de CC según individuo y momento.....	43
12. Evolución de la temperatura rectal y temperatura diaria am.....	54
13. Evolución de la temperatura rectal y temperatura diaria pm.....	54

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la ganadería está experimentando grandes cambios, tanto en el proceso productivo como a nivel comercial. El aumento de la demanda de carne, y la competencia de los demás sectores por el uso de los recursos, determinan la necesidad de realizar una ganadería más eficiente.

América Latina cuenta con grandes recursos para la producción pecuaria, con extensas áreas de pasturas, un régimen climático favorable y un uso racional de insumos, que incluye granos (cereales, soja) y fertilizantes, para satisfacer las demandas de alimentos y garantizar la seguridad alimentaria regional y mundial.

Históricamente la producción de carne vacuna en Uruguay ha sido parte fundamental del sector agropecuario, siendo uno de los rubros más importantes dentro de la economía nacional. La producción de ganado bovino representa el 3% del PBI total, se desarrolla principalmente bajo campo natural, en condiciones extensivas, y utilizando alrededor del 80% de la superficie nacional (MGAP. DIEA, 2013).

A pesar la importancia de la ganadería, los índices de producción son bajos, MGAP. DIEA (2013) reporta tasas de preñez de 73%, y tasas de destete en torno al 64 %; estos resultados afectan los indicadores físicos y económicos de la empresa ganadera y por tanto la eficiencia del sistema, comprometiendo la sustentabilidad de la producción.

Dentro de las genotipos que componen el rodeo nacional, el Hereford es el que ocupa la mayor proporción, clasificándose éste 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).

Sánchez y Sequeira (1999) sostienen que existe cierta dificultad para la crianza de bovinos europeos en la zona tropical, donde bajo condiciones adversas decae la producción, esto debido a la imposibilidad del animal europeo para eliminar el exceso de calor corporal, lo que podría traducirse en mayor o menor medida en nuestras condiciones subtropicales.

De todas formas existen varias alternativas tecnológicas disponibles para mejorar estos resultados, entre ellas se encuentran los cruzamientos entre diferentes genotipos, y entre familias diferentes como *Bos Taurus* y *Bos Indicus*, que permiten aumentar la eficiencia de los sistemas de producción por medio del aprovechamiento de Heterosis o Vigor Híbrido, y la complementariedad entre genotipos (Cardellino y Rovira, citados por Batista y Tecco, 2011).

Al presente, el cambio climático ha sido un factor importante, por lo tanto las decisiones que se tomen en cuenta para atenuar sus efectos impactarán positivamente sobre la producción agropecuaria. Cada vez, los veranos serán más secos, con altas temperaturas y un mayor régimen de precipitaciones anuales, lo cual repercute en la producción ganadera (Batista y Tecco, 2011).

Una alternativa a estos cambios ambientales, es la inclusión de nuevos genotipos adaptados a las condiciones ambientales extremas.

El genotipo Bonsmara, considerado sintético por su composición, fue creado y seleccionado por J. C. Bonsma en 1937 en la estación Mara de la Universidad de Pretoria (Sudáfrica). Éste está compuesto por genotipos de origen británico (proporción 3/8 *Bos Taurus*, 3/16 Shorthorn y 3/16 Hereford), para tener una importante producción

de carne y habilidad materna, y el genotipo Afrikander (proporción 5/8), genotipo sumamente rústico y adaptado a las condiciones climáticas del continente africano.

Esta genotipo se caracteriza y destaca debido a su adaptabilidad y tolerancia a altas temperaturas, mayor resistencia a parásitos y altas tasas de fertilidad (Bonsma, 1985). Al contrario de lo observado en los genotipos cebuinos, este compuesto se destaca por no poseer los aspectos negativos asociados al mal temperamento y calidad de carne.

Además de su capacidad de adaptación, el genotipo Bonsmara se caracteriza por su alta fertilidad, precocidad sexual, facilidad al parto y buena habilidad materna, temprana madurez, alta longevidad en condiciones extensivas (12 a 14 años) y excelente crecimiento a campo o a corral dado por la alta conversión del alimento (Bonsma, 1985).

En nuestro país la raza Bonsmara fue introducida en el año 2005 por el productor Johannes van Eeden en la localidad de Castillos, Rocha. En dicho años se importaron 80 embriones y 400 dosis de semen desde Argentina y Estados Unidos debido a la imposibilidad de importar directamente desde Sudáfrica impuesta por barreras sanitarias (Espasandín, 2011).

En Uruguay, hasta la fecha, 12 productores en los departamentos de Tacuarembó, Salto, Florida y Rocha han probado la raza en sus rodeos mediante su cruce con las razas Hereford y Angus principalmente.

A partir del año 2008 en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” en convenio con el sector productivo comenzó la evaluación de esta raza en su cruce con la raza Hereford, para evaluarla desde el punto de vista productivo y reproductivo.

El uso de recursos genéticos, mejor adaptados y capaces de sobrellevar con menor estrés condiciones de temperatura y humedad, utilizados en cruzamientos con las razas presentes en el país, podría traducirse en mayores indicadores productivos en nuestros sistemas de producción.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño en variables de respuesta fisiológica y productiva de vaquillonas cruce Bonsmara-Hereford y Hereford puras durante los meses de invierno.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Estudiar la evolución de la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y el peso vivo dentro de genotipos cruce y puro a lo largo de los meses de invierno.

Estudiar el comportamiento de las variables mencionadas, en los momentos de mayor y menor temperatura durante el día.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLIMA EN URUGUAY

El territorio uruguayo se localiza entre los 30° y 35° latitud Sur, región subtropical del continente sudamericano. Su ubicación geográfica, sumada a la ausencia de accidentes orográficos de importancia y la proximidad al Océano Atlántico, le confieren características de clima subtropical templado húmedo, de relativa homogeneidad en todo su territorio (CNFR, 2011).

Las cuatro estaciones del año están claramente diferenciadas de acuerdo a las temperaturas medias, no existiendo estaciones marcadamente secas o lluviosas, aunque se registra un leve incremento de las precipitaciones en otoño y primavera, salvo en el este del país cuyo máximo se produce en invierno (INIA. GRAS, 2010).

La temperatura media anual del aire es de 17,7°C, registrando su máximo en el norte del país con 19,8°C, y el mínimo en la costa sur con 16,6°C. La temperatura media en verano es de 22,6°C, y la del invierno desciende hasta los 12,9°C. Entre los meses de mayo y octubre se da la ocurrencia de heladas en todo el territorio uruguayo, siendo más intensas y frecuentes en los meses invernales (CNFR, 2011).

Una característica del clima del Uruguay es la importante variabilidad interanual e intranual de las precipitaciones, siendo relativamente frecuente la ocurrencia de períodos de sequía, así como la de importantes volúmenes de precipitaciones en cortos períodos de tiempo. El promedio anual de lluvias presenta un máximo en el norte (1600 mm) y un mínimo en el sur (1200 mm) (CNFR, 2011).

Con respecto a la incidencia de los fenómenos meteorológicos sobre las actividades agropecuarias, los que generan mayores daños sobre la producción son los fenómenos climáticos extremos que se producen con una frecuencia e intensidad variable (elemento característico del clima uruguayo) (CNFR, 2011).

2.2 CAMBIO CLIMÁTICO

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC), define al cambio climático como *“toda modificación del clima habitual, atribuido o no a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante largos períodos de tiempo”* (CNFR, 2011).

Si bien los registros meteorológicos seriados en el Uruguay comenzaron a implementarse a partir del año 1961, se están observando algunas tendencias respecto a cómo está afectando el cambio climático y como lo haría en el futuro (CNFR, 2011).

En el siguiente cuadro se presenta la evolución observada y esperada de las principales variables agroclimáticas más influyentes en el cambio climático.

Cuadro No.1. Evolución observada y esperada de las principales variables agroclimáticas

VARIABLE	OBSERVADO ULTIMOS 30 AÑOS	ESPERADO PRÓXIMOS 40 AÑOS
Temperatura	Aumentó 0,8°C promedio	Aumento de 1,5°C promedio
Precipitaciones	Aumentó 20% el promedio anual	Aumento de 5-20%
Nivel medio del Mar	Aumentó 11 cm	Aumento 12 cm
Viento	Aumento de vientos del SE (Sudestada), disminución del viento SW (Pampero)	
Presión Atmosférica	Disminución de la Presión Atmosférica	

Fuente: Oyanthçabal, citado por CNFR (2011).

En este sentido, INIA. GRAS (2010) elaboró el documento “Caracterización Agroclimática del Uruguay 1989-2009”, y actualmente viene desarrollando un proyecto sobre cambio climático en Uruguay y la región, en colaboración con INTA (Argentina), EMBRAPA (Brasil), IFDC (EEUU) y APSRU (Australia), conocido como Proyecto AIACC TWAS. Este proyecto intenta identificar de manera científicamente probada, posibles cambios del clima en toda la “región pampeana”, que incluye el sur de Brasil, Uruguay y la pampa de Argentina. Dichos estudios arrojaron algunos resultados preliminares, que se presentan en la figura No. 1.

Figura No. 1. Perspectivas climáticas del Uruguay y la región

<p>Lluvia</p> <p>En términos generales, se ha determinado un incremento de la lluvia promedio anual. Dicho efecto se manifiesta fundamentalmente en el período comprendido entre los meses de octubre y febrero.</p>
<p>Temperatura</p> <p>Se bien no se han determinado claramente variaciones de la temperatura media a lo largo del año, si se han determinado cambios en las temperaturas máximas y mínimas medias. La temperatura máxima media ha bajado, particularmente en los meses de enero y febrero, y la temperatura mínima media se ha incrementado prácticamente a lo largo de todo el año.</p>
<p>Heladas</p> <p>El período promedio con ocurrencia de heladas es más corto. Si bien se observa que la fecha promedio de la primera helada (o helada temprana) es ahora más tardía, el efecto más claro y significativo es que la fecha promedio de ocurrencia de la última helada (o helada tardía) es ahora más temprana. Hay menor número de días con helada y la temperatura de las heladas se ha incrementado, o dicho de otra manera, las heladas son ahora menos severas.</p>

Fuente: INIA. GRAS (2010).

El cambio climático (calentamiento global) modifica la cantidad, calidad y disponibilidad de alimentos (efecto indirecto), así como también los balances térmicos de los animales (efecto directo). Es decir, cambios en los procesos termorregulatorios que los animales realizan para mantener la condición homeoterma. Esta dinámica implica cambios en el uso y partición de la energía, de los nutrientes ingeridos y del consumo de agua entre otros, los que finalmente repercuten en forma negativa en la productividad, sea esta: producción de leche, eficiencia reproductiva, ganancia de peso, eficiencia de conversión de alimento, digestibilidad, etc. (Arias et al., 2008)

El problema más preocupante que genera el cambio climático para el sector agropecuario es el aumento de la variabilidad climática y de la frecuencia e intensidad

de eventos extremos, como sequías, inundaciones, olas de calor o frío, y tormentas o huracanes (Oyhantçabal, 2007).

2.3 FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN AL ANIMAL

2.3.1 Temperatura ambiental

Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés. 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, Da Silva, citados por Arias et al., 2008). Además, existe clara evidencia de que las temperaturas elevadas del verano generan un aumento en el CDA, y por otro lado el aumento en el CDA genera una disminución en el CMS (NRC, Arias, citados por Arias et al., 2008).

La temperatura interna del cuerpo del animal es más alta que la de la piel y las extremidades, el enfriamiento se lleva a cabo por movimientos de calor desde el interior del animal hasta la superficie del cuerpo (Pagot, citado por Sánchez y Sequeira, 1999).

El calor se transmite desde una región de temperatura superior hacia otra de temperatura inferior. El intercambio de calor entre dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas se produce desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el más frío, hasta que ambos alcanzan la misma temperatura (Fuentes, citado por Sánchez y Sequeira, 1999).

2.3.2 Humedad relativa

“La humedad relativa (HR) es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas” (Da Silva, citado por Arias et al., 2008). *“Los principales efectos de la HR están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración* (Blackshaw y Blackshaw, Renaudeau, citados por Arias et al., 2008), *y están negativamente asociados al CDA”* (Meyer et al., citados por Arias et al., 2008). Así entonces, altas HR reducen el potencial de disipación de calor tanto de la piel como del aparato respiratorio (Da Silva, citado por Arias et al., 2008) afectando a los animales especialmente en medioambientes en los que la disipación del calor por vías evaporativas es crucial para mantener la condición homeo térmica (NRC, citado por Arias et al., 2008).

2.3.3 Velocidad del viento

“El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas” (Mader et al., citados por Arias et al., 2008). Por otra parte, durante el período invernal el viento tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor (Arias et al., 2008).

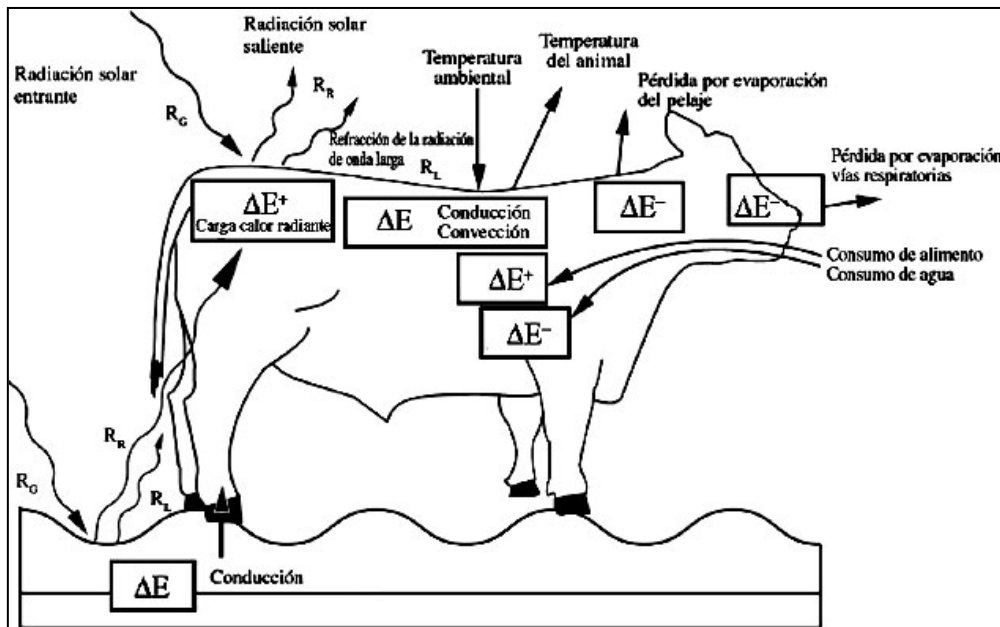
2.3.4 Radiación solar

La radiación solar (directa e indirecta) es considerada como uno de los factores más importantes que afectan el balance térmico en el ganado (NRC, Finch, Silanikove, citados por Arias et al., 2008). La radiación de onda corta y onda larga tienen un fuerte impacto en la carga total de calor y en el estrés por calor en los animales (Mader et al.,

Keren, Keren y Olson, citados por Arias et al., 2008). Genotipos con piel oscura presentan mayores tasas de respiración, mayor jadeo y mayor temperatura superficial que genotipos de piel clara.

En la figura No. 2 se presenta el balance térmico en el ganado de carne identificando todos los componentes de la interacción animal – ambiente.

Figura No. 2. Balance térmico en el ganado de carne



Fuente: Arias et al. (2008)

Como se puede observar en la figura No.2, Arias et al. (2008) destacan distintos métodos de intercambio de energía entre el animal y el ambiente; los mismos serán evaluados más adelante.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS GENOTIPOS DEL EXPERIMENTO

La diferencia genética entre los animales determina diferencias en los niveles inherentes a los componentes de la productividad y también en los niveles de resistencia a los factores ambientales lo que reducen la expresión de estos niveles.

De acuerdo con la Asociación Argentina de Criadores de Bonsmara, la raza Bonsmara cuenta con las siguientes características:

Efectiva capacidad de adaptación: su pelo colorado, corto, piel pigmentada, cuero grueso bien vascularizado, su subcutáneo móvil, lo hacen un animal adaptado a condiciones de altas temperaturas, posee una eficaz repelencia a garrapatas y resistencia natural a parásitos internos.

Fertilidad: por su real capacidad de adaptación a ambientes desfavorables. Las vacas logran un ternero por año durante 15 a 20 años de vida productiva. Los toros, de excelente libido y semen congelable a los 12 meses de edad (pubertad temprana), son capaces de servir a 50-70 vacas en servicio corto. Tienen 12-15 años de vida útil.

Productividad y Eficiencia: *"El tamaño de la hacienda es determinado por el medio ambiente, no por los iluminados jurados de las exposiciones"*, decía Jan C. Bonsma. Siendo el Bonsmara un animal de tamaño moderado, la naturaleza no tolera extremos, las vacas destetan terneros, en años normales, que a los 7-8 meses pesan 250-300 Kilos.

Temperamento: el Bonsmara es genéticamente manso, lo cual facilita el manejo, las mediciones para poder seleccionar y el engorde, tanto a campo como a corral.

Facilidad de Terminación: debido a su tamaño moderado y a su real capacidad de adaptación a diferentes ambientes, los novillos Bonsmara engordan fácilmente a campo, pudiendo producir un novillo tanto como para consumo interno como para exportación.

Calidad de Carne: estudios comparativos realizados por el Instituto de Producción Animal de Irene, Sudáfrica, demostraron que el Bonsmara tiene una calidad de carne comparable a la de los genotipos británicos.

En Argentina, el genotipo Bonsmara ha demostrado alta capacidad de adaptación en ambientes restrictivos de la cría bovina (Pordomingo et al., citados por Álvarez et al., 2011). Estos autores realizaron varios trabajos para caracterizar la performance productiva en engorde de la raza Bonsmara pura y en su cruzamiento con Angus, tanto en pastoreo como en confinamiento y de la calidad de la carne. La información indica que la incorporación de Bonsmara no reduciría la capacidad de terminación, comparado con los genotipos británicos Hereford y Angus en pastoreo. Se concluye también que el genotipo puro o en cruzamiento con Angus se adapta bien a las temperaturas de invierno de la región (Álvarez et al., 2011).

De acuerdo a Bavera (2000), las razas Británicas se caracterizan por un tamaño adulto pequeño a medio (vacas=380 kg), precocidad sexual, deposición de grasa temprana, buena habilidad materna, musculatura moderada y alta calidad cárnica.

En lo que refiere a la cruce Bonsmara-Hereford, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en pesos al nacer, 1 mes de edad, ni en el comportamiento de amamantamiento entre los genotipos Bonsmara-Hereford y Hereford puro (Espasandín, 2011).

Al momento del destete precoz (60 días) la craza Bonsmara-Hereford presenta pesos significativamente más altos (19.8 kg) respecto a los Hereford puros, en tanto los machos superaron a las hembras en 11.5 kg (Espasandín, 2011)

2.5 REACCIONES FISIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS FRENTE AL ESTRÉS POR TEMPERATURA

El término estrés es comúnmente utilizado para indicar una condición medioambiental que es adversa al bienestar animal (Stott, citado por Arias et al., 2008). Sin embargo, la magnitud del estrés y su impacto asociado en la producción animal son difíciles de definir. Stott, citado por Arias et al. (2008) señaló que la única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal.

Por otro lado Bavera y Beguet (2003) asocian esta definición a la temperatura ambiental, denominando estrés a los aumentos o descensos de las temperaturas ambientales y tensión a la compensación o falta de compensación por parte del animal para mantener su equilibrio térmico. El estrés manifiesta la magnitud de las fuerzas externas que inciden sobre el organismo intentando desplazarlo de su estado básico o de reposo, mientras que la tensión mide el desplazamiento interno impuesto por el estrés sobre el estado básico.

Cruz (2005) definió la homeotermia como la capacidad de regular la temperatura corporal (interna) dentro de márgenes estrechos, aunque la temperatura ambiente varíe fuertemente.¹

¹ Cruz, G. 2005. Efecto del clima en la adaptación y producción animal. In: Curso de Agrometeorología (2005, Montevideo). Textos. p. 2 (sin publicar).

Se denomina aclimatación al conjunto de procesos que debe experimentar todo animal trasladado a un medio diferente al de su origen. El término más adecuado, aunque menos generalizado, es el de adaptación, ya que si bien los factores climáticos tienen máxima influencia, también actúan sobre el animal el resto de los factores que constituyen el ambiente.

El ambiente que rodea al animal, en cualquier instante particular, tiene influencia sobre la cantidad de calor intercambiado entre el mismo y su ambiente, el que consecuentemente tiene influencia sobre los ajustes fisiológicos que el animal debe realizar para mantener su balance de calor corporal. Si el ambiente no se encuentra enteramente dentro de la "zona de confort" del animal, los ajustes serán considerables y se dice que el animal se encuentra bajo un estrés de calor o estrés térmico, el que se verá reflejado en su crecimiento, salud y producción. De acuerdo a las leyes físicas de la transferencia de calor, cuando un animal se encuentra, por ejemplo, en un ambiente más frío que su temperatura corporal, se removerá más calor de su cuerpo. Si esto continúa sin ninguna compensación fisiológica se producirá un descenso de la temperatura corporal. Sin embargo los animales pueden compensar esta pérdida adicional de calor mediante el incremento de la producción de calor y/o una disminución de la pérdida de calor mediante diferentes ajustes físicos (Esmay, citado por Echevarría y Miazso, 2002).

Además, si el animal es mantenido en un ambiente frío, puede verse forzado a producir calor suplementario o calor extra para mantener su temperatura corporal a un nivel constante. A esto se lo denomina producción suplementaria de calor termorregulatorio, que es diferente de las otras formas de producción de calor, porque se produce específicamente para cubrir las demandas ambientales de calor, mientras que en todos los demás casos el calor es producido como un subproducto inevitable de las actividades metabólicas dentro del cuerpo del animal (Echevarría y Miazso, 2002).

La energía neta de mantenimiento (ENm) es por definición la cantidad de energía equivalente al calor producido por un animal en ayunas situado en la zona termoneutra de temperatura. Los requerimientos de ENm para el ganado vacuno de carne están estimados en $77 \text{ kcal/kg}^{0.75}$ (Lofgren y Garrett, Garrett, citados por Sainz et al., 1994). Esta estimación es aplicable a animales estabulados, no estresados por el ambiente y en reposo. Lógicamente existirán variaciones en las necesidades de mantenimiento entre un 3 y un 14 % según el sexo, el genotipo y la edad (Webster, citado por Sainz et al., 1994).

Cuando la temperatura ambiente cae por debajo de la crítica inferior, el mantenimiento de la temperatura corporal a un nivel normal depende de la capacidad para aumentar la tasa metabólica. Los animales grandes no requieren una gran capacidad metabólica debido a su alta aislación que les permite mantener el equilibrio térmico en severas condiciones de frío con un pequeño o ningún aumento en la producción de calor. La tolerancia al frío está así determinada por el aislamiento suplementado por una cantidad extra variable de producción de calor (Bavera y Beguet, 2003).

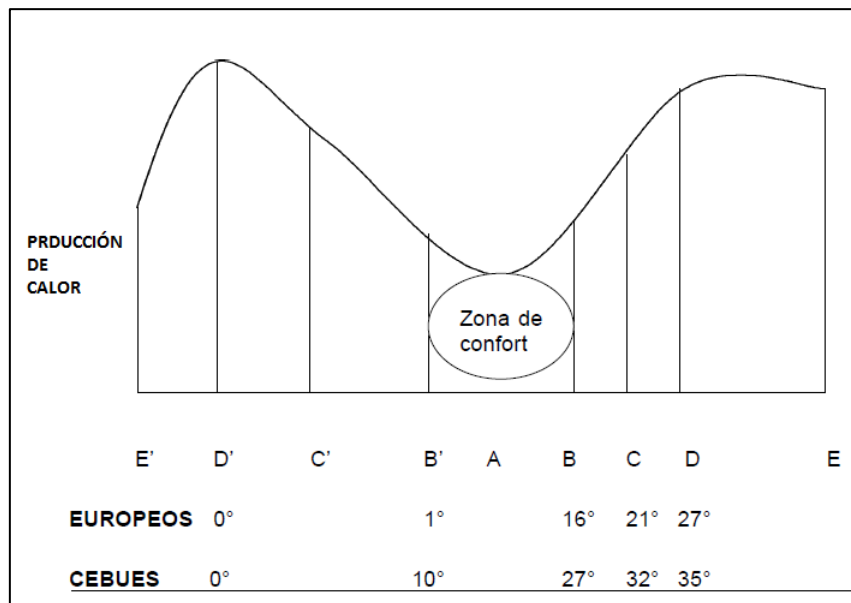
En una situación de estrés provocado por frío, el animal requiere energía adicional para el mantenimiento, mientras que en un animal estresado por el calor, el apetito y la producción decrecen. Como las condiciones ambientales a las que está expuesto el ganado vacuno de carne son muy diversas (temperatura del aire, velocidad del viento, precipitaciones, exposición al sol), así como multitud de factores relacionados con el animal (edad, genotipo, recubrimiento de pelo, período de adaptación y dieta), los ajustes en los requerimientos son calculados sobre una base empírica (NRC, citado por Sainz et al., 1994).

“El consumo de forraje también disminuirá durante períodos de tiempo frío. Se recomienda suplementar con concentrado para evitar pérdidas de peso pues las

necesidades de mantenimiento se incrementan durante este tiempo” (NRC, citado por Sainz et al., 1994).

En la figura No. 3 se presenta un diagrama de las temperaturas ambientales críticas (°C) en bovinos de genotipo europea y cebuina, y la producción de calor asociada en las diferentes situaciones evaluadas.

Figura No. 3. Diagrama de las temperaturas ambientales críticas (°C) en bovinos de genotipo europea y cebuina



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

Los puntos B y B' marcan los límites que corresponden al intervalo de temperaturas ambientales donde la acomodación térmica se lleva a cabo por medios físicos simples, sin la necesidad de utilizar ningún mecanismo termorregulador para el mantenimiento normal de la temperatura interna. Este sector corresponde a la termoneutralidad, dentro del cual se da el clima confort.

Hacia la izquierda del punto B', se da un aumento en la pérdida de calor debido a la pronunciada diferencia que existe entre la temperatura del ambiente y la de los organismos animales. Para contrarrestar estos efectos el animal aumenta su producción de calor, lo cual revela un aumento metabólico, para tal propósito, el animal utiliza diferentes mecanismos como el aumento de apetito, como reacción a las bajas temperaturas, sin embargo, gran proporción del alimento ingerido se destina a la producción de calor.

Hacia la derecha del punto B, se da un aumento de la tasa metabólica en el organismo debido al relativo bloqueo que se presenta a la eliminación normal del calor excesivo. La primera reacción se observa por un aumento gradual del número de movimientos respiratorios, con lo cual se elimina gran parte del calor mediante evaporación al arrastrar la humedad por las vías respiratorias. Al llegar al punto C, este mecanismo deja de ser efectivo, por lo cual se da un leve aumento de la temperatura interna.

A partir del punto C' se dan condiciones desfavorables para el mantenimiento de la temperatura normal, en este caso, se utiliza la energía de los alimentos y las reservas de grasa en los animales para el mantenimiento de ese nivel térmico, el cual es necesario para la conservación de la vida. El punto D' es el indicador máximo de la producción calórica del animal, denominado también cima metabólica, en el cual sobreviene el fracaso de los intentos por resguardar el margen normal de la temperatura, decae el metabolismo al agotarse las reservas de energía hasta alcanzar el punto E', en la que sobreviene la muerte por frío.

A la derecha del punto C, se ubican las reacciones ante las temperaturas elevadas. En este caso la temperatura interna comienza a crecer exigiendo el mecanismo de termorregulación. Esa movilización representa un esfuerzo fisiológico, alcanzando su límite máximo en el punto D, en el cual se da un fracaso en el esfuerzo por acomodarse a

las altas temperaturas, como consecuencia se da un descenso en los niveles de producción.

En el punto E, es imposible 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).

En el siguiente cuadro se presentan las temperaturas críticas y óptimas para las diferentes categorías evaluadas.

Cuadro No. 2. Temperaturas críticas y óptimas según categoría

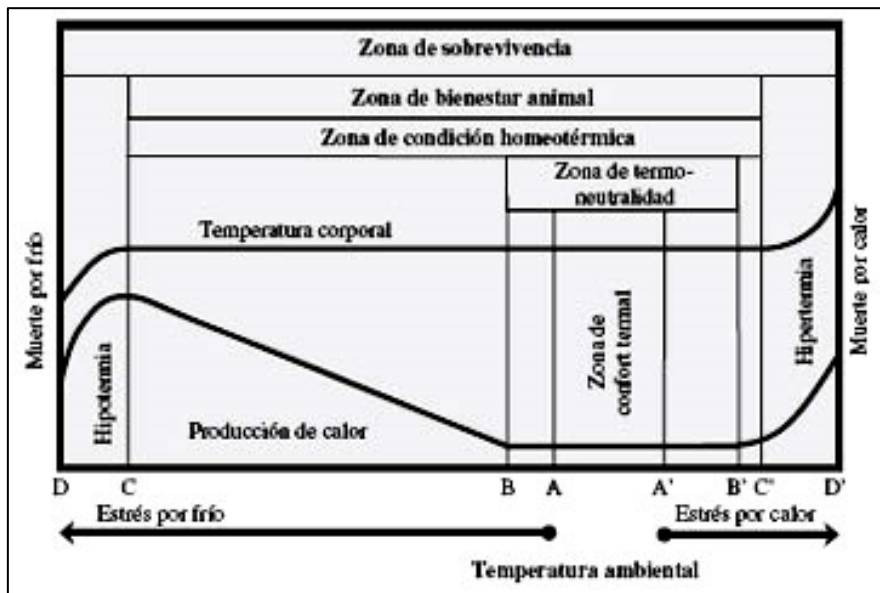
	Crítica (°C)		Óptima (°C)
	mínima	máxima	rango
Vaca, 23 L/d	-26	23	5 – 15
Vaca, 9 L/d	-17	27	5 – 15
Ternero, 1 día	5	30	17 – 25
Novillo, 0,8 kg/d	-32	27	0 – 15

Fuente: Hahn (1997).

El cuadro No. 2 muestra una representación esquemática de la relación entre la temperatura efectiva del ambiente, la temperatura corporal y la sobrevivencia del animal. La zona de confort representa el rango en el cual la producción de calor del animal se mantiene basal. En estas condiciones los animales pueden expresar su máximo potencial productivo (Arias et al., 2008).

En la figura No. 4 se presenta un esquema de las condiciones ambientales críticas para la sobrevivencia animal y la respuesta animal frente al ambiente evaluado.

Figura No. 4. Representación esquemática de las condiciones ambientales críticas para la sobrevivencia animal



Fuente: Arias et al. (2008)

“Las zonas $A \rightarrow B$ para condiciones frías y $A' \rightarrow B'$ para condiciones de calor representan cambios en la temperatura efectiva ambiental que demanda esfuerzos mínimos en el animal para mantener su temperatura corporal (la descripción de las zonas restantes sigue la misma estructura siendo válida también para la condición de calor). En la zona $B \rightarrow C$ los animales requieren activar mecanismos termorregulatorios (fisiológicos y de comportamiento) para conservar la temperatura corporal. En la zona $C \rightarrow D$ los animales infructuosamente intentan hacer frente al desbalance energético para tratar de mantener las condiciones homeotérmicas; la temperatura corporal es afectada pudiendo conducir al animal a la muerte por hipotermia o hipertermia” (Arias et al., 2008).

Así, los animales aumentan su consumo de materia seca cuando la temperatura cae bajo la zona termoneutral o bien cambian sus dietas a fuentes alimenticias que les permitan obtener la energía extra requerida (Richards, citado por Arias et al., 2008).

La temperatura normal del ganado bovino adulto sano fluctúa entre 37,8 y 40,0 °C. A esta temperatura las actividades celulares y bioquímicas operan con mayor eficiencia y eficacia. Si los tejidos se enfrían demasiado el metabolismo es reducido, en el caso contrario el metabolismo se acelera (Guyton y Hall, citados por Arias et al., 2008).

Investigaciones conducidas en Nebraska por Mader y Kreikemeier, citados por Arias et al. (2008) demostraron que el ganado de carne alcanza claramente la máxima temperatura corporal a media tarde durante el verano, pero esta situación es menos clara durante la época invernal.

Echevarría y Miazso (2002) describieron el comportamiento de animales con temperaturas ambientales en descenso, donde se generaba en primer lugar una reducción de la pérdida de calor mediante una vasoconstricción periférica y un incremento de la aislación corporal aumentando la cobertura adiposa, incrementando la capa de pelo (mayor densidad y pelos más largos), piloerección; búsqueda de protección o cobertura del viento, lluvia, nieve, etc; y reducción del área superficial, mediante cambios de postura corporal agrupándose estrechamente con otros animales. Y por otro lado un incremento en la producción de calor mediante el aumento en el consumo del alimento (mayor ingesta de energía, incremento calórico de la digestión); incrementando la actividad física. En condiciones extremas de frío aparece el temblor involuntario y la búsqueda de la exposición a la radiación solar.

Con las bajas temperaturas se incrementa la secreción de tiroxina, lo que causa un incremento en la tasa metabólica y en la producción de calor del animal. También se

incrementa la secreción de corticoides, desde la glándula adrenal, como consecuencia del estrés por frío, lo que contribuye, aún en mayor grado, al incremento de la tasa metabólica (Echevarría y Miazso, 2002).

Brown-Brandl et al., citados por Arias et al. (2008) encontraron que la tasa de respiración y la escala de jadeo son afectadas por la temperatura ambiental, el genotipo, la condición corporal, el historial sanitario y el temperamento de los animales.

Durante el invierno es posible observar la agrupación de los animales (apiñado), así como también cambios posturales para tratar de reducir la exposición de la superficie corporal y con ello la pérdida de calor (Young et al., citados por Arias et al., 2008).

Dantzer y Mormede, citados por Arias et al. (2008) reportaron que los niveles de cortisol se incrementan cuando los animales son expuestos al frío. Sin embargo, luego de un período de aclimatación los valores se estabilizan por sobre el valor normal a diferencia de lo que ocurre en el estrés por calor.

El funcionamiento eficiente de un organismo altamente complejo como es el bovino, depende de mantener una temperatura estable. Sometidos al frío, el bovino puede requerir grandes cantidades de alimento como combustible para calentar su cuerpo y sometido a condiciones cálidas necesitan grandes cantidades de agua para enfriarlo por evaporación (Bavera y Beguet, 2003).

En cuanto a la conformación exterior los animales de clima frío tienden a ser de mayor tamaño que los animales de clima cálido. Tienen aproximadamente igual profundidad que ancho, lo que les da una configuración redondeada, en tanto el cebú muestra una conformación relativamente profunda, ligeramente achatados (Bavera y Beguet, 2003).

La conformación del cuerpo de las genotipos británicas no adaptadas a condiciones tropicales llevadas a estos climas, cambian de manera que los animales se desarrollan aumentando la profundidad lateral del pecho, la panza se contrae y se vuelven delgados con costillas marcadas (Bavera y Beguet, 2003).

Los depósitos adiposos pueden constituir una fuente de energía en épocas de penuria alimenticia, si bien su función primordial es actuar como sustancia aislante en climas fríos o templados, pero cuando se almacena próxima a la piel dificulta la pérdida de calor. En este sentido, la grasa almacenada en la giba del cebú supone una ventaja para la pérdida de calor en comparación con aquella distribuida en forma subcutánea (Bavera y Beguet, 2003).

El metabolismo puede mantener el calor corporal cuando la temperatura externa es más baja que la del cuerpo; la proporción de calor metabólico usado por el animal disminuye al aproximarse la temperatura externa a la del cuerpo (Campbell et al., citados por Sánchez y Sequeira, 1999).

En el siguiente cuadro se presentan los mecanismos que se desencadenan como respuesta al frío y calor.

Cuadro No. 3. Mecanismos que se desencadenan como respuesta al frío y calor

FRÍO	CALOR
B:	B:
Vasoconstricción	Vasodilatación
Piloerección	Sudoración
Disminución consumo agua	Jadeo
Aumento consumo alimentos	Aumento consumo agua
	Disminución consumo alimentos
C:	C:
Combustión grasas de reserva	Aumento sudoración
Adopción formas de encogimiento	Aumento jadeo
D:	D:
Disminución temperatura corporal	Aumento temperatura corporal
Escalofríos	

Fuente: Bavera y Beguet (2003).

En el cuadro No.3 se puede observar las distintas herramientas que tiene el animal para tratar de equilibrar un posible desbalance térmico con el ambiente. De este modo que o controla este desequilibrio. No obstante, medida que este se hace cada vez mayor el animal se va quedando sin mecanismos y disminuye o eleva la temperatura corporal (según sea el ambiente dado).

2.5.1 Consecuencias productivas del estrés térmico

Por lo general, el bajo rendimiento reproductivo se asocia con condiciones ambientales desfavorables tales como la disponibilidad limitada de nutrientes y temperaturas ambientales extremadamente altas o bajas (Bazer, citados por Batista y Tecco, 2011).

En general, se considera que el ganado bovino se adapta bastante bien a condiciones frías, de hecho casi dos tercios de la producción bovina en los Estados Unidos se concentran en zonas con inviernos cuyas temperaturas medias son inferiores a 0 °C. Sin embargo, cuando las temperaturas mínimas son extremas, éstas producen menores ganancias de peso, extensión del período de engorde, reducción de la

conversión de alimento y reducción en la cantidad de leche producida (Christison y Milligan, Young, Birkelo y Johnson, citados por Arias et al., 2008).

Young, citado por Arias et al. (2008), señala una disminución en la conversión de alimento del orden de 14 y 20% en el período invernal en sistemas de engorde comerciales de California y de algunos de los estados que comprenden el Medio Oeste norteamericano. Por otra parte, investigaciones llevadas a cabo en el Oeste de Canadá utilizando datos acumulados de siete años durante el período invernal indican que las variables climáticas en general y la temperatura promedio en particular afectan fundamentalmente la ganancia diaria de peso y la cantidad de megacalorías requeridas por cada kilogramo de peso ganado (Christison y Milligan, citados por Arias et al., 2008).

Los umbrales térmicos para vacas Holstein son -5 y 21 °C. Temperaturas extremas reducen ganancias de peso, extensión del periodo de engorde y reducción de la eficiencia de conversión y producción. La menor productividad durante el invierno está asociada a mayor demanda de energía de mantención y a menor digestibilidad del alimento (Arias et al., 2008).

Asimismo, la producción de leche comienza a decrecer alrededor de los -4 °C, y tiene una marcada depresión a los -23 °C (Young, citado por Arias, 2008). La menor productividad durante el invierno está asociada a mayor demanda de energía para mantención y a menor digestibilidad del alimento (Young y Christopherson, citados por Arias et al., 2008).

Durante el invierno se aceleran las pérdidas de calor corporal mediante las vías sensibles, ya que la gradiente entre temperatura corporal y temperatura ambiente se hace mayor (Young et al., citados por Arias et al., 2008).

Cuando la temperatura del aire es baja, el calor procedente del cuerpo del animal fluirá hacia el exterior hasta provocar falta de confort y reducir la eficiencia productiva. No obstante, si el animal dispone de suficiente alimento, puede mantener su temperatura corporal en magnitudes compatibles con la vida (Mendoza et al., citados por Herrera, 2011).

El estrés calórico produce trastornos generales en el organismo los cuales se manifiestan a través de: mayor sensibilidad a los agentes infecciosos; problemas reproductivos (alteraciones en la duración del celo, parto prematuro y reabsorción embrionaria temprana); aparición de comportamientos anormales; afecciones digestivas, respiratorias y circulatorias; disminución en el índice de transformación, es decir, disminución en la cantidad de carne o leche producidos por cada Kg de alimento consumido (Fuentes, citado por Sánchez y Sequeira, 1999).

Cuadro No. 4. Respuesta animal frente al frío y calor

	Efecto Climatico		Referencia
	Calor	Frio	
Requerimientos de mantenimiento	↑	↑	Ames (1986)
Consumo de alimento	↓	↑	Ames (1986), Ronchi et al. (2002), Ekpe y Christopherson (2000)
Ganancia diaria	↓	↓	Sakaguchi y Gaughan (2002), Johnson (1986)

Fuente: Arias et al. (2008).

2.6 HIPÓTESIS

Los objetivos anteriormente expuestos son planteados sobre la hipótesis que la evolución de los diferentes indicadores antes mencionados, diferirá con el genotipo.

El rodeo Hereford tendrá mayor adaptabilidad al estrés térmico por frío, representado por una menor variabilidad dentro del día y a lo largo del periodo experimental en los caracteres estudiados, así como menor pérdida de peso y condición corporal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se enmarca en un proyecto de investigación llevado a cabo en la Facultad de Agronomía – Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”, titulado “Adaptabilidad del cruzamiento Bonsmara – Hereford al estrés térmico durante el invierno en sistemas pastoriles de Uruguay”, como forma de evaluar la performance de la cruce con respecto a la Hereford pura e innovar su uso para mejorar el beneficio biológico y económico.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental “Mario A. Cassinoni” (EEMAC), en el departamento de Paysandú, perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada en la Ruta No. 3 General Artigas, Km 363.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL

El predio de la facultad se encuentra en su mayoría sobre la unidad de suelos San Manuel con predominancia de suelos Brunosoles Eútrico Típicos y Lúvicos y Solonetz Solodizados Melánico (MGAP. DIEA, 2013).

El tapiz dominante del mismo es el campo natural, lo que determina condiciones de sub alimentación durante el invierno, con probables pérdidas de peso.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

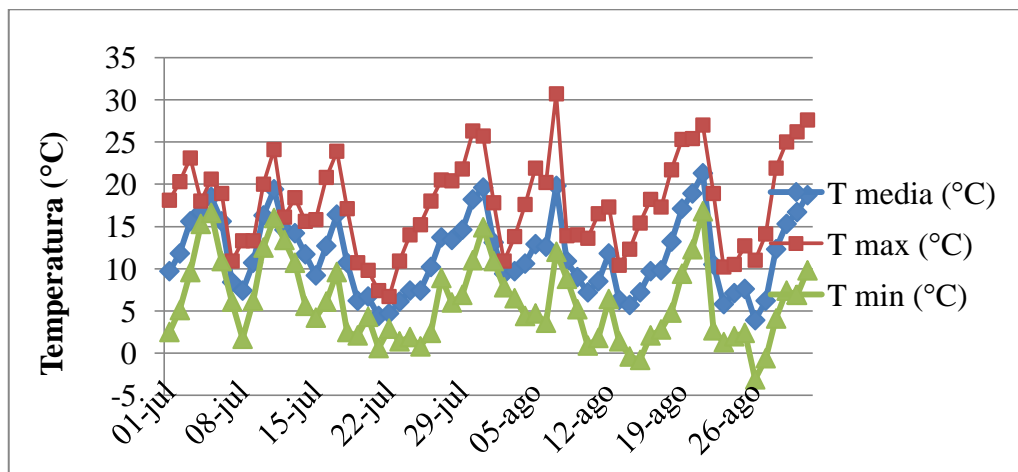
Para la realización del experimento se utilizaron 33 vaquillonas pertenecientes al rodeo de la EEMAC, 9 cruce Bonsmara-Hereford y 24 Hereford puras. Ambos genotipos se manejaron como un único lote, alimentándose a campo natural y verdes invernales, utilizando los potreros 21 y 15 con 14 y 20 has, respectivamente.

El período de estudio abarcó los meses de julio y agosto del 2013, donde se realizaron dos medidas por día (una en la mañana 7 hs y otra en la tarde 14 hs) y dos días a la semana de las variables temperatura rectal y superficial; y una medida cada 15 días de peso vivo y condición corporal.

3.4 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

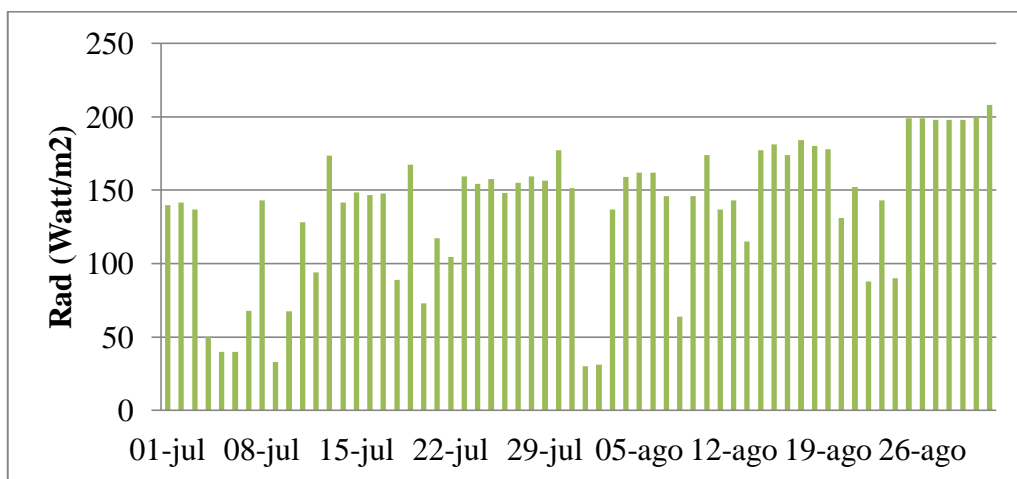
Con el objetivo de caracterizar el ambiente en el cual se desarrolló el experimento, se recabaron datos de temperatura (max, min y media diaria), radiación, HR, precipitaciones y viento del periodo abarcado por el mismo.

Figura No. 5. Temperatura media, máxima y mínima diaria para julio y agosto



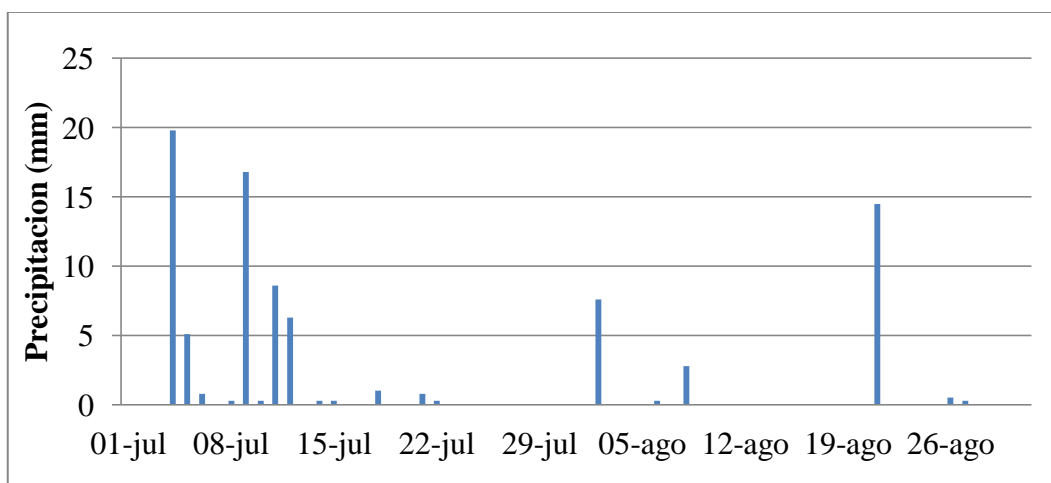
Las temperaturas mínimas por debajo de 0 °C se observaron en cuatro situaciones puntuales, 14, 15, 26 y 27 de agosto. En promedio las temperaturas mínimas fueron del orden de los 6 °C.

Figura No. 6. Radiación media diaria para julio y agosto



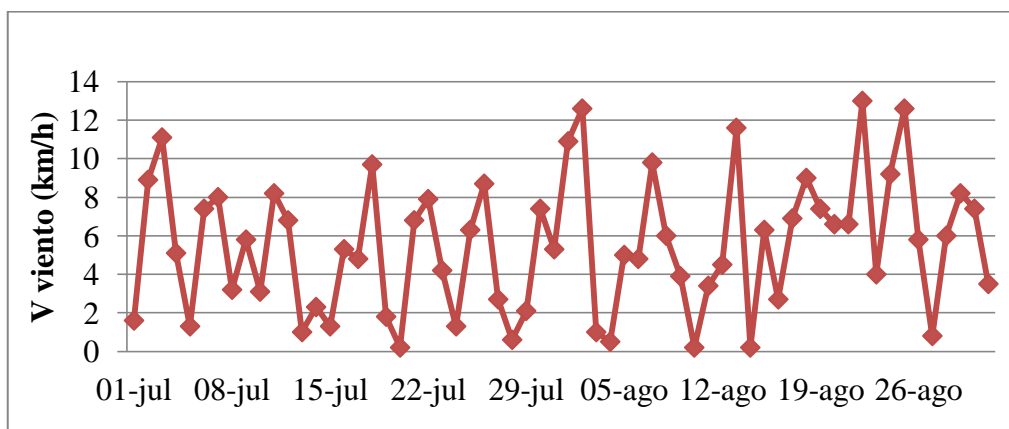
Dentro de los días de investigación se observaron escasos días nublados, y no existieron fenómenos anormales en cuanto a radiación.

Figura No. 7. Precipitaciones diarias para julio y agosto



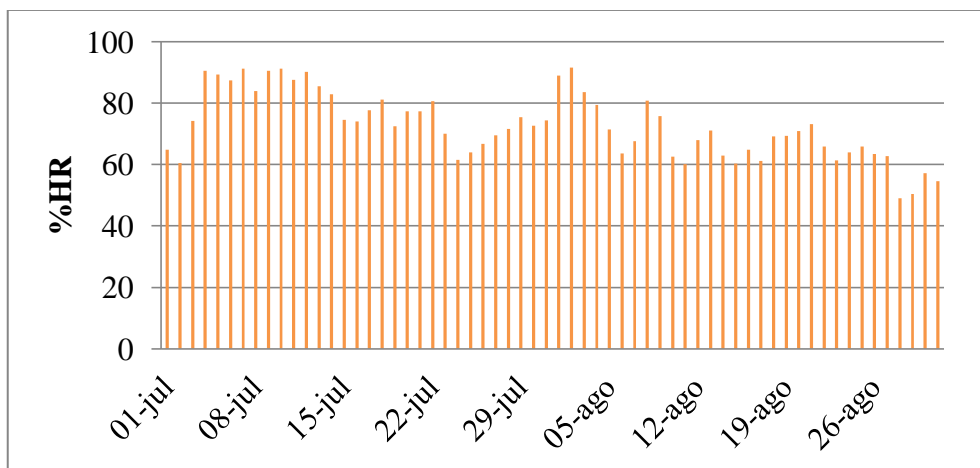
En los dos meses del período experimental las precipitaciones ocurridas fueron menores que el promedio histórico mensual, siendo las precipitaciones acumuladas de 87 mm en los dos meses.

Figura No. 8. Velocidad del viento diario para julio y agosto



No existieron anomalías de vientos fuertes, y se observó una tendencia a mayor intensidad del viento sobre el medio día.

Figura No. 9. Humedad relativa media diaria para julio y agosto



La humedad media fue de 70% en todo el periodo, y no se observaron valores extremos.

Todos los datos fueron recabados por la estación meteorológica de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú.

3.5 VARIABLES REGISTRADAS EN LOS ANIMALES

3.5.1 Frecuencia respiratoria

Esta variable se midió mediante la apreciación visual de los movimientos del flanco contabilizando la cantidad de respiraciones (inspiración y expiración) por minutos.

3.5.2 Temperatura superficial

Para la medición de la temperatura superficial se utilizó un termómetro laser colocado a una distancia de 15 cm del animal para registrar la temperatura de la frente y del flanco.

3.5.3 Temperatura rectal

La medición de dicha variable consistió en la introducción de un termómetro de mercurio en el recto durante 1 minuto y el siguiente registro de la temperatura.

3.5.4 Peso vivo y condición corporal

El peso vivo se registró mediante el uso de la balanza electrónica.

La condición corporal fue tomada por apreciación visual usando la escala validada por Vizcarra et al. (1986), en tres momentos dentro el periodo experimental (comienzo, mitad y fin).

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables de respuestas analizadas, descritas anteriormente, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, utilizando a la vaca como unidad experimental.

El modelo de análisis incluyó los efectos descritos a seguir:

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + \beta (X_{ij} - X_{..}) + \varepsilon_{ij} + S_k + D_{l(k)} + M_m + (S*G)_{ik} + (G*D)_{il(k)} + (G*M)_{im} + \varepsilon_{ijklm}$$

Parámetros:

- Y_{ijklm} = valor de observación de variables a evaluar
- μ = media poblacional
- G_i = efecto genotipo (1,2)
- $\beta (x_{ij} - x_{..})$ = covariable de PV
- ε_{ij} = error de genotipo y covarianza
- S_k = efecto semana (1,2,3,4,5,6,7,8,9)
- $D_{l(k)}$ = efecto día anidado en la semana (1,2)
- M_m = efecto momento (mañana y tarde)

- $(S * G)_{ik}$ = interacción semana y genotipo
- $(G * D)_{il(k)}$ = interacción genotipo y días anidada en la semana
- $(G * M)_{im}$ = interacción genotipo y momento
- ϵ_{ijklm} = error experimental

Hipótesis estadísticas:

Ho: $\tau_1 = \tau_2$	Ho: $m_1 = m_2$
Ha: $\tau_1 \neq \tau_2$	Ha: $m_1 \neq m_2$
Ho: $\beta_1 = 0$	Ho: \exists interacción S * G
Ha: $\beta_1 \neq 0$	Ha: \exists interacción S * G
Ho: $S_1 = S_2 = \dots = S_9$	Ho: \exists interacción G * D (k)
Ha: $S_1 \neq S_2 \neq \dots \neq S_9$	Ha: \exists interacción G * D (k)
Ho: $d_1 = d_2$	Ho: \exists interacción G * M
Ha: $d_1 \neq d_2$	Ha: \exists interacción G * M

3.6.1 Supuestos del modelo

- Supuestos de DCA:
 - El modelo es correcto
 - Es aditivo
 - Los errores son variables aleatorias independientes
 - Todos tienen idéntica distribución
 - Están concentrados en 0 y tienen varianza constante (normal).
- Supuestos de covarianza:
 - X no depende de los tratamientos
 - B no depende de los tratamientos

- X es alcanzable por todos los tratamientos.
- Supuestos de medidas repetidas en el tiempo.

3.6.2 Cuadro de ANAVA

Para el modelo propuesto anteriormente, se presenta en el cuadro No. 5 el correspondiente análisis de la varianza, identificando los grados de libertad de cada fuente de variación considerada.

Cuadro No. 5. Cuadro de ANAVA.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Genotipo	$t-1$	1
Error del G y Cov	Diferencia	31
Sub total	$r(t-1)$	32
Semana	$k-1$	8
Días (s)	$(l-1)*k$	9
Momento	$m-1$	1
Semana * Genotipo	$(k-1)(t-1)$	8
Genotipo * Día (semana)	$(t-1)(l-1)k$	9
Genotipo * Momento	$(t-1)(m-1)$	1
Error Experimental	Diferencia	1120
Total	$rklm-1$	1188

Para los efectos significativos, las medias fueron comparadas mediante el test de Tukey ajustado usando $P < 0.05$ como nivel de significancia estadística.

Los análisis se realizaron mediante el procedimiento MIXCED del programa SAS (SAS, 2009).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FRECUENCIA RESPIRATORIA

Para la frecuencia respiratoria, se presenta en el cuadro No. 6 el análisis de varianza y los efectos posibles sobre la variable.

Cuadro No. 6. Análisis de varianza para frecuencia respiratoria

Efecto	F Valor	Pr> F
Genotipo	2.26	0.1335
Semana	14.09	0.0002
Hora	5.14	0.0236
Genotipo *hora	0.00	0.9519

Como se puede observar en el cuadro, los efectos con significancia menor a 0.05 son hora y semana. Los restantes efectos analizados (genotipo y genotipo*hora) no presentan diferencias significativas para la variable en estudio.

En el cuadro No. 7 se presentan las medias y desvío estar según genotipo y hora para la frecuencia respiratoria.

Cuadro No. 7. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para frecuencia respiratoria

Efecto	Genotipo	Hora	Media	Desvío
Genotipo	BH		22.6618	1.3782
Genotipo	HH		25.0813	0.8331
Hora		am	22.4468 b	0.8740
Hora		pm	25.2964 a	0.9057

Analizando el efecto genotipo en el cuadro anterior se deduce que si bien Bonsmara-Hereford tiene una media menor (22.7 rpm), presenta un desvío mayor que la raza Hereford pura, por ende esta diferencia no permitiría obtener significancia estadística.

4.2 TEMPERATURA RECTAL

Para esta variable, a la hora de analizar la significancia de los efectos solo se encontró significancia menor a 0.05 en el efecto de semana. Los restantes efectos analizados (genotipo, genotipo*hora y hora) no presentaron diferencias significativas para la variable temperatura rectal ($P > 0.05$).

En el cuadro No. 8 se presenta el análisis de varianza para temperatura rectal con los respectivos niveles e significancia estadística observada en el análisis.

Cuadro No. 8. Análisis de varianza para temperatura rectal

Efecto	F Valor	Pr > F
Genotipo	0.98	0.3236
Semana	58.80	<.0001
Hora	0.58	0.4482
Genotipo *hora	0.32	0.5701

A pesar de no presentar significancia ($p > 0.05$), en la figura No. 18 se presentan las medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura rectal

Cuadro No. 9. Media y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura rectal

Efecto	Genotipo	Hora	Media	Desvío
Genotipo	BH		38.8325	0.0566
Genotipo	HH		38.8978	0.0341
Hora		am	38.7262	0.0368
Hora		pm	39.0040	0.0385

Observando los resultados de los dos cuadros anteriores, podemos deducir que para la variable de mayor interés (diferencia entre genotipos) no existe diferencias significativas tanto en la media como en el desvío, determinando un comportamiento similar para la variable temperatura rectal.

4.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL: FRENTE Y FLANCO

Analizando el cuadro de análisis de varianza para la variable temperatura de frente, se encontró significancia mayor a 0.05 en el efecto semana y hora. Los restantes efectos analizados (genotipo y genotipo*hora) no presentaron diferencias significativas para la variable.

Cuadro No. 10. Análisis de varianza para temperatura de frente

Efecto	F Valor	Pr> F
Genotipo	2.39	0.1228
Semana	340.90	<.0001
Hora	121.39	<.0001
Genotipo *hora	1.77	0.1834

En el cuadro No. 11 se presentan las medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura de frente.

Cuadro No. 11. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura de frente

Efecto	Genotipo	Hora	Media	Desvío
Genotipo	BH		17.5353	0.5339
Genotipo	HH		16.5790	0.3125
Hora		am	13.6443	0.4161
Hora		pm	20.4699	0.4582

Con respecto al cuadro anterior y la significancia de los efectos, se observa que no existen grandes diferencias en cuanto a los genotipos, no así para el efecto hora donde se observa una menor temperatura de frente registrada en la mañana.

En cuanto a la temperatura de flanco, al igual que la variable anterior, observamos en el siguiente cuadro que existe diferencia significativa mayor a 0,05 en el efecto semana y hora. Los restantes efectos analizados (genotipo y genotipo*hora) no presentaron diferencias significativas para la variable en cuestión.

Cuadro No. 12. Análisis de varianza para temperatura de flanco

Efecto	F Valor	Pr> F
Genotipo	2.19	0.1395
Semana	389.43	<0.0001
Hora	135.13	<0.0001
Genotipo *hora	1.94	0.1645

En el siguiente cuadro se presenta la media y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura de flanco.

Cuadro No. 13. Medias y desvío estándar según genotipo y hora para temperatura de flanco

Efecto	Genotipo	Hora	Media	Desvío
Genotipo	BH		20.6251	0.4942
Genotipo	HH		19.7776	0.2893
Hora		am	16.8685	0.3852
Hora		pm	23.5342	0.4241

Analizando el cuadro anterior observamos que ambas variables de temperatura (frente y flanco) se comportan de modo similar, no se reflejan diferencias significativas entre genotipos pero si se registran menores temperaturas en la mañana.

4.4 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

Para evaluar la significancia de los efectos en ambas variables se realizó el análisis de varianza para cada una. En el caso de la variable peso vivo se encontró significancia en el efecto del momento de medida (comienzo, mitad y fin del período) con un $P < 0.0001$, descartándose significancia estadística para el efecto genotipo ($P = 0.13$).

En el caso de la variable condición corporal también se encontró significancia en el efecto del momento de medida ($P < 0.0001$) y no significativo en el efecto genotipo pero identificando una tendencia al 10%.

Para ambas variables, se presenta en el cuadro No. 14 la media y desvío estándar según momento y genotipo para peso vivo y condición corporal.

Cuadro No. 14. Medias y desvío estándar según momento y genotipo para peso vivo y condición corporal

Medida	Genotipo	PV	CC
1	BH	348 ± 13	
	HH	328 ± 8	
2	BH	329 ± 11	3.28 ± 0.12 b (*)
	HH	309 ± 7	3.05 ± 0.07 b(*)
3	BH	323 ± 13	2.83 ± 0.12
	HH	300 ± 7	2.67 ± 0.06

(*) Tendencia estadística, (P=0.10)

Como se puede observar en el cuadro No. 14, para un mismo momento dado, la diferencia de peso vivo y condición corporal entre ambos genotipos no fue de gran magnitud, por lo que no alcanzo para lograr la significancia estadística. También cabe destacar que a un mismo momento los desvíos de ambas variables no son importantes.

Considerando momentos distintos si se puede apreciar como la diferencia entre medias de los genotipos se hace importante tanto para la variable peso vivo como para la condición corporal.

Como otra medida de comparación entre genotipos, se presentan la figura No. 10 y No. 11, que describen la evolución promedio del peso vivo y condición corporal según individuo y momento, respectivamente.

Figura No. 10. Evolución promedio del PV según genotipo y momento

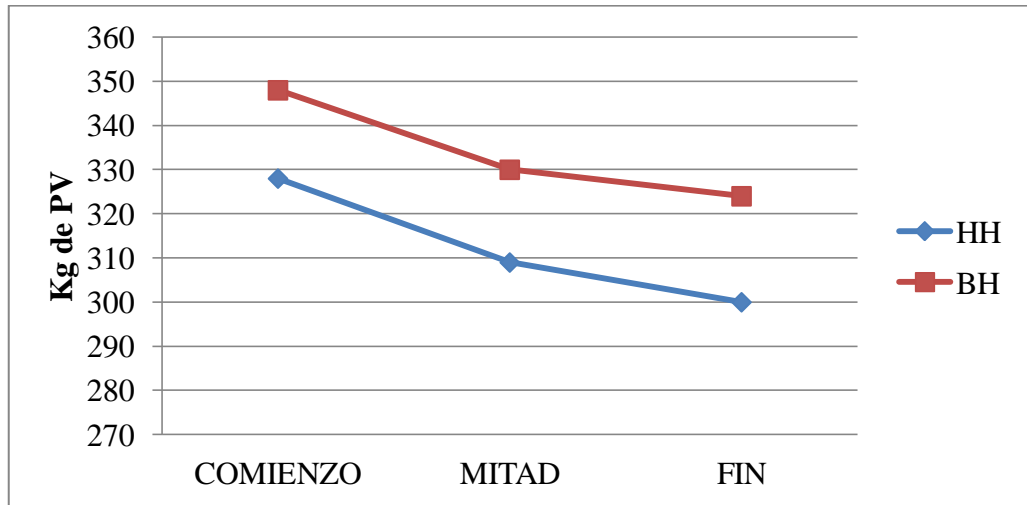
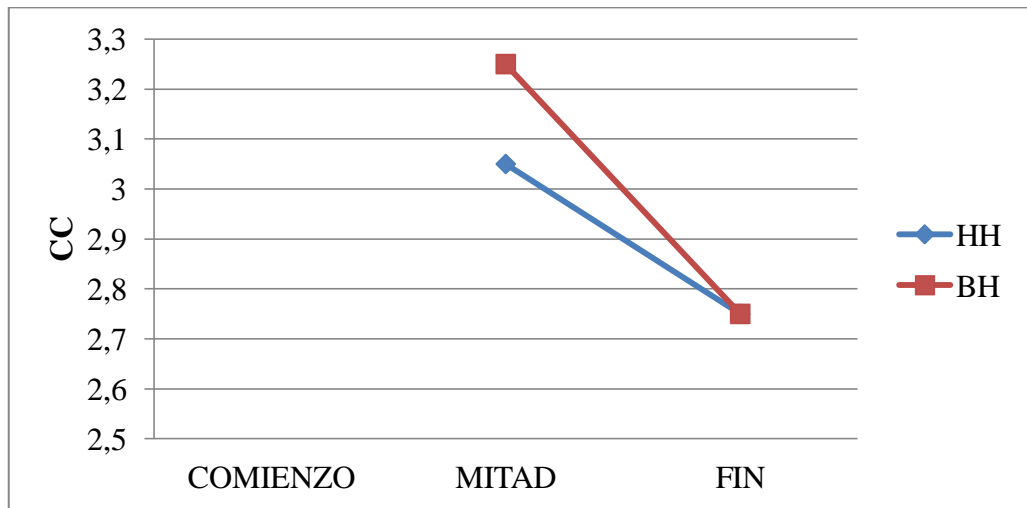


Figura No.11. Evolución promedio de CC según genotipo y momento



Como se puede apreciar en la figura No. 10, la evolución en peso vivo de ambos genotipos fue muy similar, ambos pierden casi la misma cantidad de kilos y a la misma tasa. Pero cuando observamos la figura No. 11, podemos ver que, si bien pierden los mismos kilos a la misma tasa, esos kilos perdidos no se reflejan en una misma pérdida de condición corporal. En un mismo período de tiempo la tasa de pérdida de condición corporal del genotipo Bonsmara-Hereford es mayor al del Hereford puro.

Cabe destacar que las dos graficas anteriores son un promedio de todos los individuos de cada genotipo, por lo que podrían pasar desapercibidos los casos particulares.

4.5 DISCUSIÓN

El territorio uruguayo tiene un clima sub tropical templado húmedo, con temperaturas medias en el invierno de 12.9 °C (CNFR, 2011). En el período experimental la temperatura media fue 11.6°C, eso indica que fue un año normal. La temperatura mínima media fue de 6°C, dicha temperatura se encuentra por encima del límite considerado por Young, citado por Arias et al. (2008) quien define el umbral de estrés por frío en -4°C, por Helman, citado por Sánchez y Sequeira (1999) quien considera un umbral de 0°C. A su vez, Hahn (1997) define el rango óptimo por encima de 5°C, y por ultimo Arias et al. (2008) definen -5°C como umbral térmico. A lo anterior se suma que, de los 60 días del período de estudio únicamente en 4 existieron temperaturas inferiores a 0°C (comprendidas entre 0°C y -3°C). Si bien para Helman, citado por Sánchez y Sequeira (1999) estarían por debajo del umbral de estrés, dichas temperaturas son casos puntuales dentro del experimento.

Oyanthçabal (2007) sostiene que el cambio climático en cuanto a la magnitud de las bajas temperaturas, genera un aumento progresivo de las mismas (aumento de 1.5°C en 40 años), lo que generaría un distanciamiento entre la temperatura ambiente mínima y los umbrales de estrés por frío mencionados anteriormente.

Hay que considerar además como menciona CNFR (2011) la importante variabilidad intra-anual e inter-anual de intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos extremos, los cuales de ocurrir podría cambiar el resultado del experimento.

Christison y Milligan, Young, Birkelo y Johnson, citados por Arias et al. (2008) observaron que el ganado bovino en Estados Unidos bajo condiciones de temperaturas promedio inferiores a 0°C en el invierno, no presentaron síntomas de estrés por frío, exceptuando situaciones de temperaturas mínimas extremas. Esto refuerza los resultados obtenidos y sostiene que las temperaturas inferiores promedio en el invierno en nuestro país no generarían niveles de estrés por frío significativo.

Pordomingo et al. (2009) concluyen que el genotipo Bonsmara puro o cruza con Angus se adaptan bien a temperaturas de invierno de la región. Estos resultados se condicionan con los observados en el experimento. A pesar de esto, los mismos no presentan diferencias significativas en las variables analizadas para medir el estrés térmico por frío.

Stott, citado por Arias et al. (2008) señala que la única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal. En ese sentido, y considerando las variables de producción analizada no se evidencian efectos de estrés por frío en este trabajo. Sin embargo una variable alternativa que se podría haber utilizado es el consumo de forraje, el cual a temperaturas por debajo de las óptimas aumenta, o cambian sus dietas a fuentes alimenticias más concentradas (Richards, citado por Arias et al., 2008).

Echevarría y Miazza (2002) describieron otros comportamientos de los animales con temperaturas ambientales en descenso, entre ellos un incremento de la aislación corporal aumentando la cobertura adiposa, incrementando la capa de pelo (mayor densidad y pelos más largos) y piloerección. Dichos comportamientos no fueron estudiados en este trabajo y podrían aportar información adicional a la investigación.

Para las diferentes variables analizadas estadísticamente, en cualquiera de los casos las diferencias son significativas para los diferentes períodos de tiempo (hora y semana), debido a las normales variaciones climáticas a lo largo del día, así como entre los días. Consecuentemente, los animales reaccionan frente a estos cambios. Es importante destacar que estas reacciones no fueron diferentes entre los genotipos considerados para ninguna de las variables estudiadas.

Fernández, citado por Sánchez y Sequeira (1999) determinó que la temperatura corporal es imprecisa. No obstante, señala que la temperatura rectal, es un buen indicador de las reacciones del animal, además de ser más accesible entre las temperaturas internas.

Según lo publicado en la literatura, la medida de temperatura rectal es considerada como la más exacta y directa para determinar el estrés por frío en los animales. Sánchez y Sequeira (1999) determinaron una correlación elevada (0.84) entre la temperatura rectal y el Índice de Temperatura y Humedad (ITH).

La temperatura superficial, medida mediante dos variables, temperatura de flanco y frente, mediante un termómetro laser se vieron influenciadas por la exposición de los animales a la radiación solar, por lo que aquellos animales expuestos a la sombra o al sol difieren mucho en dichas variables.

Las mediciones se hicieron para las condiciones más frías del país, en el periodo más frío del año, sin ningún tipo de fenómeno meteorológico anormal. No se descarta que los resultados puedan cambiar si un fenómeno de frío extremo ocurre en el país, tampoco se puede asegurar que en otros territorios con diferencias climáticas los resultados sean los mismos.

A pesar de que en la condición corporal y en el peso vivo no existieron diferencias estadísticamente significativas entre genotipos, si se observaron para condición corporal tendencias ($P=0.10$) de superioridades en el genotipo Hereford puro. Esto se observó en animales que si bien arrancaron en una condición corporal menor, perdieron menos condición corporal dentro del período experimental. A pesar de no encontrar evidencias de estrés por frío dichas variables también pueden estar influenciadas por otros factores, tales como diferencias en apetecibilidad por los alimentos, eficiencia metabólica, entre otros, y no exclusivamente por el estrés por frío.

Al contrario de lo publicado por Batista et al. (2013) en determinaciones de verano, en la variable frecuencia respiratoria, no se observaron diferencias significativas.

Estos resultados junto con los antecedentes bibliográficos estarían indicando la ausencia de estrés por frío en los genotipos cruce Bonsmara-Hereford y Hereford puro en las condiciones de nuestro país. Dichos resultados abren nuevas puertas para la cruce Bonsmara-Hereford en nuestro país, ya que deja de lado la hipótesis de que exista una diferencia productiva frente a las razas tradicionales debido a un mayor estrés frente a las bajas temperaturas del invierno.

Dada la inexistencia de estrés por frío que se presenta se puede decir que las supuestas ventajas que tiene Bonsmara frente al estrés por calor con las razas tradicionales se podrían ver aprovechadas, habiéndose introducido una raza que puede generar diferencias en cuanto a la competitividad y hacer aportes muy importantes en las condiciones de nuestro país.

Si bien no existen investigaciones sobre el genotipo Bonsmara bajo condiciones de temperaturas extremadamente bajas fuera del territorio nacional, o bajo fenómenos anormales dentro del territorio, no se descarta la posibilidad de encontrar diferencias entre los genotipos estudiados en caso de ocurrir esas situaciones. Por lo tanto habría que

seguir la línea de investigación sobre el estrés por frío para concluir a partir de que temperatura empiezan a haber diferencias, en caso que las hubieran, habría que continuar investigando sobre los genotipo estudiados para demostrar la existencia o no de su habilidad para adaptación al frío.

5. CONCLUSIONES

A partir de este experimento no se observan efectos de estrés por frío en vaquillonas de sobreaño en los genotipos Hereford puros y Bonsmara-Hereford.

Ambos genotipos reaccionan de la misma forma frente a variaciones en la temperatura debido al día y hora.

Es necesario continuar esta línea de investigación para identificar la posible habilidad del genotipo Bonsmara-Hereford de adaptarse a condiciones de estrés por frío.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño de vaquillonas cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puras durante el invierno. Se registraron las variables: temperatura rectal, temperatura externa (flanco y frente), frecuencia respiratoria, peso vivo y condición corporal. El trabajo fue conducido en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) durante los meses de julio y agosto de 2013. Se utilizaron 33 vaquillonas, 9 cruza Bonsmara-Hereford y 24 Hereford puras; se realizaron 24 mediciones por animal (2 días consecutivos por semana y en dos momentos: am y pm) para las variables frecuencia respiratoria, temperatura rectal y temperatura externa; y se midió el peso vivo y la condición corporal cada 15 días. Durante el período experimental no ocurrieron temperaturas extremas que generen estrés térmico por frío, por lo tanto no se descarta la existencia de adaptabilidad al frío de la raza Bonsmara. Relacionado con lo anterior, no hubo evidencia de síntomas de estrés por frío y no existieron diferencias entre los genotipos. Se considera importante la continuación de los estudios en el seguimiento de la raza Bonsmara en cruza con Hereford, bajo las condiciones pastoriles de nuestro país.

Palabras clave: Vaquillonas; Bonsmara; Invierno; Estrés; Frío.

7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the performance of crossbreed Bonsmara-Hereford heifers during winter in relation to purebred Hereford. To study this behavior the following variables were registered: rectal temperature, external temperature (side and front), respiratory rate, body weight and body condition. The Fieldwork was conducted at the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), during the months of July and August 2013. In this experiment, 33 heifers – 9 crossbreed Bonsmara - Hereford and 24 purebred Hereford – were used. 24 measurements were taken per animal two consecutive days in a week in two moments (in the morning and in the afternoon), for rectal temperature, external temperature and respiratory rate were performed; and body weight and body condition was measured every 15 days. During the experimental period there were not enough low temperatures to generate a thermal cold stress, therefore, the existence of cold adaptability of Bonsmara bred is not ruled out. Related to this, no evidence of cold stress symptoms and difference between genotypes were found. It is considered that there should be future studies of the crossbreed under our country grazing conditions.

Key words: Heifers; Bonsmara; Winter; Stress; Cold.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, M.; Gómez, P.; Taullard, M. 2011. Desempeño de vacas Hereford gestando y amamantando terneros puros y cruza Bonsmara en condiciones pastoriles del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 108 p.
2. 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 1° ago.2012. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf>
3. Batista, P.; Tecco, N. 2011. Desempeño de terneros cruza-Hereford y Hereford puro desde el nacimiento hasta el destete en condiciones pastoriles del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 94 p.
4. _____; 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. (en línea). Cangüé. no. 34: 32-37. Consultado 20 may. 2014. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/publicaciones/revista-canguee>.
5. Bavera, G.A. 2000. Alimentación durante la gestación. Cursos Producción Bovina de Carne. Buenos Aires, UNRC. FAV. 3 p.
6. Bavera, G.A.; Beguet, H.A. 2003. Termorregulación corporal y ambientación. Cursos Producción Bovina de Carne. Buenos Aires, UNRC. FAV. 14 p.
7. Berreta, V; Simeone, A; Bentancur, O. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. Agrociencia (Montevideo). 17: 131-140.
8. Bonsma, J. C. 1985. Jan Bonsma and the Bonsmara beef cattle breed. In: Bonsmara Cattle Breeders Society's 21st Anniversary Publication. Proceedings. South África. pp. 1-42.
9. CNFR (Comisión Nacional de Fomento Rural, UY). 2011. Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas agropecuarios del Uruguay. Montevideo, Uruguay. 211 p.

10. Echevarría, A.I.; Miazso, R. 2002. El ambiente en la producción animal. (en línea). Cursos de Producción Animal, UNRC. FAV. 29 p. Consultado 23 may. 2014. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
11. 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.
12. _____. 2011. Bonsmara: ¿una nueva alternativa para el norte del país? Nota técnica. (en línea). Cangüé. no. 31: 39-43. Consultado 17 may. de 2014. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/publicaciones/revista-canguue>
13. Hahn, G.L. 1997. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*. 77: 10-16
14. Herrera, C. 2011. Indicadores fisiológicos de estrés en ganadería bovina. (en línea). s.l., Engromix. s.p. Consultado 15 may. 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/sanidad/articulos/indicadores-fisiologicos-estres-ganaderia-t3354/165-p0.htm>
15. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agroclima y Sistemas de Información, UY). 2010. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009. Montevideo. 34 p.
16. 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.
17. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2013. Caracterización general de la ganadería. Anuario 2013. 270 p.
18. Oyhantcabal, W. 2007. El cambio climático y los necesarios procesos de adaptación en el sector agropecuario uruguayo. Anuario OPYPA 2007: 357-369.
19. Pordomingo, A. J.; Grigioni, G.; Carduza, F.; García, T.P.; Pordomingo, A. B.; Pini, F.; Masgoret, S. 2009. Efectos del cruzamiento con Bonsmara sobre novillos en confinamiento; 2. parámetros de físicos y sensoriales de

carne. Póster. (en línea). s.l., INTA. Consultado 15 nov. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/anguil/images/posters/produccionanimal/aapa2009/poster26.pdf>

20. Sainz, R.D.; Fernández, C; Baldwin, R.L. 1994. Valoración de los alimentos para rumiantes en cebo; el sistema americano NRC. In: Congreso de Especialización FEDNA (10°. 1994, Madrid). Trabajos presentados. Davis, California, Universidad de California. pp. 4-8
21. Sánchez, E.M.; Sequeira, N.C. 1999. Comparación de los parámetros de adaptación en vacas híbridas (1/2 Holstein x 1/2 Cebú) vs Brahman puras. Tesis Ing. Agr. Guácimo, Costa Rica. EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda). 41 p.
22. UDELAR. CESIC (Universidad de la República. Comisión Sectorial de Investigación Científica, UY). 2008. Evaluación de los genotipos puros Hereford, Angus y Bonsmara en sistemas pastoriles del litoral Oeste; adaptación, crecimiento, reproducción y carcasa. Montevideo. 17 p.

9. ANEXOS

Figura No. 12. Evolución de la temperatura rectal y temperatura diaria am

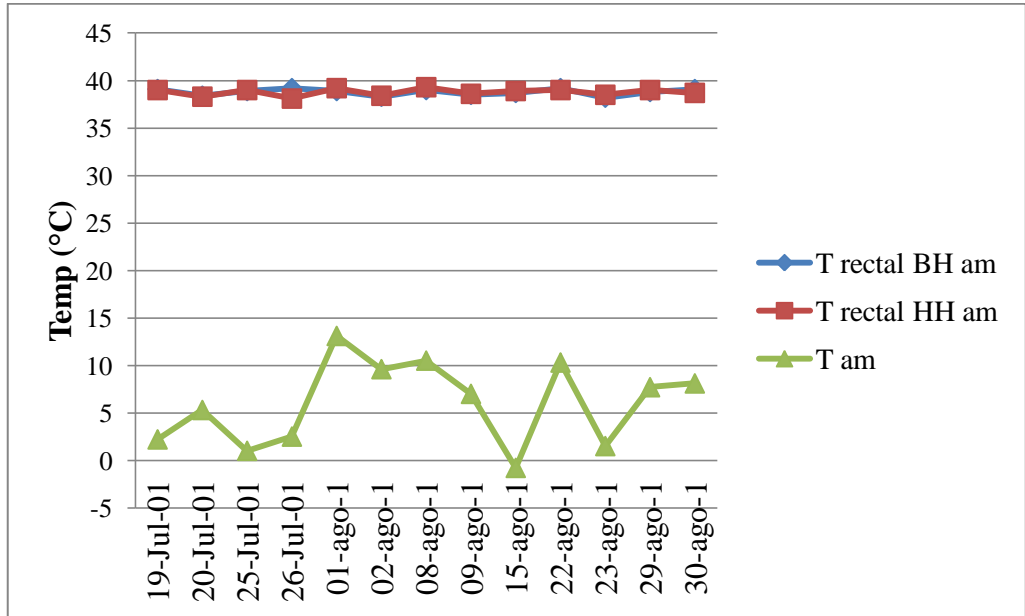


Figura No. 13. Evolución de la temperatura rectal y temperatura diaria pm

