

CAPÍTULO XXIV

EFECTO DEL MEDIO TROPICAL SOBRE LA SALUD Y LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN LA GANADERÍA DE DOBLE PROPÓSITO

- I. INTRODUCCIÓN
- II. RESPUESTA ORGÁNICA FRENTE AL ESTRÉS CALÓRICO
- III. EFECTO DE LA ELEVADA TEMPERATURA AMBIENTAL
SOBRE LA SALUD Y LA REPRODUCCIÓN
- IV. ACCIONES DEL MEDIO AMBIENTE TROPICAL SOBRE
LA REPRODUCCIÓN
- V. PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL AMBIENTAL PARA EL
MANTENIMIENTO DE UNA FERTILIDAD ÓPTIMA EN
LA GANADERÍA BOVINA TROPICAL
- VI. CONCLUSIONES
- VII. LITERATURA CITADA

I. INTRODUCCIÓN

Desde el establecimiento de ganaderías bovinas en los trópicos, los productores en estas latitudes y en particular los de Latinoamérica, han considerado como una alternativa para la mejora de sus rebaños, la incorporación de animales de alta producción, originarios de Europa y Norteamérica. Esa práctica ha originado que en algunas regiones se han ido eliminando o se ha llegado a la total eliminación de ganado nativo adaptado, el cual no ha podido ser substituido por razas puras de leche o de carne.

En esta búsqueda; de las buenas y malas experiencias resultó como una alternativa viable la formación del *mestizo de doble propósito*, a partir de cruces de los criollos y cebuínos con Holstein o Pardo Suizo en diferentes proporciones de acuerdo a las limitaciones del medio, surgiendo así razas ó tipos raciales adaptados a las condiciones tropicales. En este ensayo-error se han alcanzado resultados positivos con animales adaptados que muestran índices de producción y reproducción aceptables al medio (mestizos mejorados); sin embargo, en muchas explotaciones ganaderas se mantienen aún niveles de producción y reproducción muy semejantes a las de sus antecesores, los mestizos no mejorados, como se ha podido comprobar después de varias décadas de trabajo y esfuerzo. La realidad de la ganadería tropical en América Latina es muy compleja y llena de contradicciones en sus resultados, sobre todo por la falta de programas y constancia de esta actividad a nivel de las regiones y de los nichos agro-ecológicos específicos [4].

En este nuevo milenio, el de la globalización, en el cual los logros tecnológicos están a la vuelta de la esquina, las mejoras en las comunicaciones, transporte, los programas de inseminación artificial y la revolución de la Reproducción Animal Asistida; han favorecido la difusión y el desplazamiento masivo de razas puras hacia los ambientes tropicales trayendo como consecuencia grandes retos en el área de la fisiología ambiental y obligando a los investigadores a trabajar en los aspectos de adaptabilidad e influencia adversa de los factores ambientales sobre la reproducción dentro del área de la Medicina de la Producción.

En efecto, las altas temperaturas y la humedad ambiental provocan cambios evidentes en los animales, que repercuten en su alimentación, reproducción, producción, signos vitales y en la defensa inmunológica, provocando pérdidas considerables que requieren de la intervención de los agro-técnicos para establecer correctivos que permitan aminorar las pérdidas [8, 9]. Para comprender la respuesta de los animales mestizos de doble propósito al ambiente y poder manejar aquellos cambios que le son adversos para su adaptación, se hace necesario conocer la fisiología y el control de la termorregulación orgánica frente al ambiente cálido-tropical. De esta manera se podrán promover correctivos que puedan disminuir el estrés calórico ambiental y favorecer la producción y reproducción en las ganaderías bovinas tropicales.

II. RESPUESTA ORGÁNICA FRENTE AL ESTRÉS CALÓRICO

1. Mecanismo central de la termorregulación

Todo organismo viviente (homotermo) es considerado como un sistema continuo de reacciones irreversibles, cada una de las cuales va acompañada de producción y disipación calórica. Por ejemplo, la digestión y asimilación de alimentos se acompaña de gran producción de calor; lo mismo sucede con los rumiantes y los procesos fermentativos y en los caballos con el trabajo muscular; igualmente producen calor las funciones de producción de leche, crecimiento y engorde rápido. Sobre todos estos procesos influye la radiación solar especialmente en el verano y se potencia en las zonas tropicales húmedas en las cuales, la pérdida de calor se dificulta por la humedad del medio [11,12].

El mecanismo de regulación térmica orgánica es un proceso complejo que incluye los mecanismos para regular la producción y la pérdida del calor generado. Por lo tanto, bajo las condiciones normales de vida, en un organismo tan sensible y delicado como el cuerpo animal, deberá mantenerse cuidadosamente el equilibrio entre la producción del calor y su pérdida. La eficacia de la pérdida depende de una reserva acuosa adecuada en el organismo. Entre los mecanismos generados por el animal para adaptarse a un exceso de calor, tenemos un aumento del suministro de sangre a la periferia a través de la vasodilatación, dilución de la sangre circulante, aumento de la disipación térmica evaporativa orgánica (pulmonar y cutánea) y de los procesos de disipación térmica no evaporativa: radiación, convección y conducción [6, 22].

El Centro de la termorregulación esta ubicado en el hipotálamo, estructura del Sistema Nervioso Central, que responde de una forma particular a los cambios de temperatura corporal. El hipotálamo anterior y sus áreas supraóptica y preóptica son estimuladas cuando la temperatura corporal se eleva, mientras que los centros del hipotálamo posterior son excitados cuando la temperatura corporal disminuye (Figura 1). Ambos centros, anterior y posterior, se inhiben recíprocamente (cuando uno se activa, el otro se inactiva). Es debido a esta acción recíproca que se produce la autorregulación de la temperatura corporal [1,2].

2. Respuestas al aumento de la temperatura corporal

Cuando los núcleos supraóptico y preóptico del hipotálamo son calentados localmente (sangre ó terminaciones de los termorreceptores periféricos), se inician una serie de cambios neurovegetativos que ocasionan diversos procesos que promueven la disminución de la temperatura del animal en un corto plazo. El hipotálamo anterior aumenta la pérdida de calor corporal a través de varios mecanismos, como la estimulación de los nervios vasodilatadores de la piel con lo cual, aumenta el transporte de calor por la sangre a la superficie corporal. La piel posee un número cuantioso de anastomosis arteriovenosas, dotadas con musculatura lisa y ricamente inervadas. Esta complejidad es conveniente para la liberación de calor de la superficie de la piel a través de un mecanismo de contracorriente [3]. Este intercambio térmico se realiza a través del contacto íntimo entre la sangre arterial caliente proveniente del centro del cuerpo y la sangre venosa fría proveniente de las extremidades. Por ejemplo, si el calor

tiene que ser conservado, el gradiente térmico entre las extremidades y el ambiente debe ser minimizado. Esto se consigue intercambiando el calor de la sangre arterial con la sangre venosa mas fría, de esa forma la sangre arterial que entra a la extremidad es enfriada, mientras que la sangre venosa que sale de la extremidad es calentada (Figura 2) [1]. El control del grado del calor intercambiado por el sistema de contracorriente es mantenido por el Sistema Nervioso Central a través de las uniones venosas inervadas simpáticamente [3, 10]. Otro mecanismo de acción es por inhibición recíproca del hipotálamo posterior, la cual suprime la tonicidad vasoconstrictora de los vasos cutáneos y por lo tanto permite una vasodilatación mas intensa [5, 20].

El calor que se genera en los planos profundos del animal es transferido a la superficie por conducción a través de los tejidos y por convección por medio de la corriente sanguínea. El transporte de calor desde el interior del animal depende de la gradiente térmica entre la superficie corporal en las zonas profundas, donde el flujo sanguíneo periférico es mínimo en cierto grado debido a la conductividad térmica de los tejidos [10, 15]. El animal modifica la perdida o conservación del calor mediante variaciones del suministro sanguíneo periférico [6, 15, 20].

Figura 1. Mecanismos Generales de la Termorregulación [1]

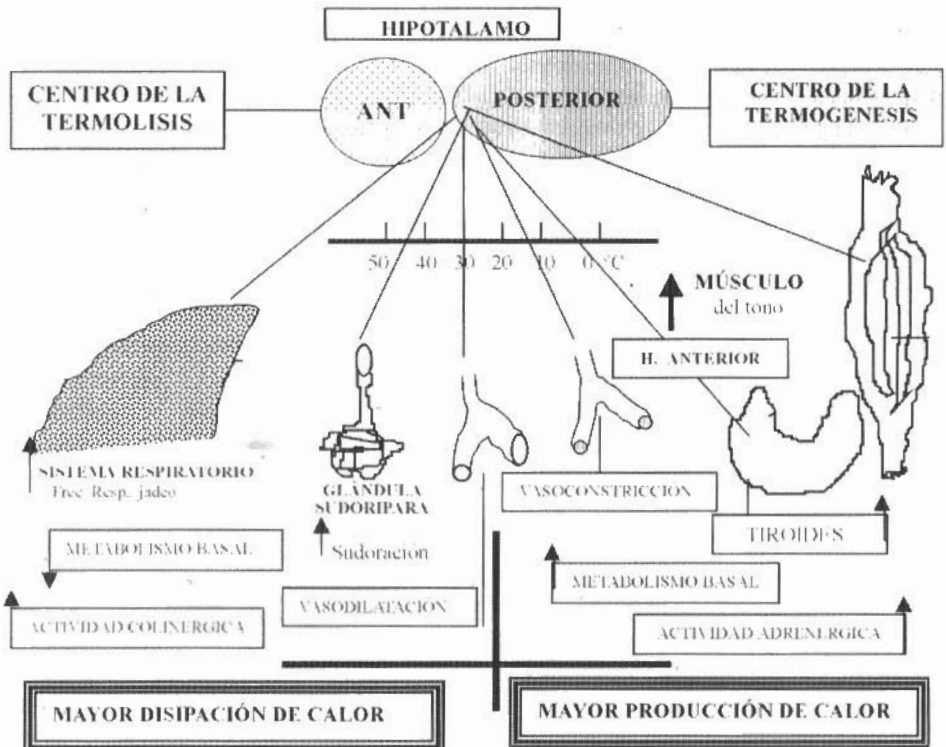
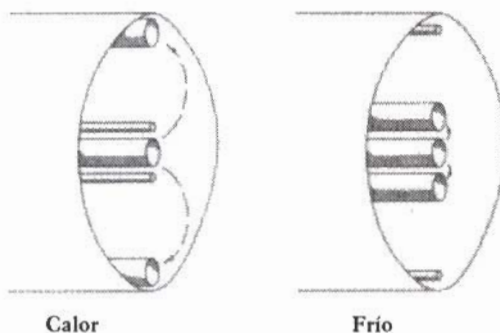


Figura 2. Representación diagramática del cambio del flujo venoso sanguíneo, hacia los vasos superficiales- durante el stress calórico- y hacia los vasos profundos en ambientes fríos [15]. Se ha demostrado que este cambio de circulación profunda hacia la periferia afecta la circulación y la nutrición de órganos internos como útero y ovario comprometiendo su funcionamiento [20].



poración pulmonar es un mecanismo de termorregulación menos eficaz que el producido por la sudoración [6, 22]. Los bovinos poseen una velocidad de ventilación dos veces superior a la del hombre, de manera que al aumentar la frecuencia respiratoria, incrementa la ventilación de las vías por las cuales pasa el aire y favorece la evaporación del agua de las vías respiratorias: pulmones y otras superficies húmedas como la lengua y la boca. Además, el aire inspirado enfría la sangre que corre paralela a las vías respiratorias, pasando el calor de la sangre al aire que será expirado, eliminando calor. A mayor cantidad de aire inspirado, mayor pérdida de calor. Posiblemente la peculiar estructura de los huesos de las fosas nasales, con marcada humedad en la superficie y abundante suministro de sangre, puesta en contacto con el aire que pasa a través de ellos, juega un papel importante en este mecanismo de evaporación orgánica. La rapidez de la respiración (jadeo) incrementa en los bovinos expuestos al calor, sin esperar a que la temperatura corporal se eleve marcadamente. El jadeo da por resultado un intercambio de aire en los pulmones causando una excesiva eliminación de dióxido de carbono (CO_2) sanguíneo, lo que provoca una desviación en el equilibrio Ácido-Base en sangre (alcalosis respiratoria).

3. Respuestas a la disminución de la temperatura corporal

El hipotálamo anterior puede considerarse un centro de reducción de calor o de termólisis. Además del incremento de la pérdida de calor, el hipotálamo anterior al ser estimulado, produce como respuesta una disminución de la intensidad de la producción de calor en el organismo. Esta acción es secundaria, por efecto de inhibición del hipotálamo posterior, que al reducir el número de impulsos adrenérgicos transmitidos a toda la economía, disminuye la intensidad metabólica de todas las células. Además la falta de impulsos del hipotálamo posterior reduce el tono del músculo esquelético, lo cual a su vez colabora en el descenso de la producción de calor. Es impor-

El aumento de la pérdida de calor por evaporación puede lograrse mediante estimulación de la sudoración. Este mecanismo es quizás el proceso más importante, ya que la mayoría de los homotermos poseen glándulas sudoríparas. Mediante el sudor se elimina gran cantidad de calor específico en especies como el equino y humano, siendo en menor cuantía en el bovino; no ocurre así en el caso de los caninos, felinos y aves, especies que no poseen glándulas sudoríparas utilizando otros medios para lograr el mismo fin.

Además, los rumiantes eliminan grandes cantidades de calor por la respiración; sin embargo, la eva-

tante mencionar que las altas temperaturas provocan cambios importantes a nivel endocrino; los niveles de cortisol, prolactina, catecolaminas (epinefrina y norepinefrina) se elevan y el metabolismo del animal desciende por disminución de la actividad tiroidea [8, 17].

Cuando disminuye la temperatura ambiental, se produce enfriamiento, baja la temperatura corporal y se activa la porción posterior del hipotálamo, que guarda una relación en la protección contra el frío. Cuando los núcleos posteriores del hipotálamo se enfrían localmente (sangre ó terminaciones de los termorreceptores periféricos), se inician una serie de cambios neurovegetativos que dan inicio a diversos procesos que promueven el aumento de la temperatura en corto plazo. Este proceso se realiza por disminución de la pérdida de calor y aumento de la producción de calor. El primer efecto que ocurre al estimularse el hipotálamo posterior es una intensa vasoconstricción periférica en todo el cuerpo del animal, como producto de una vasoconstricción adrenergica violenta y generalizada, al mismo tiempo que es inhibida la vasodilatación colinérgica. La vasoconstricción provoca una disminución de la pérdida de calor a través de la piel impidiendo que el efecto "radiador" de los vasos sanguíneos periféricos transfiera calor de las partes internas del cuerpo a los planos superficiales y piel [17]. En consecuencia favorece la conservación de calor; el único calor que puede perder el cuerpo es el conducido directamente a través de las capas aislantes del mismo, efecto el cual tiende a conservar adecuadamente calor para el cuerpo.

Entre los mecanismos que participan en el incremento de la producción de calor se encuentran la erección pilosa, el cual tiende a aprisionar una gruesa capa de aire aislante contra la piel, disminuyendo al mínimo la transferencia de calor orgánico hacia el medio ambiente. Otro mecanismo es la disminución o supresión de la sudoración, mediante inhibición reciproca del hipotálamo posterior, el cual por una acción de naturaleza simpática, mantiene al mínimo la actividad secretora de las glándula sudoríparas cutáneas (perspiración). Estos mecanismos se ven reforzados por la excitación simpática adrenergica de la producción de calor, incrementando la función tiroidea en forma inmediata para aumentar la intensidad del metabolismo celular [11, 15]. Todos estos mecanismos son potenciados por la gran producción de calor originada en la musculatura esquelética atribuible al aumento del tono muscular (de origen hipotalámico posterior) que trae como consecuencia una cadena de contracciones de naturaleza fibrilar autónoma de los músculos esqueléticos. Ese mecanismo genera una producción calórica del doble o triple de la normal con aumento del consumo de oxígeno hasta un 400% de la taza normal [11,15].

4. Reacción del organismo animal en ambientes cálidos

A partir de los 20°C de temperatura ambiental, se activan los mecanismos de disipación térmica. Por encima de los 27°C, el organismo dispara un mecanismo de vasodilatación periférica, elevando la afluencia de sangre a la superficie corporal, favoreciendo la pérdida de calor por medios físicos: conducción, convección y radiación [15,17]. Además, intervienen medios orgánicos de disipación térmica; la sudoración se ve incrementada y se hace evidente la cantidad de humedad cedida a partir de la superficie corporal; si este mecanismo es insuficiente, se incrementa la evaporación pulmonar, acelerándose la frecuencia respiratoria lo que aumenta la evaporación de

humedad y pérdida de calor [6,10,15]. En condiciones de confort, un 75% del calor perdido por el organismo se disipa por medios físicos, aunque su eficacia como medio de disipación térmica esta condicionada por la amplitud de la gradiente térmica positiva (GT), ya que al igualarse las temperaturas del medio (TM) y del organismo (TO) se pierde la gradiente ($T_m = T_o = GT = 0$) y no actúan los mecanismos de disipación. Cuando la temperatura externa es superior los mecanismos de disipación térmica orgánicos se hacen más eficientes y producen mayor vaporización de agua (cutánea ó pulmonar) para eliminar y evacuar el calor orgánico producido [10,15].

III. EFECTO DE LA ELEVADA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA SALUD Y LA REPRODUCCIÓN

La respuesta orgánica frente al estrés es múltiple y compleja. Numerosos son los parámetros que se miden para entender los efectos del calor sobre el organismo animal especialmente los que conciernen a intercambios de energía (ingestión, evaporación, secreción), reacciones cardiorrespiratorias (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, vasodilatación, presión y volumen sanguíneo), parámetros bioquímicos (componentes sanguíneos, hormonas, enzimas), así como los índices de adaptación al medio: fertilidad y productividad.

En general la respuesta orgánica frente al estrés térmico esta enmarcada dentro de la defensa del animal frente a cualquier factor estresante, dirigiendo las acciones y respuestas fisiológicas al mantenimiento de la temperatura corporal dentro de los límites homeostáticos normales. Todos los animales sometidos a estrés calórico pierden agua por evaporación a través de la sudoración. La máxima pérdida de sudoración a 34.6°C en bovinos se ha estimado en 150g/m² de la superficie corporal por hora, produciéndose una pérdida de potasio en vez de sodio a través de la sudoración [11]. Además la tasa respiratoria se incrementa y llega a límites máximos con el jadeo [16, 17]. En este intento de incrementar la disipación térmica orgánica a través de la evaporación respiratoria, aumentan las cantidades de CO₂ exhalado, resultando en una disminución de ácido carbónico (H₂CO₃) lo cual provoca un aumento del pH sanguíneo (alcalosis respiratoria) e incremento de la reabsorción de H⁺ y la eliminación del ión bicarbonato (HCO₃⁻) y de otros iones especialmente sodio a través de la orina. En rumiantes la motilidad retículo-ruminal y el promedio general de pasaje de ingesta se encuentra disminuida durante la digestión presentándose un cambio en la fermentación ruminal con una producción menor de ácidos grasos volátiles y un incremento en el porcentaje molar del acetato [15]. El flujo sanguíneo que alimenta el tracto digestivo se encuentra disminuido, mientras el flujo sanguíneo de la piel se encuentra incrementado. Aumenta el volumen de orina y disminuye el agua excretada a través de las heces. Asimismo incrementa el consumo voluntario del agua y disminuye la ingesta de alimento [11].

La transferencia pasiva de inmunoglobulinas en los terneros disminuye por influencia del estrés calórico [13]. Ello se debe al incremento de los corticoides séricos en neonatos originando una reducción en la permeabilidad del intestino delgado a la absorción de las inmunoglobulinas. Esto expone a los terneros a sufrir de enfermeda-

des diarreicas principalmente causadas por bacterias (*E. coli*, *Salmonella*) y virus (Rotavirus, Coronavirus, diarrea viral bovina) [13].

Estudios recientes[17] han demostrado que la actividad reproductiva de las vacas no se ve afectada hasta que la temperatura ambiental alcanza 32.2°C. A esa temperatura, el flujo sanguíneo es desviado de la circulación interna del cuerpo hacia la circulación periférica en un intento de reducir la temperatura corporal. Esta reducción de sangre circulante en los órganos internos, incluyendo el útero, oviductos y ovarios disminuye la disponibilidad de nutrientes e incrementa los productos de desecho bioquímicos en estos tejidos.

En los Cuadros 1, 2 y 3 se pueden observar los cambios entre parámetros de salud y reproductivos provocados por el estrés calórico en ganado Holstein [12, 16, 20].

CUADRO 1. Efecto del estrés calórico pre-parto en ganado Holstein[16]

Condición	Parámetros	Variaciones
Estrés calórico pre-parto	Crecimiento placentario	Disminuye hasta un 54%
	Crecimiento fetal	Disminuye 7 %
	Viabilidad fetal	Disminuida hasta un 50 %
Bajo sombra	Peso al nacer	Promedio: 43.1 Kg.
	Producción a los 305 días	6.690,4 kg.
	Producción de tiroxina (T4)	Normal
	Producción de P _i plasmática	Normal
	Producción de PGF _{2α}	Normal
Sin sombra	Peso al nacer	Promedio: 39.6 Kg.
	Producción a los 305 días	5.888,5 kg.
	Producción de tiroxina (T4)	Baja
	Producción de P _i plasmática	Elevada
	Producción de PGF _{2α}	Baja

CUADRO 2. Efecto del estrés calórico durante el peri y post parto en ganado Holstein [12, 16]

Condición	Parámetros	Variaciones
Estrés calórico peri-parto	Peso al nacer	Disminuido
	Acción del parto	Lenta
	Predisposición a la distocia	Ninguna
	Corticoide plasmático	Aumentado
	Permeabilidad intestinal	Disminuida
	Reflejo de mamar	Disminuido
	Retención placenta (verano)	24%
	Retención placenta (invierno)	12%
	Días vacíos (verano)	32 días (retenciones y metritis)
Días vacíos (invierno)	24 días (no retenciones ni metritis)	
Estrés calórico post-parto	Ingesta de alimento	Disminuida
	Porcentaje de grasa en leche	Disminuida
	Producción de leche mestizos	Disminuida
Estrés calórico y estro	Tasa de fertilidad	Disminuida
	Manifestaciones del celo	Disminuida en horas e intensidad
	Efectividad de la I.A.	Disminuida
	Tasa de concepción	Disminuida
	Servicios por concepción	Aumentados

CUADRO 3. Efecto del estrés calórico sobre la salud animal en ganado bovino [12, 16, 20]

Condición	Parámetros	Variaciones
Estrés calórico y salud animal	Pérdida de agua	Aumentada
	Pérdida de K ⁺ y Na ⁺	Aumentada
	Jadeo. Alcalosis respiratoria	Presente
	Tasa respiratoria	Aumentada
	PH ruminal	Disminuido
	Motilidad digestiva	Disminuida
	Contaje celular somático	Aumentado
	Susceptibilidad de la ubre a agentes patógenos	Aumentada
	Sobrevivencia y proliferación de patógenos	Aumentada

Como se ha mostrado en los cuadros anteriores las acciones adversas del estrés térmico sobre la salud y reproducción animal son evidentes. En todos los reportes a nivel de trópico, se hacen presentes estas limitaciones las cuales dificultan en demasía el establecimiento de unidades bovinas de producción con índices óptimos principalmente en su producción lechera y reproducción.

IV. ACCIONES DEL MEDIO AMBIENTE TROPICAL SOBRE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL

En esta sección se discutirán algunas pautas enmarcadas en el concepto de la Medicina de la Producción adaptadas para aminorar ó mitigar el estrés calórico no solo representado por las elevadas temperaturas (> 30°C) sino también por la presencia de la humedad relativa (HR) elevada, presente en los trópicos secos (en determinadas épocas del año) y en el húmedo (todo el año) [14].

En el medio tropical de la Cuenca del Lago de Maracaibo (Estado Zulia) el aumento de cruces con razas europeas y americanas para favorecer el incremento de la producción de los mestizos han originado un sin fin de problemas y retos que deberán superar los agro-técnicos para la consolidación del mestizo de doble propósito. Este mestizo deberá tener como condiciones mínimas para su desarrollo las siguientes: sustentabilidad con los pastos, forrajes e insumos que se producen a nivel local, producción rentable y sostenida en el tiempo y tasas reproductivas que permitan conseguir una cría/vaca/año [18,19].

Tanto en machos como en hembras las acciones indirectas negativas detrimen-tales sobre la reproducción animal se inician y se enmarcan en el crecimiento y desarrollo de los animales el cual es pobre desde el nacimiento. Se ha reportado pesos al nacer entre 30 y 40 kgs en las mejores épocas del año y con ganancias diarias que varían de: 200-300 gms/día o más, lo que origina desde un inicio gran mortalidad perinatal (25-35%). Ello incide en forma negativa en el futuro ó futura reproductora, al ocasionar animales con pubertad atrasada, edad tardía a la primera concepción y por ende edad retrasada al primer parto, originando el acortamiento de la vida productiva y reproductiva de los animales [14].

Otras acciones van a incidir en forma negativa inmediata y directa sobre la función reproductiva en las hembras. Estas acciones son multifactoriales, es decir, existe la actuación sinérgica de otros factores con el estrés calórico como: ambientales, nutricionales, de manejo, enfermedades, hormonales y otros, los cuales van a contribuir a agudizar el problema. La fertilidad se ve comprometida presentándose anestros verdaderos (ausencia de la función ovárica), acortamiento del periodo de receptividad al macho (estros de corta duración), estros de poca ó nula manifestación (falsos anestros) y en los meses de mayor estrés calórico, periodos con fertilidad crítica ó muy baja, en los cuales se incrementa el número de servicios por concepción, el porcentaje de muertes embrionarias y el nacimiento de crías con pesos sub-normales, aumentando las muertes perinatales [4,21].

Las mismas consideraciones expuestas en las hembras, son aplicadas a los machos. La fertilidad se encuentra comprometida, presentándose pérdida de la libido, la cual puede llegar a ser total. En muchos casos concomitante con diversos grados de degeneración testicular se verá afectada la función espermatogénica, presentándose aumento de las anomalías espermáticas. Si el daño o el estrés es muy severo, las degeneraciones serán irreversibles con cese de la producción espermática [20]. Todo esto nos permite señalar la necesidad de establecer medidas de control dentro de los programas de Medicina de la Producción con el fin de disminuir los efectos detrimentales del estrés calórico y su agonistas.

VI. PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL AMBIENTAL PARA EL MANTENIMIENTO DE UNA FERTILIDAD ÓPTIMA EN LA GANADERÍA BOVINA A NIVEL DE TRÓPICO

El establecimiento de medidas de control para la optimización de la fertilidad y por ende de la reproducción es un proceso ineludible si se quieren lograr niveles de producción y reproducción que hagan rentables a las empresas ganaderas establecidas en el trópico, especialmente aquellas que se dedican a la producción lechera como es el caso de la mayoría de ganaderías de doble propósito. Los puntos de mayor importancia a controlar son: reducción del gasto energético de los animales; disponibilidad eficiente de medios de disipación térmica naturales y/o artificiales (agua, sombras, ventilación); alimentación estable y eficiente durante el año con estrategias a implementar en las épocas de mayor déficit forrajero; programa reproductivo eficiente y con estrategias a implementar en las épocas de menor fertilidad del rebaño [11, 14].

1. Reducción del gasto energético de los animales

Bajo las condiciones tropicales el aporte nutricional forrajero es deficitario en especial por la calidad de sus nutrientes; la cantidad en la mayoría de los casos varía en función de la época (seca o lluviosa). Por este motivo, la función productiva se ve afectada negativamente y más aun la fertilidad del rebaño, presentándose épocas de buena ó mala reproducción las cuales suelen ser coincidentes con la disponibilidad forrajera a través del año. De ahí que uno de los puntos críticos más importantes de control es la reducción del gasto energético y la optimización del uso de los pastos. Para lograr este cometido se deberán implementar algunas normas de manejo como la reducción del

tamaño de los potreros con un máximo posible de dos a cuatro hectáreas y periodos cortos de ocupación (2-4 días); ello permitirá un mejor manejo forrajero, ofreciendo mayor cantidad y calidad de pastizales [7,10,15]. La movilización del ganado es importante en la reducción del gasto energético; esta deberá realizarse en las horas de menor temperatura con recorridos cortos y pausados (velocidad lenta). En las fincas de gran extensión es recomendable la creación de sub-unidades de producción lo que permitirá un mejor manejo y una menor movilización de los animales.

2. Disponibilidad eficiente de medios de disipación térmica naturales y/o artificiales: agua, sombras y ventilación

En la mayoría de las fincas se carece de un buen suministro y disponibilidad del agua, siendo muy escasas las que utilizan agua potable o de manantiales. La utilización más habitual son los abrevaderos artificiales (jagüeyes) que se llenan en la época de lluvia y abastecen de agua al ganado en los periodos secos del año. Se trata de agua estancada, contaminada, sin aireación que el ganado aprovecha sólo en las horas de menor calor ambiental: atardecer, noche y madrugada; en las horas de mayor temperatura esta agua es imbebible al tener mayor temperatura que la ambiental. La tala exagerada de los potreros da como resultado la pérdida de sombra y el incremento de la sensación térmica animal. La ventilación en muchas instalaciones es inadecuada, produciéndose áreas oscuras, cerradas y carentes de ventilación, contaminadas, muy húmedas y con grandes depósitos de amoníaco y heces, las cuales afectan el comportamiento animal.

Para lograr las mejoras deseadas se debe considerar la disponibilidad de agua: limpia, aireada, fresca, abundante, de preferencia corriente y con caídas, potable ó potabilizada. Es importante el buen uso y la disponibilidad de sombras que favorecen una disminución entre 8 y 12°C de la temperatura ambiental. Estas sombras pueden ser naturales (árboles en los potreros y callejuelas) o artificiales, fijas o móviles bien orientadas y construidas con materiales de alta reflexibilidad y emisibilidad calórica [20]. Es recomendable una óptima ventilación de los corrales, salas de ordeño y becerreras [13]. En los periodos de alta temperatura ambiental en muchas explotaciones se combina la ventilación con la aspersión de agua para mitigar el estrés calórico.

3. Alimentación y estrategias a implementar en épocas de mayor déficit forrajero

En los trópicos, la implementación de una alimentación estable a base de forrajes, tanto en el aporte de nutrientes (calidad) como del volumen (cantidad) es dependiente de la estacionalidad de las lluvias a lo largo del año. La búsqueda de correctivos a esta situación es un gran reto para cualquier explotación ganadera de doble propósito, en especial en la tendiente a leche en la cual se debería mantener una producción uniforme. Este problema no tiene una sola solución y abarca todo un abanico de posibilidades que pueden atenuar el problema pero es esencial una suplementación estratégica en épocas de deficiencia alimentaria o déficit forrajero.

La mayor cantidad de fincas ubicadas en el trópico no son productoras de insumos para la preparación de concentrados. Estos son cada día más costosos, por lo que

en la mayoría de unidades ganaderas no se cubren los costos; además ratificando lo dicho al principio las ganaderías de doble propósito deberán formar un sistema agro-animal sustentable. El uso de concentrados solo se recomienda en las zonas donde se producen los insumos y la productividad de las explotaciones lo justifica. Entre otras estrategias se han sugerido fuentes nutricionales alternas como los henos (de menor calidad que el forraje) y los ensilados, muy poco utilizados a nivel de trópico. Además se cuenta con el uso de los bloques multinutricionales en combinación con heno, leguminosas tropicales en forma de harinas del follaje como una alternativa promisoría, por ejemplo la *Leucaena leucocephala* [11] o la inclusión de harina de *Gliricidia sepium* (matarratón) en la dieta [7]. La utilización de subproductos de la agroindustria tales como melaza + urea como fuentes proteico-energéticas y la inclusión de la cama de pollo ó gallina (yacija) son alternativas viables para afrontar las épocas de mayor déficit forrajero. Como una forma práctica de medida de las reservas nutricionales energéticas se aplica la calificación de la Condición Corporal de los animales, la cual debería fluctuar entre 2.5 a 3.0 durante todo el año. El mantenimiento en esos índices nos garantiza producciones estables especialmente en mestizas de doble propósito tendientes a la producción láctea [12, 14].

4. Estrategias a implementar en épocas de menor fertilidad

En el trópico existen épocas en las cuales por estrés calórico aunado a otros agentes nocivos dan muy bajas tasas de fertilidad (15-20%), las cuales obligan a la implementación de estrategias para su mejora. Entre ellas podemos recomendar, el incremento de la observación de los celos y una mayor precisión en la monta ó inseminación [16].

En los periodos de mayor temperatura con humedad relativa baja ó alta, la duración de los celos se acorta y su expresión se hace menos evidente (4-8 horas), siendo exteriorizados en su mayoría en las horas más frescas del día (tarde-noche). Para mejorar la eficiencia en la detección de los celos se recomiendan observaciones más frecuentes incluso en horas nocturnas, uso de marcadores (chin-ball) o de pedómetros, perros detectores de celo y una rotación más frecuente de los retajos marcadores de celos. Es importante también aplicar estrategias en el momento de la monta ó inseminación. Entre las acciones que se puedan aplicar en las épocas de mayor estrés calórico se recomiendan servicios a celo observado (sin respetar el esquema: am-pm, pm-am), baños antes y después del servicio, reemplazo de la inseminación artificial por monta natural o no servir en las épocas más calurosas, estacionalizando la reproducción.

5. Control de los factores adicionales de riesgo

Los factores adicionales de riesgo son menos conocidos y aplicados a pesar de su importancia como complementarios de los antes mencionados, condicionado respuestas positivas que permiten mantener o incrementar la rentabilidad de la explotación ganadera. Entre estos factores de riesgo a controlar podemos señalar el programa genético, que se puede aplicar dependiendo del tipo o raza a explotar: selección por producción y reproducción si se explotan razas nativas o mantener el componente Cebú (*Bos indicus*) en el caso de animales mestizos y cruzados, cuya proporción racial la determinará la agresividad del medio. Para la introducción de razas establecidas a

nivel de trópico, se recomienda recurrir las experiencias previas positivas en otros agro-ecosistemas tropicales [19]. Un manejo adecuado del ordeño en los periodos de mayor estrés térmico favorecerá una mejor producción. Para ello se recomiendan cambios en los horarios de rutina, evitar el traslado y el ordeño en horas de mayor temperatura, utilizar ventilación forzada y baños por aspersión antes y después del ordeño, etc. [12].

Los registros y programas de control son de vital importancia para establecer una planificación estratégica, el seguimiento de los trabajos y el cumplimiento de las metas de la empresa. Se deben utilizar registros climáticos, productivos, reproductivos y de control sanitario que abarca los programas de vacunaciones, dosificaciones y pruebas diagnósticas [15].

VII. CONCLUSIONES

El conocimiento de los mecanismos de termorregulación bovina en condiciones de trópico es fundamental para enfrentar en forma exitosa la agresividad del medio, a la vez que permite controlar los puntos críticos del ambiente y así poder mantener niveles óptimos de salud y fertilidad del rebaño. Todas estas medidas deberán estar enmarcadas dentro de un Programa de Medicina de la Producción.

El establecimiento y la producción de las explotaciones bovinas de doble propósito en el trópico representa un fuerte reto que se inicia con la elección de los animales a explotar. No hay que olvidar el componente Cebú y la utilización moderada de las razas taurinas cuya proporción dependerá de múltiples factores de riesgo que son necesarios controlar. Los éxitos dependerán del esfuerzo de los agro-técnicos y de la aplicación racional de las tecnologías existentes. Si se hace todo lo contrario se tendrán explotaciones donde las producciones serán epitafios a un fútil esfuerzo. Estas lápidas son ya muy numerosas en los sistemas de doble propósito. No las incremente con una más.

VIII. LITERATURA CITADA

- [1] Alonso, F. 1969. Notas sobre preclínica veterinaria. Mimeografiado. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 140 pp.
- [2] Anderson, B.E. 1970. Temperature regulation and environmental physiology. In: Duke's physiology of domestic animals. Edit. M.J. Swenson. Cornell University Press. Ithaca, NY, USA 49:1119-1134.
- [3] Bullard, R.W. 1971. Temperature regulation. In: Physiology. Edit. Selkurt. Little Brown, Boston, USA.56-64.
- [4] Garrido, J.R. 1976. Fracaso reproductivo de la raza Holstein en Culiacán, Sinaloa, México. Rev. Méx. Prod. Anim. 8:23-29.
- [5] Geor, J., McCutcheon, L.J. 1996. Thermoregulation and clinical disorders associated with exercise and heat stress. The Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. 18(4): 436-444.
- [6] González-Stagnaro, C. 1968. Teoría de la fisiología del calor. Aplicación, manejo, selección, crianza y aclimatación. Mimeografía. Universidad del Zulia, Fac. Ciencias. Veterinarias. Maracaibo, Venezuela. 80pp.

- [7] González V., D. 2000. Efecto de la suplementación con *Gliricidia septium* sobre el crecimiento y aparición de la pubertad en mautas mestizas. Tesis de Maestría. División de Estudios para Graduados. Programa de Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 94 pp.
- [8] Herz, A., Steinhilber, D. 1978. The reaction of domestic animals to heat stress. *Animal Research and Development*. 8: 7-38.
- [9] Ingraham, R.H., Gillette, D.D., Wagner, W.D. 1971. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 57: 476-481.
- [10] Jell, R.M. 1976. Temperature regulation. In *Veterinary Physiology*. Edit. JW. Phillis. WB. Saunders Co. Philadelphia, USA Cap 8: 217-234.
- [11] McDowell R.E. 1974. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales Edit. Acribia. Zaragoza-España. 692pp.
- [12] Mellado, M. 1995. Respuesta fisiológica, producción de leche, eficiencia reproductiva y salud del ganado lechero expuesto a temperaturas ambientales elevadas. *Vet. Mex.* 26 (4) 389-399.
- [13] Pino, D. 1995. Nuevas alternativas en la crianza del ternero de doble propósito. En: Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Ninoska Madrid-Bury, Eleazar Soto Belloso (eds). Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. 178-198.
- [14] Rivera-Suárez, J.C. 1997. Crecimiento, reproducción y producción de leche en vacas mestizas. Tesis de Maestría. División para Graduados. Programa de Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo. 187 pp.
- [15] Schmidt-Nielsen, K. 1963. Temperature: Its Measurement and Control in Science and Industry. Edit. C.M. Herzfeld. Reinhold Publishing Corp. 3: 145-168.
- [16] Shearer JK., Beede, D.K. 1990. Effects of high environmental temperature on production, reproduction, and health of dairy cattle. *Agri-Practice* 11(5):6-14.
- [17] Spiers, D.E. 2000. How cows dissipate heat. 2000 Heart of America Dairy Management Conference. 18pp.
- [18] Vaccaro, L., Vaccaro, R., Benezra, M.A. 1983. Supervivencia de hembras Holstein y Friesonas importadas y de su progenie nacida en Venezuela. *Producción Animal Tropical* 8: 97-109.
- [19] Vaccaro, L., Vaccaro, R., Verde, O., Mejias H., Rios, L., Romero, E. 1995. Effect of environmental factors and bred group and their interactions on performance of Venezuelan dual-purpose cows. *Trop. Agric (Trinidad)* 72:146-151.
- [20] Varner, MA. 1992. Stress and Reproduction. *Northeast IRM MANUAL*. University of Maryland 1-5 pp.
- [21] Wolferson, D.H., Thatcher, W.L., Bandinga, J., Savio, R., Lew, B. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52:1106-1113.
- [22] Yeates, N.T.M. 1965. Modern aspects of animal production. II. Influence of climate. Edit. Butterworths, London, England. 264pp.