

CAPÍTULO II

LA RAZA SENEPOL COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR LAS GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO EN CLIMAS CÁLIDOS

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ORIGEN E HISTORIA
- III. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS
- IV. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
- V. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO
- VI. TOLERANCIA AL CALOR
- VII. RELACION ESTRÉS CALÓRICO Y CRECIMIENTO ANIMAL
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. LITERATURA CITADA

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las explotaciones bovinas en América tropical se usan las razas provenientes del *Bos indicus* como base fundamental de los programas de cruzamiento en las ganaderías mestizas de doble propósito, debido a que estos cruces presentan y transmiten su tolerancia al calor. La utilización en estado de pureza de las razas provenientes del *Bos taurus* no es recomendable dada su limitada adaptación y baja producción en las condiciones de temperaturas elevadas y ecosistemas adversos que ofrece el clima cálido. Esta falta de adaptación está soportada por el análisis de los registros de las explotaciones que en el medio tropical arrojan bajas producciones de leche, crecimiento lento, tasas de mortalidad elevadas y una baja respuesta inmunológica, tanto para las enfermedades infecto-contagiosas como para las parasitarias.

En la América tropical, se han realizado una serie de esfuerzos con el fin de encontrar un bovino que sea capaz de producir moderadas a elevadas cantidades de leche y un buen rendimiento en canal, para lo cual se requiere una calidad genética de tolerancia a las condiciones multifactoriales que presentan los ambientes adversos. En ese sentido, los investigadores y ganaderos dedicados a la cría de bovinos doble propósito en América Latina han desarrollado a lo largo de muchos años, diversos sistemas de cruzamientos donde predominan las razas lecheras Holstein, Pardo Suizo y Jersey entre otras, y el Brahman americano proveniente del Cebú. Esta raza Brahman es conocida por su adaptabilidad a los trópicos y sub-trópicos americanos, la cual está demostrada por la capacidad de transmitir a su descendencia la adaptación a estos ambientes difíciles, aunada a su buen rendimiento reproductivo; sin embargo, no es buena productora de leche y a pesar de su tolerancia al calor y capacidad de pastoreo, su tasa de crecimiento es moderada. Todo esto deriva en una constante búsqueda del germoplasma idóneo para nuestros agro-ecosistemas que ha ofrecido hasta ahora resultados favorables en algunos casos y experiencias negativas en otras ocasiones.

Una forma de comprobar eficientemente la capacidad de adaptación de los bovinos a los climas cálidos, es mediante la obtención de un buen rendimiento productivo y reproductivo, lo cual demuestra entre otras cosas una buena tolerancia al calor. En ese sentido, es propósito de este capítulo divulgar las posibilidades de la raza Senepol como una alternativa en los programas de cruzamientos en las ganaderías de doble propósito que se desarrollen en adelante, realzando brevemente sus bondades productivas y mas exhaustivamente las de tolerancia al calor, mediante hechos e investigaciones recientes, además de describir su origen e historia, enmarcadas dentro del reciente siglo XX. Del mismo modo, se explicarán brevemente los mecanismos fisiológicos involucrados en el estrés calórico y su relación con la producción animal.

II. ORIGEN E HISTORIA

El desarrollo de la ganadería Senepol comenzó a principios del siglo XX, mediante el cruzamiento de dos razas *Bos taurus*, la Red Poll de doble propósito de Inglaterra y la N'Dama de Senegal (África). El Senepol combina las características de tolerancia al calor y resistencia a insectos de la N'Dama con la extrema docilidad, calidad de la carne y aceptable producción de leche de la Red Poll. La N'Dama es conoci-

da en el continente Africano por ser la única raza *Bos taurus* que posee la habilidad de aclimatarse muy bien en áreas de bosque seco tropical, con condiciones de vida un tanto adversas, además de una elevada resistencia a la infestación por agentes transmitidos por garrapatas [13, 43]. La raza fue desarrollada con el fin de conseguir un genotipo idóneo que cubriera los requerimientos del clima tropical en el área del Caribe, ya que, la mayoría del ganado con gran potencial de producción importado a estas regiones cálidas provenía de zonas templadas pero esa calidad era mermada por el estrés calórico y nutricional al cual eran sometidos [17, 19].

Fue en 1880 cuando George Elliot, pionero de esta ganadería importó desde el oeste de Africa las primeras 60 novillas y dos toros N'Dama, constituyendo el primer núcleo de esta raza en la isla de Santa Cruz [19]. Otro criador llamado Henry Christian Nelthropp se interesó tanto en la cría de esta raza que para el año 1889 era el mayor criador con 250 cabezas de ganado mantenidas en estado puro [19]; años más tarde, su hijo Bromley intentó desarrollar una ganadería que pudiera combinar una serie de características necesarias para una producción más eficiente en el medio ambiente tropical de las islas Vírgenes, iniciando en 1918, el desarrollo de la ganadería Senepol, al adquirir un toro Red Poll de nombre "Captain Kidd's", propiedad del Ministerio de Agricultura de Trinidad para cruzarlo con hembras N'Dama. Ese toro Red Poll había sido comprado en Inglaterra en el año 1914 para mejorar la industria de la carne en Trinidad; sin embargo, sus hijos heredaron el carácter acorne y como la industria cárnica de la isla comercializaba mejor los animales que tenían largos cuernos, hubo necesidad de venderlo. En la isla Santa Cruz, con el nuevo nombre de Douglas fue utilizado en el programa de cruzamiento con hembras N'Dama [19]; posteriormente dos de sus hijos fueron usados como sementales sirviendo otros rebaños. En 1942, Bromley Nelthropp adquirió de la isla San Tomás otro toro Red Poll, de nombre "Doctor" y dos vacas puras Red Poll locales vendiendo e intercambiando a mediados de los años 50, sus cruces a otro criador local de N'Dama, para más tarde comprar o intercambiar novillas acornes de toros que habían sido previamente de su propiedad [29].

Los criterios seleccionados por Bromley Nelthropp en su ganado fueron: color rojo, buena conformación, madurez temprana, carácter acorne, buen temperamento (manso), y tolerancia al calor. Hacia 1949 su rebaño Senepol había sido ampliamente distribuido entre los criadores locales, quienes han continuado cruzando y evaluando la raza hasta los actuales momentos [19, 31]. Un continuo desarrollo de la ganadería Senepol ha sido llevado a cabo por criadores de la isla de Santa Cruz; a inicios de los años 50, un criador cruzó toros Santa Gertrudis con vacas Senepol pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, lo cual llevó a que este proyecto fuera descontinuado años más tarde. Los cruces ascendieron posteriormente hasta 7/8 o más de Senepol, siendo introducidos dentro del ganado puro para lograr la absorción. Es probable que otros criadores también hicieran este tipo de cruzamientos, a la vez que se realizaba la selección para las mismas cualidades que Nelthropp había propuesto años anteriores [19, 31].

El Senepol también denominado ganado Nelthropp, raza cruzada y ganado de Santa Cruz, ha sido registrado en Puerto Rico y Estados Unidos de Norte América como "St. Croix Senepol" (Senepol de Santa Cruz). La Asociación del Senepol de Islas Vírgenes de Santa Cruz fue colegiada e instituida legalmente el 12 de Octubre de 1976 [31].

Después de 50 años de selección y consolidación del germoplasma se inició un programa de investigación y extensión en la isla sobre la raza Senepol [42], distribuyéndose ampliamente por otras islas de las Antillas menores. En Junio de 1977, un primer grupo de Senepol compuesto por 22 ejemplares fue enviado a Estados Unidos, donde ellos y su descendencia han sido objeto de amplios estudios para verificar su tolerancia al calor [16, 17, 18, 32], además de evaluar otras variables productivas de importancia [7-11]. En Venezuela esta raza fue introducida por primera vez a principios de los años 1990 y en 1996 en el rebaño de la Facultad de Veterinaria de la Universidad del Zulia. Los primeros estudios científicos realizados bajo condiciones del trópico venezolano sobre crecimiento de becerros 50% Senepol fueron reportados por Aranguren y col. [2], Quintero y col. [27, 28] e Isea y col. [22, 23].

III. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A pesar de provenir del cruce Red Poll x N'Dama, este vacuno presenta características muy uniformes semejándose a ambas razas, pero con predominio del Red Poll, sobre todo el carácter acorne, aunque los rudimentos córneos estén presentes en muchos casos. El color del pelo varía desde el rojo claro al oscuro. El morro es bastante ancho con ollares abiertos y su color es crema o grisáceo. Es una raza de carne de mediano tamaño con producción de canales de excelentes características; los cuartos delanteros son mucho más desarrollados que los de la extremidad posterior. La papada y el pliegue umbilical son muy cortos. La piel es gruesa, plegable y bastante suelta con pelo corto y fino. Los ojos son moderadamente grandes denotando viveza y las orejas son de mediano tamaño y dispuestas verticalmente hacia arriba [19].

Las hembras presentan una cabeza muy refinada y femenina. Las crestas escapulares son bastante filosas y definidas con poco tejido. El cuello es largo y limpio, mezclándose dentro de los hombros. El trasero es limpio y derecho con un lomo fuerte. La pierna es de longitud mediana con buena cantidad de carne que le permite suficiente apoyo. Los muslos no son gruesos ni regordetes y no interfieren con la inserción de la ubre, la cual es simétrica y moderadamente profunda [19].

Los toros tienen un cuello muy musculoso con una moderada giba. El encuentro de las dos escápulas o región de la cruz está menos definido que en las vacas. La línea dorsal es recta desde la cruz hasta el inicio de la cola. Los muslos son planos, limpios y anchos, además de tener buen corte entre los gastronemios. El barril grande, ancho y profundo con una cavidad torácica bien desarrollada. Las extremidades son aplomadas y rectas, teniendo además una estructura ósea muy fuerte y compacta que minimiza los problemas podales y de locomoción [19]. Los testículos son uniformes y de tamaño normal.

En relación a las características fenotípicas en animales mestizos, un estudio realizado en 5 rebaños media sangre Senepol en el Estado Zulia en Venezuela (estado Zulia) mostró 60% de animales con pelaje rojo o caoba, 20,6% amarillos o bayos y 19,3% negros, además de una expresividad de 83,4% de acornes y 16,6% de rudimentos córneos [23]. Otro aspecto interesante de destacar, aunado a su característica acorne, es que tanto las vacas como los toros son muy dóciles y de fácil manejo [19].

IV. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

En el Cuadro 1, se aprecian los rendimientos productivos de becerros Senepol puros y mestizos machos y/o hembras reportados por algunos investigadores en sistemas de producción en base a pastoreo y/o suplementación. La evaluación de su tasa de crecimiento permite destacar que es una raza que presenta pesos corporales al nacimiento por debajo de la media alcanzada por otras razas de carne, leche y/o doble propósito. El rango de peso corporal al nacimiento de puros y mestizos oscila entre 28 a 36 Kg. [5, 9, 10, 22, 27, 30, 33]; obteniéndose valores que no superan los 33 Kg., en algunos de estos reportes. En mestizos 50% Senepol se han registrado pesos corporales de 70.5 Kg. a los 109 días de vida, con un incremento diario de peso de 371 g/día, lo cual es bastante aceptable bajo condiciones del trópico sub-húmedo venezolano [27]. Las cifras medias a los 8 meses de edad fluctúan alrededor de 227 Kg. (209 a 240 Kg.), lo cual es similar a otras razas, alcanzando valores de 363 a 386 Kg. entre los 12 y 14 meses de vida, edad a la cual son sacrificados y comercializados [19]. Algunas experiencias en animales mestizos han mostrado resultados similares a los animales puros; ejemplos de estos hallazgos son los valores obtenidos por los becerros Senepol-Charolaise en Islas Vírgenes [37] y por los Senepol-Angus en Florida [5]. Los mestizos fueron ligeramente superiores en peso a los animales puros. Por otro lado, Aranguren y col. [2], comparando mestizos Senepol con otros mestizos mencionan que los becerros 50% Senepol presentan pesos inferiores al nacimiento en relación con los $\frac{1}{2}$ Holstein x $\frac{1}{2}$ Brahman, $\frac{5}{8}$ Holstein x $\frac{3}{8}$ Brahman o los mosaicos multirazas compuestos por Holstein, Pardo Suizo, Brahmán y criollo ($\frac{3}{4}$ *Bos taurus* x $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*); sin embargo, a los 7 meses de edad la superioridad es evidente en los becerros con mestizaje 50% Senepol. Isea y Olson [21] reportaron en mestizos ganancias de peso vivo de 820 g/d al destete. En mautes a pastoreo y suplementados se han obtenido in-

CUADRO 1. Rendimiento Productivo de becerros Senepol puros y mestizos en climas cálidos

Raza/cruce o mestizaje	Peso al nacer (Kg)	Edad al destete (días)	Peso al destete (Kg)	GDP (g)	Referencia
SE x Angus	29,1 - 32	219	250	820 - 1000	Butts, 1987 [5]
SE x Brahmán	33	205	233	-	Olson, 1987 [25]
Senepol	32,2	-	211,8	820	Isea y Olson, 1998 [21]
Senepol	34,1 ± 0,62	193 ± 3,1	214 ± 3,8	875 ± 17	Chase y col., 1998 [9]
SE x Hereford	35,7 ± 0,70	216 ± 3,6	198 ± 4,2	792 ± 18,7	
50% SE	30,1 ± 1,6	112	70,5 ± 3,2	379,6 ± 33,7	Quintero y col., 1998 [27]
Senepol	33,8 ± 0,98	238 ± 2,8	200,7 ± 4,91	708 ± 18	Chase y col., 2000 [10]
Senepol	33,6	-	244,7	842	Isea y col., 2001 [22]
50% SE	29,8 ± 4,2 (H) 31,4 ± 5,9 (M)	-	-	-	Isea y Villasmil, 2002 [23]

SE: Senepol, HE: Hereford, GDP: Ganancia diaria de peso vivo, H: hembras, M: machos.

crementos de peso corporal de 1.45 Kg/d [26]. Los toros maduros alcanzan un peso que oscila entre 771 y 907 Kg. a los 3 ó 4 años, a régimen de pastoreo [19].

En relación a las hembras Senepol, se ha determinado que el peso vivo promedio en novillas puras a los 18 meses de edad varía entre 320 y 360 kg [38]. Al igual que en los machos, las novillas mestizas Senepol x Charolaise alcanzan valores ligeramente más altos bajo condiciones ambientales de Santa Cruz [37], sin embargo, similar rendimiento se ha encontrado en novillas Senepol x Hereford y Senepol puras bajo condiciones de verano en Texas [34]. Otro estudio en novillas Senepol, revela ganancias de peso en crecimiento de 580 g/d [18]. El peso vivo de las vacas maduras oscila entre 420 y 500 Kg. [19, 29]. Las vacas mestizas Senepol x Angus en el sur de Florida registran pesos entre 465 y 475 kg [4]. Todos estos rangos de peso corporal adulto tipifican a esta raza como de mediana talla [39]. Otra característica de importancia es su aptitud y hábitos de pastoreo que ocurren también durante las horas de mayor temperatura ambiental [16]. El Senepol es excesivamente pastoreador y se adapta muy bien al consumo de diversas gramíneas como Pangola (*Digitaria decumbens*), Guinea (*Panicum maximum*) y Elefante (*Pennisetum purpureum*), con un mínimo de suplementación.

Los registros de producción de leche son limitados, pero las vacas presentan un promedio de 11.3 kg. de leche/día, con una duración de lactancia de 268 días [19]. Estudios posteriores mencionan que las vacas Senepol producen alrededor de 7 kg en los primeros 10 días de lactancia, aumentando ligeramente a 7.3 kg a los 40 días; de allí en adelante comienza el declive de su producción hasta los 4.6 kg a los 210 días de lactancia, con un porcentaje de grasa de 2,5% [20].

V. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Las características reproductivas del ganado Senepol son muy semejantes a otras razas de carne y/o doble propósito explotadas en climas templados, tanto en machos como en hembras. En el Cuadro 2, se describen algunas características reproductivas de importancia del macho Senepol. Inician su vida reproductiva a edades tempranas, alcanzando en la gran mayoría de los casos la edad de pubertad entre los 11 y 15 meses [8, 11, 42], siempre y cuando su régimen de alimentación satisfaga sus requerimientos nutricionales. La circunferencia escrotal incrementa desde los 26 a 30 cm de la fase peri puberal [8, 42] hasta los 43 cm de un toro adulto cuando alcanza un peso corporal aproximado de 750 Kg. Estos valores son semejantes a los observados en toros maduros Angus y Hereford y exceden a los valores de un toro adulto *Bos indicus* [40]. Las características seminales de los toros Senepol son excelentes en los meses de mayor calor (Cuadro 2).

En relación con la hembra, se puede afirmar que las novillas logran su primer parto entre los 2 y 3 años de edad, alcanzando en su vida reproductiva un intervalo entre partos de 12 meses [19]. Se ha determinado una duración de la gestación de 286,3 días [30]. Las vacas y los becerros no necesitan ser asistidos en el momento del parto y la tasa de destete esta por el orden del 95% [19]. Es importante destacar que muchas hembras a los 18 años de edad todavía resultan gestantes y paren crías viables. Otros trabajos, han reportado tasas de concepción del 93% para novillas y tasas de supervivencia al destete de 84%, siendo las pérdidas debidas mayoritariamente al parto y asociadas a un efecto paterno [5].

CUADRO 2. Características reproductivas de machos Senepol en climas cálidos

Características	Raza o Mestizaje	Valores	Referencias
Edad a la pubertad (días)	Senepol	446	Wildeus, 1993 [41]
	Senepol	416,5 ± 16,4	Chase y col., 1997 [8]
	Senepol x Angus	356 ± 7,2	Chase y col., 2001 [11]
Peso a la pubertad (Kg)	Senepol	326	Wildeus, 1993 [41]
	Senepol	370,3 ± 13,0	Chase y col., 1997 [8]
	Senepol x Angus	285 ± 6,0	Chase y col., 2001 [11]
Circunferencia escrotal a la pubertad (cm)	Senepol	30,1	Wildeus, 1993 [41]
	Senepol	29,9 ± 0,6	Chase y col., 1997 [8]
	Senepol x Angus	26,8 ± 0,4	Chase y col., 2001 [11]
Libido	Senepol	3,3 a 6,7	Chase y col., 1993 [7]
	Senepol	4 a 5	Chase y col., 1997 [8]
	Senepol x Angus	6 a 7,5	Chase y col., 2001 [11]
Volumen del eyaculado (ml)	Senepol	11,1 ± 0,8	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Motilidad individual (%)	Senepol	68,5 a 75,8	Chase y col., 1993 [7]
	Senepol	71,6 ± 3,1	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Concentración espermática (x 10 ⁶ /ml)	Senepol	350 ± 86	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Espermatozoides/eyaculados (x 10 ⁶)	Senepol	4,14 ± 1,11	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Fructosa seminal (mg/dl)	Senepol	251 ± 36	Wildeus y Hammond, 1993 [40]
Espermatozoides normales (%)	Senepol	87,4 ± 1,9	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
	Senepol	65,5 a 81,7	Chase y col., 1993 [7]
Anormalidades de cabeza (%)	Senepol	6,3 ± 1,8	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Anormalidades de cola (%)	Senepol	5,2 ± 0,9	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Gotas citoplasmáticas (%)	Senepol	1,1 ± 0,6	Wildeus y Hammond, 1993 [41]
Acrosomas normales (%)	Senepol	75,5 ± 3,7	Wildeus y Hammond, 1993 [41]

VI. TOLERANCIA AL CALOR

Esta demostrada la capacidad de adaptación que transmite el Senepol a sus descendencias puras y mestizas. Esta afirmación ha sido confirmada en distintas experiencias que muestran la habilidad que tiene esta raza para controlar la temperatura corporal y disipar calor en ambientes adversos de altas temperaturas [16, 17, 18, 28] y así obtener rendimientos productivos eficientes. En experiencias realizadas en el sub-trópico de Florida, se demostró que tanto el Senepol [16, 17, 18] como el Brahman [6, 16, 17, 18, 35] tienen gran habilidad para controlar la temperatura ambiental durante la época de verano; lo cual fue corroborado con anterioridad al conocer su habilidad de pastorear a cualquier hora del día [16]. Datos sobre tolerancia al calor del Senepol en comparación con el Brahmán, Hereford y Angus, recogidos en la estación de investigación subtropical de Brooksville en Florida, señalan que las vacas Senepol muestran menor temperatura rectal que las vacas Hereford o Angus e incluso estos valores superan a los obtenidos por las vacas Brahmán a lo largo del verano [16]. Resultados similares se observaron al comparar la temperatura rectal de toros Holstein con

toros Senepol alojados en un núcleo ganadero de la isla de Santa Cruz, donde los Senepol tuvieron valores menores de temperatura rectal que los Holstein [38]. Esta habilidad del Senepol para controlar la temperatura corporal parece ser heredada como una característica dominante en los cruzamientos con las razas no tolerantes al calor, según se puede apreciar en los datos de los cruces recíprocos de Senepol y Hereford [16]. Los becerros producto de este cruzamiento se comportan igual que los puros Senepol en su habilidad para controlar la temperatura corporal, lo cual es un hallazgo muy útil e indica la fácil incorporación del gen de tolerancia al calor en las ganaderías tropicales [16], sin desmejorar notablemente la producción láctea.

En un estudio reciente de tolerancia al calor realizado en el Estado Zulia, Venezuela [28], comparando becerros mestizos 50% Senepol con mestizos $\frac{5}{8}$ Holstein, se detectaron diferencias favorables en cuanto a la temperatura rectal y al Índice de tolerancia al calor en becerros mestizos Senepol a 34°C de temperatura ambiental (Cuadro 3). La elevación de la temperatura rectal en mestizos $\frac{5}{8}$ Holstein refleja la activación de sus mecanismos termorreguladores para poder controlar el estrés térmico y disipar el calor; este hecho marca una clara diferencia al comparar esas observaciones con las obtenidas por los mestizos Senepol a 25 y 34°C, e inclusive cuando se comparan con los valores obtenidos por ellos mismos a 25°C de temperatura ambiental. En cambio, los becerros mestizos Senepol mantuvieron la temperatura rectal constante, tanto en 25°C como en 34°C, lo cual confirma la habilidad de regulación térmica que exhibe el Senepol cuando se produce un incremento calórico, lo cual certifica su potencial de adaptación. Todos estos hechos confirman los hallazgos previos de otros investigadores que en época de verano con temperaturas ambientales muy altas han reportado valores de temperatura rectal muy inferiores en animales Senepol y sus cruces F₁ con Hereford y/o Angus, superando inclusive al Brahman [17, 18].

Considerando el estrecho rango de variación de la temperatura rectal en bovinos, una elevación de 0,5°C puede tener efectos importantes sobre la productividad. Los animales mestizos Senepol con pelo corto y brillante (característico del Senepol puro), conservan mejor la homeotermia que aquellos animales con mayor cantidad de pelo. Esto se traduce en animales con uso más eficiente de la energía y en la posibilidad de que esa energía esté destinada a los procesos productivos y no solo a mantener la homeotermia [3].

VII. RELACIÓN ESTRÉS CALÓRICO Y CRECIMIENTO ANIMAL

Las tasas de crecimiento de moderadas a deficientes obtenidas por los bovinos en muchos ambientes tropicales se deben al consumo de gramíneas de bajo a moderado valor nutritivo y a la carencia de suplementación alimenticia. Sin embargo, a pesar de que los animales se suplementan para tratar de cubrir sus necesidades nutricionales, las tasas de crecimiento no alcanzan el umbral deseado, lo cual es debido a que otro componente ambiental como la temperatura elevada del medio ocasiona una alteración de la homeostasis corporal del animal; esto explicaría las moderadas a bajas ganancias de peso obtenidas en los ambientes tropicales. Actualmente se está utilizando el Índice humedad-temperatura (IHT) del medio para tipificar una zona de vida y relacionarlo con el rendimiento animal. Está demostrado que IHT superior a 72, pro-

CUADRO 2. Efecto de la interacción grupo genético por temperatura ambiental sobre las variables de tolerancia al calor en becerros mestizos Holstein y Senepol [28]

Variables	Grupo Genético x Temperatura ambiental			
	5/8 Holstein		50% Senepol	
	25°C	34°C	25°C	34°C
Temperatura rectal, °C	39,1 ± 0,1	39,7 ± 0,1	38,9 ± 0,1	39,0 ± 0,1
Log (temperatura rectal) ¹	0,31 ± 0,02 ^a	0,43 ± 0,02 ^b	0,29 ± 0,02 ^a	0,31 ± 0,02 ^a
Frecuencia respiratoria, resp./min.	33,9 ± 2,2 ^a	42,5 ± 2,2 ^a	31,1 ± 2,4 ^a	33,7 ± 2,4 ^a
Índice de Adaptabilidad ²	2,49 ± 0,09 ^a	2,88 ± 0,09 ^a	2,37 ± 0,10 ^a	2,48 ± 0,10 ^a
Índice de tolerancia al calor ³	86,0 ± 2,13 ^a	74,0 ± 2,13 ^b	88,5 ± 2,27 ^a	87,1 ± 2,27 ^a
Cortisol en sangre, ng./ml	0,48 ± 0,77	4,30 ± 0,67	0,12 ± 0,84	2,00 ± 0,72
Logaritmo del cortisol en sangre	1,17 ± 0,1 ^a	1,34 ± 0,03 ^a	0,90 ± 0,13 ^a	1,24 ± 0,06 ^a

Medias con diferentes letras (a, b) en filas, presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

¹ Logaritmo 10 (temperatura rectal - 37.0).

² Temperatura rectal/38.3 + Frecuencia respiratoria/23.

³ 100 - 20 (temperatura rectal - 37.4).

voca una disminución del consumo voluntario de alimento para minimizar la carga calórica interna [36]. Existen algunas teorías que tratan de explicar la relación que existe entre el estrés calórico y el crecimiento deficiente. Una de ellas explica que la baja tasa de crecimiento obtenida por los bovinos en la mayoría de las zonas tropicales, se debe entre otras cosas a que las temperaturas ambientales elevadas provocan una disminución del consumo voluntario de alimento al ser estimulado negativamente el centro del apetito ubicado en el hipotálamo, causando una disminución de la ingesta para minimizar la carga calórica interna [15]. Esto trae como consecuencia que una menor cantidad de sustrato este disponible para la síntesis de hormonas y otros metabolitos de importancia, por lo que se produce una disminución de las hormonas liberatorias del hipotálamo. Esos menores niveles de hormonas causarían una menor funcionalidad de la hipófisis y una consecuente baja secreción de la hormona del crecimiento y de la hormona estimulante de la tiroides, lo cual influye drásticamente sobre el incremento diario de peso de los animales en crecimiento [24], además de la disminución del anabolismo proteico. Por otro lado y paralelo a lo antes señalado, es conocido que cuando un animal es sometido por primera vez a un estrés calórico, se produce una elevación de los niveles de glucocorticoides, los cuales pueden seguir disminuyendo hasta niveles muy bajos si este efecto permanece constante por mucho tiempo, es decir cuando el efecto se hace crónico [1, 12]. De aquí se deriva otra hipótesis de importancia que afirma que el incremento de los glucocorticoides [1] o la disminución de la insulina [14] podrían disminuir la capacidad de sintetizar proteínas bajo climas con temperaturas ambientales muy elevadas [24].

VIII. CONCLUSIONES

En zonas tropicales con temperaturas ambientales elevadas, la raza Senepol podría utilizarse en forma similar al Brahmán en los programas de cruzamiento con razas *Bos taurus* no tolerantes al calor. Ello favorecería una mejora de su capacidad de adaptación y rendimiento productivo; además como su temperamento es muy dócil podría contribuir a mejorar este carácter en los rebaños doble propósito del trópico venezolano. Las características productivas y reproductivas de esta raza sugieren que es posible alcanzar producciones de leche superiores en vacas mestizas Senepol que en vacas mestizas Brahman; sin embargo, es necesario realizar muchas más pruebas de rendimiento productivo y reproductivo del ganado Senepol puro y mestizo en diversos nichos ecológicos del medio tropical antes de emitir conclusiones definitivas.

IX. LITERATURA CITADA

- [1] Álvarez, M. B; Johnson, H. D. 1973. Environmental heat exposure on cattle plasma catecholamine and glucocorticoids. *J. Dairy Sci.*, 56: 189-194.
- [2] Aranguren, J. A.; Román, R.; Isea, W.; Villasmil, Y. 2000. Evaluación predestete de becerros cruzados, utilizando medidas repetidas. *Revista Científica, FCV-LUZ*. X (3): 240-250.
- [3] Ávila-Chytil, M.; Olson, T. A.; Hansen, P. J.; Coleman, S. 2001. Evaluación del impacto del pelo en la temperatura rectal, temperatura cutánea y tasa de respiraciones en ganado cruza Holstein x Senepol en Florida, EE. UU. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana. 19-23/ 11. Cuba: DP54.
- [4] Butts, W. T.; McCurly, J. P.; Hupp, H.; Koger, M. 1984. Comparison of cow and progeny traits of Senepol x Angus and Brahman x Angus cows. *J. Anim. Sci.*, 59 (Suppl. 1): 47.
- [5] Butts, W. T. 1987. Performance of Senepol cattle under South Florida Conditions. *Proceedings of International Senepol Research Symposium*. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands, 39-44.
- [6] Cartwright, T.C. 1955. Responses of beef cattle to high ambient temperature. *J. Anim. Sci.* 14:350.
- [7] Chase, C. C. (Jr); Larsen, R. E.; Hammond, A. C.; Randel, R. D. 1993. Effect of dietary energy on growth and reproductive characteristics of Angus and Senepol bulls during summer in Florida. *Theriogenology*, 40: 43-61.
- [8] Chase, C. C. (Jr.); Chenoweth, P. J.; Larsen, R. E.; Olson, T. A.; Hammond, A. C.; Menchaca, M. A.; Randel, R. A. 1997. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. *Theriogenology*, 47: 723-745.
- [9] Chase, C. C. (Jr.); Olson, T. A.; Hammond, A. C.; Menchaca, M. A.; West, R. L.; Johnson, D. D.; Butts, W. T. (Jr.). 1998. Prewaning growth traits for Senepol, Hereford, and reciprocal crossbred calves and feedlot performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Sci.*, 76: 2967-2975.
- [10] Chase, C. C. (Jr); Hammond, A. C.; Olson, T. A. 2000. Effect of tropically adapted sire breeds on preweaning growth of F1 Angus calves and reproductive performance of their Angus dams. *J. Anim. Sci.*, 78: 1111-1116.

- [11] Chase, C. C. Jr., Chenoweth, P. J.; Larsen, R. E.; Hammond, A. C.; Olson, T. A.; West, R. L.; Johnson, D. D. 2001. Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman-, Senepol-, and Tuli-sired F₁ Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 79: 2006-2015.
- [12] Christison; G.I.; Johnson, H. D. 1972. Cortisol turnover in heat-stressed cows. *J. Anim. Sci.*, 35: 1005-1010.
- [13] Epstein, H. 1971. The origin of domestic animals of Africa. *Africana Publ. Corp. New York. Vol. I y II.* 1292 pp.
- [14] Habeeb, A. A. 1987. The role of insulin in improving productivity of heat stressed farm animals with different techniques. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University. Egypt: 56 pp.
- [15] Habeeb, A. A.; Marai, I.F.; Kamal, T.H. 1992. Heat stress. In: *Farm animals and the environments.* CAB International. U.K. 27-47 p.
- [16] Hammond, A.C.; Olson, T.A. 1994. Rectal temperature and grazing time in selected beef cattle breeds under tropical summer condition in subtropical Florida. *Tropical Agriculture*, 71(2): 128-134.
- [17] Hammond, A.C.; Olson, T.A., Chase Jr., C.C.; Bowers, E.J.; Randel, R.D., Murphy, C.N., Vogt, D.W.; Tewolde, A. 1996. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *J. Anim. Sci.* 74: 295-303.
- [18] Hammond, A.C.; Chase Jr., C.C.; Bowers, E.J.; Olson, T.A., Randel, R.D. 1998. Heat tolerance in Tuli, Senepol and Brahman-Sired F₂ Angus Heifers in Florida. *J. Anim. Sci.* 76: 1568-1577.
- [19] Hupp, H. D. 1978. History and development of Senepol cattle. In: *Agriculture Experiment Station, College of the Virgin Island (San Croix). Report 11 (April),* 1-12 p.
- [20] Hupp, H. D. 1987. Milk production of Senepol cattle under Virgin Island Conditions. *Proceedings of International Senepol Research Symposium. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands.* 25-30.
- [21] Isea, W.; Olson, T.A. 1998. Breed effects of cow's sire and service sire on reproduction of crossbred dams and preweaning performance of their calves. *Revista Científica, FCV-LUZ. VIII (1):* 53-62.
- [22] Isea, W.; Villasmil, Y.; Durán, D.; Guzmán de Díaz, B. 2001. Abuelo materno y época de nacimiento sobre el crecimiento de terneros Senepol en el estado Yaracuy, Venezuela (nota técnica). *Revista Científica, FCV-LUZ. VIII (6):* 510-516.
- [23] Isea, W.; Villasmil, Y. 2002. Peso al nacimiento de terneros cruzados Senepol en el estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ. XII (2):* 75-81.
- [24] Marai, I.; Habeeb, A.A.; Daader, A.H.; Yousef, H.M. 1997. Effects of diet supplementation and body cooling on Friesian calves reared in high ambient temperatures in the eastern desert of Egypt. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 4: 201-208.
- [25] Olson, T. A. 1987. Performance through weaning of Senepol-sired calves from various types of Zebu x *Bos taurus* crossbred dams. *Proceedings of International Senepol Research Symposium. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands.* 61-67.
- [26] Phillips, W. A.; Holloway, J. W. 1995. Feedlot performance of steers sired by Angus, Brahman, Senepol or Tuli bulls. *J. Anim. Sci.*, 73 (Suppl. 1): 238.

- [27] Quintero-Moreno, A.; Aranguren, J. A.; Bustillo, L.; González, D.; Calatayud, D.; Rive-ro, A.; Boscán, J.; Palomares, R. 1998. Uso de probióticos en becerros mestizos Senepol y Holstein. *Revista Científica, FCV-LUZ*. VIII (Suppl. 1): 53-55.
- [28] Quintero-Moreno, A., Calatayud, D.; Arrieta, D.; Boscán, J.; Palomares, R.; Goicochea, J. 2001. Tolerancia al calor en becerros mestizos Senepol y Holstein. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana. 19-23/ 11. Cuba: DP55.
- [29] Rouse, J.E. 1973. *World cattle III: Cattle of North American*. Norman: Edited by: Uni-versity of Oklahoma, U.S.A.
- [30] Sanders, J. O.; Paschal, J. C.; Thallman, R. M. 1987. Pre-weaning performance of Senepol-, Angus-, and Zebu-sired calves in Texas. *Proceedings of International Senepol Re-search Symposium*. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands. 75-81.
- [31] SCBA. Senepol Cattle Breeders Association, SCBA. Association Directory (1995/1996), Senepol: Heat tolerant and tender beef. 52 pp. 1996.
- [32] Spiers, D.E.; Vogt, D.W.; Johnson, H.D.; Garner, G.B.; Murphy, C.N. 1994. Heat-stress responses of temperate and tropical breeds of *Bos taurus* cattle. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2(1):41-52.
- [33] Thrift, F. A., Franke, D. E.; Aaron, D. K. 1987. Pre-weaning breed-of-sire comparisons involving the Senepol breed of cattle. *Proceedings of International Senepol Research Symposium*. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands. 69-74.
- [34] Tolleson, D. R.; Pascal, J. C.; Randel, R. D.; Sanders, J. D. 1986. Performance of Senepol x Hereford and Angus x Hereford crossbred heifers from post weaning through 30 days post-partum. *J Anim. Sci.* 63 (Suppl. 1):11.
- [35] Turner, H. G. 1984. Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate. *Anim. Prod.*, 38: 417-427.
- [36] West, J.W. 1994. Interaction of energy and bovine somatotropin with heat stress. *J. Dairy Sci.* 77: 2091-2102.
- [37] Wildeus, S. 1986. Wright. Growth rates and age of first calving in Senepol x Charolaise cross cattle under tropical production conditions. *J. Anim. Sci.* (Suppl. 1): 80.
- [38] Wildeus, S. 1987. Bull fertility on St. Croix: effects of breed, age and season, Virgin Is-land Perspective, Agriculture Research notes. University of West Virgin Islands, St. Croix. Vol. 2 (2). 20 pp.
- [39] Wildeus, S. 1987. Performance of Senepol cows at two locations on St. Croix. *Proce-edings of International Senepol Research Symposium*. St. Croix. 28-30/09. Virgin Is-lands. 15-18.
- [40] Wildeus, S.; Fugle, J. R. 1987. Reproductive Performance of Senepol Bulls on St. Croix. *Proceedings of International Senepol Research Symposium*. St. Croix. 28-30/ 09. Virgin Islands. 31-38.
- [41] Wildeus, S.; Hammond, A. C. 1993. Testicular, semen and blood parameters in adapted and non adapted *Bos taurus* bulls in the semi- arid tropics. *Theriogenology*, 40: 345-355.
- [42] Wildeus, S. 1993. Age-related changes in scrotal circumference, testis size and sperm re-serves in bulls of the tropically adapted Senepol breed. *Anim. Reprod. Sci.*, 32: 185-195.
- [43] Williams, A. R.; Hupp, H. D.; Thompson, C. E.; Grimes, L. W. 1988. Breed structure of Senepol cattle. *J. Heredity*, 79: 9-13.