

INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE LA PRODUCCIÓN BOVINA

LUIS CARLOS LEAÑO LAZARO

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2008**

INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE LA PRODUCCIÓN BOVINA

**LINEA DE PROFUNDIZACIÓN: REPRODUCCIÓN Y MEJORAMIENTO
ANIMAL**

Monografía presentada como requisito para optar el título de zootecnista

LUIS CARLOS LEAÑO LÁZARO

DIRECTOR:

**AMADO ESPITIA
Médico Veterinario Zootecnista; MSc**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2008**

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo, 2008

DEDICATORIAS

A mi **DIOS**, quien siempre me recordó que todas las cosas me ayudan a bien.

A mi papá, Humberto Leño, por apoyarme y confiar en mí.

A mi madre Nancy Lázaro, sin duda alguna, la mejor mamá del mundo.

A mis hermanos, Albeiro, Jessica y Humberto de Jesús.

A mi abuela Elbia, siempre muy cerca de nosotros.

A Santiago, el bebé más bello del planeta.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I	10
1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE A LA PRODUCCIÓN BOVINA EN COLOMBIA	10
1.1 NORMATIVIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN COLOMBIA	11
1.1.1 Inocuidad de los alimentos.....	13
1.1.2 Impacto ambiental de la producción bovina.....	15
1.1.3 Bienestar de los trabajadores.....	18
1.1.4 Bienestar de los animales.....	19
2. INFLUENCIA CLIMÀTICA SOBRE PRODUCCIÓN DE CARNE	22
3. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE PRODUCCIÓN DE LECHE.....	35
4. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE EL CONFORT ANIMAL.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS.....	¡Error! Marcador no definido.
GLOSARIO	70
CAPÍTULO II.....	73
INFLUENCIA CLIMATICA SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE HEMBRAS BOVINAS.....	73

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Efecto de la precipitación.	25
Cuadro 2: Efecto de la temperatura.	26
Cuadro 3: Medias de mínimos cuadrados y errores estándar para pesos al nacimiento (PN), al año (PA), y a los 18 meses (P18M), de acuerdo con la época de nacimiento y sexo en ganado de carne en el trópico	31
Cuadro 4: Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras en lactación según el Livestock Weather Safety Index (LWSI).	43
Cuadro 5: Temperatura, Humedad y Confort para las vacas.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Incidencia de la temperatura en la producción de leche	41
Figura 2: La energía fluye hacia y desde el organismo de un animal en su ambiente natural.	55

INTRODUCCIÓN

De todos los factores interrelacionados que conforman el ambiente, probablemente el clima es el más importante, afectando no solo la vegetación y fauna, sino también la densidad de la población animal, sus necesidades y su producción. La reacción de cualquier animal a un estímulo ambiental externo particular, está íntimamente correlacionada con la eficiencia de producción del animal (Bavera, 2003).

Los animales domésticos, y en especial los bovinos, están expuestos a condiciones ambientales físico-climáticas que se suceden durante las diferentes épocas del año; la habilidad de las plantas (pastos y leguminosas) y los animales, de sortear los factores causantes de estrés en su bienestar, muestra su nivel de adaptación y aclimatación a las condiciones ambientales imperantes en la región. También permite entender los cambios en la conducta animal, las fuentes de estrés, los puntos críticos de intensidad de factores estresantes soportables por los animales, para poder dar respuestas mediante la adopción de medidas de manejo dirigidas al reestablecimiento del bienestar animal, hasta donde sea posible (De Dios, 2001).

Es fundamental señalar la importancia que representa conocer la incidencia de los factores climáticos en la producción agropecuaria puesto que ello, puede determinar el éxito o fracaso de la misma (Uzcátegui, 1999).

El clima incide en la actividad ganadera en forma directa al actuar sobre la fisiología productiva del animal (leche y carne) y en forma indirecta al afectar el desarrollo forrajero, la fluctuación de la población parasitaria, el microambiente de los establecimientos de resguardo de animales y almacenamiento de alimentos y el proceso de mercadeo de productos. Bajo nuestras condiciones tropicales, la temperatura y la precipitación son los elementos meteorológicos más determinantes en el efecto que el tiempo produce en los animales de fines zootécnicos. Sin embargo, otros elementos tales como la radiación solar y la

humedad relativa del aire pueden jugar un rol importante cuando presentan valores máximos en combinación con otros factores (Retana, 2004).

Con el desarrollo de la monografía “Influencia Climática sobre la Producción Bovina”, se pretende estimular y fortalecer el conocimiento necesario que posteriormente permita avanzar en el establecimiento de trabajos investigativos, permitiendo así el desarrollo de herramientas específicas para facilitar la toma de decisiones, sobre aspectos de ganadería-medio ambiente, diseñadas para adaptar principios generales de manejo mejorado de las interacciones, en especial, a las necesidades y condiciones regionales.

CAPITULO I

1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL REFERENTE A LA PRODUCCIÓN BOVINA EN COLOMBIA

Los sistemas de producción agraria en general, y en particular la producción ganadera han sufrido en los últimos años un cambio sustancial en los países más desarrollados pasándose de las típicas explotaciones extensivas ligadas al terreno, a las granjas intensivas en donde se ha incrementado la carga ganadera, bien aumentando el número de cabezas en pastoreo o mediante la construcción de granjas intensivas en establo. Esta transformación de la ganadería ha sido más drástica para algunas especies, apareciendo en ciertas zonas una alta concentración de animales, que es la causa principal de los problemas medioambientales y generó la necesidad de la normativa medioambiental (Bigeriego y De Saavedra, 2004).

Para Colombia, una legislación ambiental más coherente debe estar acorde con la realidad del país y proporcionar opciones para cuantificar el deterioro ambiental a través de estándares o indicadores, depurando normas que generen conflictos por competencias entre instituciones encargadas de aplicarlas, mayor rigidez en el estatuto penal para conductas en contra del ambiente, pero a la vez estímulos para quienes menos contaminan o generen menos daños. El aspecto más importante de una legislación ambiental no es su gran profundidad o si abarca todas las temáticas que pueda contemplar, se trata más bien de su aplicabilidad y de los desarrollos que a nivel regional surgen como una necesidad de respuesta a las problemáticas locales enmarcadas en un contexto nacional y mundial (Patiño, 1999).

La legislación ambiental en Colombia ha sufrido un destacado proceso, partiendo de la Convención de Estocolmo en 1972, cuyos principios se acogieron en el Código de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, decreto ley 2811 de 1974 (Lemos, 2007).

No se puede esperar que una actividad productiva que históricamente se ha realizado sobre una base extractivista pueda ofrecer beneficios ambientales comparables con la biodiversidad de los ecosistemas naturales de América tropical. Pero como sistema de producción, la ganadería tiene mayores potencialidades que muchos sistemas agrícolas y de uso del territorio para realizar significativas contribuciones al manejo de la naturaleza. No se puede descartar la posibilidad de tener sistemas ganaderos tropicales compatibles con los planteamientos conceptuales del desarrollo sostenible (Murgueitio, 1999).

1.1 NORMATIVIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN COLOMBIA

La normatividad de las actividades agropecuarias en Colombia es un tema bastante complejo. Los programas del área agropecuaria tienen cierto desconocimiento acerca de este tema, pero no se les puede eximir de la responsabilidad ante las implicaciones que tiene la no observancia de las mismas (Correa, 2005).

Uno de los temas de mayor relevancia en la Constitución Nacional de 1991 es la conservación y protección del medio ambiente, por estar íntimamente ligada a la vida. El preámbulo de la Constitución señala que uno de los fines del Estado es asegurarle al pueblo colombiano la vida, punto de partida de la protección del medio ambiente (Amaya, 2000).

Desde 1968 y hasta antes del 22 de Diciembre de 1993, el manejo de los recursos naturales y del ambiente por parte del estado, estaba en manos del instituto nacional de los recursos naturales renovables y el ambiente (INDERENA), las corporaciones regionales de desarrollo, los Ministerios de Salud y Minas entre otras instituciones (Burgos, 1996).

La gestión ambiental se realizaba sin coordinación alguna, causando problemas de ineficiencia, en la medida de que se diluía la responsabilidad y se

propiciaba una falta de coherencia y armonía en las actuaciones. Es decir, la responsabilidad de la gestión ambiental en Colombia se hallaba dispersa entre muchas instituciones del nivel nacional, generando grandes conflictos y una inestabilidad entre los usuarios (Ibíd).

Frente al esquema de dispersión institucional, de recursos financieros insuficientes y ausencia del estado en gran parte del territorio nacional, se optó por la creación de un ente rector y formulador de la política ambiental como lo es el Ministerio del Medio Ambiente; mientras que la ejecución de la gestión ambiental quedó en cabeza de las corporaciones autónomas regionales del ambiente (Ibíd).

Así quedó establecido en la ley 99 de 22 de Diciembre de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones. (Ley 99 de 1993).

La legislación ambiental en Colombia Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), apoyados en la declaración de Río de Janeiro de Junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo, delega en el SINA, el manejo de las políticas ambientales para el país. Es necesario tener en cuenta que la producción agropecuaria es más que la producción de alimentos, ya que en ésta se concentran las normas que regulan la producción agropecuaria (Correa, *Op. cit*).

Por otra parte el estado debe proporcionar los medios que garanticen la producción de alimentos en condiciones técnicas de manera que incremente su productividad. Es por eso que la producción de alimentos gozará de la especial protección del estado (Constitución política de 1991, Artículo 64, 65 y 66).

El establecimiento de una propuesta de buenas prácticas de producción o manejo ganadero, busca lo esencial de todo producto alimenticio de calidad; que sea inocuo, saludable y agradable para el consumidor y que en su proceso de producción respete el medio ambiente, la salud y bienestar de los

trabajadores, así como el bienestar animal (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico de Cundinamarca; Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales y Universidad Nacional de Colombia, 2005).

La legislación ambiental aplicable al subsector ganadero colombiano está enmarcada en tres grandes bloques normativos que son la constitución política nacional (marco legal de carácter supremo y global que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente); Las Leyes del Congreso de la República (Derechos con fuerza de ley) y los decretos ley del Gobierno Nacional (normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica o normativa) (Ministerio del Medio Ambiente, 2002) .

Las cuatro grandes preocupaciones en el campo de la producción agropecuaria, no solo en Colombia si no en términos generales, son la inocuidad de los alimentos, el impacto ambiental, el bienestar de los trabajadores y el bienestar de los animales, que son las normas modernas de la producción agropecuaria (Correa, *Op. cit*).

1.1.1 Inocuidad de los alimentos

La selección y aplicación de los sistemas de garantía de la calidad varía en función del punto de la cadena de producción de alimentos, el tamaño y la capacidad de la actividad correspondiente y el tipo de producto de que se trate. Un sistema de garantía de la calidad puede incluir Buenas Prácticas de Higiene (BPH), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y sistemas de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC), así como sistemas basados en el APPCC. Los gobiernos han de desempeñar una función vital impartiendo orientaciones normativas sobre los sistemas más apropiados de garantía de la calidad, además de verificar su aplicación como mecanismo de observancia de la reglamentación (FAO, 2008).

Las normas que hay sobre la inocuidad de los alimentos contemplan aspectos relacionados con la salud, la seguridad y la protección del medio ambiente (Sistema nacional de normalización, certificación y meteorología, 1993).

En el sector agropecuario, se encuentra el modelo más desarrollado institucionalmente para las acciones de inocuidad de alimentos, dada su integración vertical y la presencia de una autoridad sanitaria nacional que cuenta con presencia regional y local permitiendo articular y direccionar los esfuerzos del sistema en su ámbito de aplicación. Sin embargo el modelo requiere mayores niveles de cobertura, y especialización en las labores actuales y sobre todo el desarrollo de enfoques preventivos de inocuidad en la producción primaria, para fortalecer el concepto “de la granja a la mesa” (FAO, 2005).

Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios (Constitución Política de 1991, Artículo 78).

Las medidas para asegurar la calidad (inocuidad) del producto y a la vez reducir el impacto ambiental del proceso, se basa en la obtención de productos de calidad, microbiológicamente inocuos, con mínimo impacto ambiental y es de vital importancia seleccionar correctamente las materias primas, las técnicas y los procesos más eficientes para su aplicación, y establecer programas de capacitación y mejoramiento continuo del recurso humano (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Mediante el decreto número 1500 de 2007, el gobierno nacional estableció el sistema oficial de inspección, vigilancia y control de la carne, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos destinados para el consumo humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento,

almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Valencia, 2007).

Las buenas prácticas en la alimentación animal son los modos de empleo y prácticas recomendadas en alimentación animal, tendientes a asegurar la inocuidad de los alimentos de origen animal para consumo humano, minimizando los peligros físicos, químicos y biológicos que implique un riesgo para la salud del consumidor final; y las buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios se define como el cumplimiento de los métodos de empleo oficialmente recomendados para los medicamentos de uso veterinario, de conformidad con la información consignada en el rotulado de los productos aprobados (Ibíd).

1.1.2 Impacto ambiental de la producción bovina

Se presenta una problemática ambiental por la adecuación de las condiciones de producción, en las cuales se verán modificadas las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo y la flora y fauna existentes. El impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas; la primera es la modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema; la segunda es la modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema y la tercera es la interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones y, en último término, para la salud y bienestar humano. Los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos, reversibles o irreversibles, directos o inducidos, permanentes o temporales, simples o acumulativos, sinérgicos o no, a corto, medio o largo plazo, etc. Sin embargo, la preocupación ambiental surge, en la época moderna, por el fuerte predominio de los impactos negativos (Consigli y Córdoba, 2002).

Según la FAO (2006), la ganadería genera más emisiones de gases causantes del efecto invernadero que el sector del transporte y es una de las principales causas de la degradación del suelo y de los recursos hídricos. Por

ésta situación, se propone el uso de métodos de conservación del suelo, mejora de la dieta de los animales para reducir la fermentación ruminal y las consiguientes emisiones de metano, pasando por la construcción de plantas de reciclaje del estiércol.

Los sistemas tradicionales de explotación y transformación constituyen la mayor amenaza a la sostenibilidad de los recursos agua y suelo, bajo sistemas de producción inadecuados, sin prácticas de manejo sostenible. Ello compromete la productividad de los suelos, del agua, del hombre, de los animales, de las plantas y la eficiencia de los procesos de extracción racional de los recursos naturales y el futuro de las actividades ganaderas (Maldonado *et al.*, 2002).

Algunas medidas importantes de mitigación que se pueden implementar para contrarrestar los impactos ambientales negativos en las unidades de producción bovina son:

Realizar actividades de investigación para seleccionar las prácticas más adecuadas en áreas que sean estrictamente necesarias, capacitación de los ganaderos de las unidades de producción, aplicar productos farmacéuticos bajo control, evitar el sobrepastoreo, hacer restauración de pastizales, todo esto evitará la erosión de las praderas y permitirá su uso continuo (Poats, 2004).

Ante la necesidad de mitigar los impactos ambientales negativos, la demanda de productos ecológicos ha crecido, de tal manera que se ha optado por la producción ecológica (Correa, *Op. cit.*).

Existe el programa nacional de producción agropecuaria ecológica en Colombia que tiene como objetivo contribuir a la consecución de una mejor calidad de vida para los colombianos a través del fomento de la producción agropecuaria ecológica, la cual ofrece opciones rentables para los productores del sector en mercados dinámicos y bien remunerados, coadyuva a la sana alimentación de los consumidores y contribuye a la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales, base de la actividad agropecuaria (Clavijo, 2004).

El componente pecuario debe cumplir con una serie de requisitos generales para que un producto sea certificado como ecológico, dentro de los cuales encontramos principios sobre el bienestar animal, origen de los animales, conversión , nutrición, profilaxis y cuidados veterinarios, reproducción , practicas zootécnicas, plantas de sacrificio y densidad animal (Sistema Nacional De Normalización, Certificación y Meteorología, SNNCM, 1993).

La producción ecológica debe utilizar insumos y/o métodos que aumenten la actividad biológica del suelo, la biodiversidad y ayuden a balancear el equilibrio biológico natural. Esta es aplicable a la producción pecuaria y es incompatible con los organismos genéticamente modificados, así como con el uso de productos químicos de síntesis. En el caso de la ganadería ecológica, las técnicas de manejo ganadero deben estar regidas por las necesidades fisiológicas y etológicas básicas de los animales domésticos, donde se debe permitir que los animales satisfagan sus necesidades básicas de comportamiento y las técnicas de manejo deben estar dirigidas hacia el logro de una buena salud y bienestar de los animales (Manrique, 2001).

El factor clave del éxito en el plan estratégico de la ganadería colombiana está en el bienestar del ganadero y del país y en lograr una ganadería rentable, sostenible ambientalmente, responsable socialmente y solidaria. Para el año 2019 la ganadería colombiana busca incrementar el consumo per cápita en el mercado interno y productos diferenciados, con sello verde y con valor agregado en el mercado externo; mediante la promoción de una cultura de innovación y uso ambientalmente sostenible de los recursos naturales (Restrepo, 2007).

Los sistemas ecológicos de producción agropecuarios, deberán utilizar insumos, métodos y prácticas que mejoren la actividad biológica del ecosistema, la biodiversidad y permitan un equilibrio biológico natural (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Existen algunas condiciones básicas que definen el ámbito de la producción ecológica de productos primarios como la no aplicación de insumos de síntesis

química, la no utilización de organismos modificados genéticamente, manejo integral de la finca o del predio, realización de prácticas de conservación, implementación de prácticas para el mejoramiento de la fertilidad del suelo. En el caso de producción animal se requiere además de lo anterior, sanidad animal, bienestar animal y alimentación alternativa (Bermúdez, 2004).

Para prevenir el cambio global del clima debido a los gases de invernadero, es importante reducir las emisiones de metano ruminal provenientes del ganado. Esto obliga a que los ganaderos aceleren la producción animal por unidad de área y que reduzcan la edad de sacrificio para lograr una proporción menor de kg de metano / kg de proteína animal (carne). También tiene que reducirse el uso de granos para la alimentación animal y dar prioridad al consumo humano. Esto incrementa, entonces, la dependencia en el forraje. Pero ya que la celulosa de los pastos es la principal fuente de emisión de metano, se necesitan prácticas de manejo que contribuyan a incrementar el rendimiento de forraje por unidad de área, y mantener todo el año una reserva para evitar la pérdida de peso. Así, se incrementa la rentabilidad, la competitividad y la sostenibilidad del sistema de producción y, al mismo tiempo, se reduce el impacto negativo para el medio ambiente (Primavesi, 2006).

1.1.3 Bienestar de los trabajadores

El tema del bienestar de los trabajadores ha sido poco explorado en el sector agropecuario y teniendo en cuenta la inequidad en las relaciones laborales se han diseñado medidas de seguridad laboral donde se establecen los principios que garantizan el cubrimiento de las contingencias económicas y de salud, y la prestación de servicios sociales complementarios de todos los ciudadanos colombianos, aunque no hace alusión específica a las labores del sector agropecuario (Ley 100 de 1993, Ley De La Seguridad Social Integral).

Todo propietario o tenedor de un predio de producción primaria (granja o finca) debe garantizar que el personal vinculado cuente con buen estado de salud,

para lo cual deberá garantizar la realización de un examen médico, mínimo una vez al año. El trabajador debe recibir capacitación continua en los siguientes temas:

- Higiene.
- Seguridad y riesgos ocupacionales.
- Manejo de alimentos para animales.
- Manejo y movilización animal.
- Sanidad animal y bioseguridad
- Uso seguro de insumos agropecuarios.
- Labores propias de cada cargo.

Llevar un registro de las capacitaciones que se realicen al personal.

Proporcionar todos los implementos ropa, botas, guantes, delantales y mascarillas, necesarios para las labores en que se utilicen sustancias potencialmente peligrosas, o que representen un riesgo para el trabajador, de conformidad con la reglamentación vigente. Proveer instalaciones necesarias como baños, áreas de descanso, áreas de alimentación que le procuren bienestar y protección a la salud del trabajador.

Mantener un botiquín de primeros auxilios ubicado en un lugar conocido por todo el personal. Al menos un trabajador debe estar capacitado en brindar primeros auxilios en caso que sea necesario (Instituto Colombiano Agropecuario, 2007).

1.1.4 Bienestar de los animales

Las reglamentaciones vinculadas al bienestar animal deben ser fruto del consenso, y las experiencias internacionales no pueden reemplazar un trabajo metódico en el que se consideren las realidades regionales y se contemplen específicamente los métodos de producción local. Sin duda, el tema del bienestar animal, para todos los fines y propósitos, es visto con evidente escepticismo por los inversores latinoamericanos de la industria alimentaria internacional (Martine, 2003).

El bienestar animal ha sido definido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como el término amplio que describe la manera en que los individuos se enfrentan con el medio ambiente y que incluye su sanidad, sus percepciones, su estado anímico y otros efectos positivos o negativos que influyen sobre los mecanismos físicos y psíquicos del animal (Comisión Europea, 2004 citado por Rojas *et al.*, 2005).

Debido a la importancia y contribución del bienestar animal para la sanidad animal y la productividad de la ganadería, así como a la necesidad de reconocer su importancia en el comercio internacional, la OIE recomienda que los servicios veterinarios establezcan principios de bienestar animal (Rojas *et al.*, 2005).

Desde las facultades agropecuarias, siempre al hablar del manejo animal, se trabajó sobre los pilares de la sanidad, nutrición, genética, economía. Más adelante, con el desarrollo de la etología (estudio biológico del comportamiento de los animales), se entendió como manejo a la aplicación de esta ciencia para lograr la mejor manera de aproximarnos, sujetar y manipularlos, permitiendo que los animales a nuestro cuidado puedan expresar sus pautas normales de conducta. Eso solo se logra cuando se conocen sus requerimientos biológicos, emocionales y etológicos (o de comportamiento) y cuando se desarrollan en ambientes adecuados donde puedan cumplir sus rutinas de aseo, teniendo una alimentación según sus necesidades (Estol, 2006).

Se han creado normas tendientes a evitar que los animales pasen hambre, sed o presenten una mala nutrición, es decir, que dispongan de agua fresca y reciban una dieta adecuada a sus requerimientos (Ley 84 de 1989, Estatuto Nacional de protección de los Animales).

Valencia (2007), ha establecido que los predios dedicados a la producción bovina deben garantizar el bienestar animal cumpliendo con los siguientes requisitos:

Disponer de agua de bebida a voluntad y en condiciones higiénicas.
Evitar el maltrato, el dolor, el estrés y el miedo mediante un manejo adecuado.
No utilizar en el manejo de los animales instrumentos que puedan causar lesiones y sufrimiento a los animales.
Las instalaciones para sujeción y manejo de los animales deben permitir una operación eficiente y segura para éstos y los operarios.
Las intervenciones que produzcan dolor a los animales deben ser realizadas por personal capacitado en condiciones higiénicas.
En condiciones de confinamiento y estabulación los animales deben tener espacio suficiente para manifestar su comportamiento natural.

La resolución 00074 de 2002 Producción Ecológica, establece una serie de normas tendientes a garantizar el bienestar de los animales y que incluye normas sobre la densidad poblacional, condiciones de crianza, métodos de transporte, encierro y sacrificio.

El artículo 5 de la legislación ambiental Colombiana declara que es función del Ministerio del Medio Ambiente expedir las regulaciones ambientales para la distribución y el uso de sustancias químicas o biológicas utilizadas en actividades agropecuarias. El artículo 65 de esta misma legislación establece que dentro de las funciones de los municipios está la prestación del servicio de asistencia técnica y la transferencia de tecnología en lo relacionado con la defensa del medio ambiente y la protección de los recursos naturales renovables, todo esto mediante las UMATA (Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria a Pequeños Productores). La cadena agropecuaria es un conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y elaboración de un producto agropecuario hasta su comercialización final y que está conformada por todos los agentes que participan en la producción, transformación, comercialización y distribución de un producto agropecuario (Sistema Agroalimentario Nacional, 2003).

La resolución 0074 del 04 de Abril de (2002), habla acerca de la normatividad vigente en agricultura ecológica y tiene como objeto establecer los principios y directrices, armonizar con disposiciones internacionales y la protección de los productores y consumidores (Clavijo, *Op. cit.*).

El personal encargado del manejo de los animales debe conocer el comportamiento propio de la especie y debe estar capacitado para manipularlos sin causarles daño (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007).

Todas las instalaciones de la ganadería deben estar organizadas y limpias, incluyendo los potreros, los corrales, las cercas, las portadas y cualquier otro equipo que pueda afectar al animal (Ibíd).

Cuando hablamos de bienestar animal hacemos referencia a un estado de salud, física y mental, completo; así como al desarrollo de una capacidad de enfrentar el medio y de establecer interacciones armoniosas con él, que permiten al animal manifestar todo su potencial genético y productivo. Todo esto incluye unas instalaciones que respondan a las necesidades de su especie; una nutrición que no sólo llene los requisitos nutricionales sino comportamentales; un trato y cuidados responsables o manejo racional; la prevención de enfermedades (físicas y mentales) y cuando sea necesario un sacrificio humanitario (Calderón, 2004).

2. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE PRODUCCIÓN DE CARNE

Para este trabajo se tuvieron en cuenta las principales razas bovinas explotadas y/o utilizadas en el sector agropecuario en diferentes zonas climáticas.

El ambiente climático tiene una influencia determinante sobre el comportamiento animal, que resulta de la acción de la temperatura y movimiento del aire, humedad relativa, radiación, presión barométrica, etc.,

cuyas variaciones afectan considerablemente el comportamiento fisiológico de los animales (Mc Dowell, 1958).

Todas las funciones de producción, sean de leche, crecimiento o cebamiento rápidos, se caracterizan por desprender calor. Por añadidura, en los meses de verano las zonas tropicales la radiación solar es un factor de importante acción sobre las producciones pecuarias por dificultar la pérdida de calor de los organismos (Hutchinson, 1954).

Según Bignoli (1971), el clima tiene influencia sobre el comportamiento de los animales en pastoreo, sobre todo cuando las variaciones son grandes, en cambio en las zonas templadas es muy poco lo que afecta. En verano, con altas temperaturas, los animales pastorean más de noche que de día, durante el cual son continuamente molestados por las moscas; en algunos casos el pastoreo nocturno llega hasta el 40 % del tiempo. También a altas temperaturas la cantidad de alimento consumido es menor. La cantidad y calidad del forraje también afecta el comportamiento de los animales en pastoreo. Los vacunos pastorean seleccionando las partes de la planta que tenga más hojas y como las hojas tienen un valor nutritivo superior a los tallos, se dice que los animales eligen el forraje que complete sus requerimientos alimenticios.

En condiciones naturales los animales herbívoros dependen por completo de los vegetales que crecen normalmente en los campos; cuando dichos alimentos son más abundantes, los animales alcanzan su mejor desarrollo. En los Estados Unidos, la región conocida con el nombre de Corn Belt se ha convertido en una zona de gran importancia en la producción y ceba de ganado gracias al clima de que disfruta, en extremo favorable para el desarrollo de animales y plantas (Yeates, 1954).

Villegas (1999), indica que en la provincia de Buenos Aires Argentina, las posibilidades del golpe de calor se presentan cuando la temperatura se mantiene por encima de los 30 ° C, con una humedad superior a 70 por ciento por un período prolongado. Cuando "el animal se ve imposibilitado de eliminar rápidamente calor, trata de compensar el problema disminuyendo su

metabolismo", lo cual provoca una "drástica disminución en la ganancia de peso", con lo que se afecta la productividad de los rodeos. Si el fenómeno se agudiza, "el animal aumenta la frecuencia respiratoria y cardíaca hasta un límite fisiológico que puede derivar en el colapso cardiorrespiratorio y muerte". Las razas más expuestas a padecer este problema son las británicas o europeas.

Los bovinos de cualquier raza son unidades de producción que funcionan mejor, según se adapten o no a una circunstancia ambiental. El hombre no puede hacer que un animal originario de clima frío se adapte al clima cálido o viceversa. Hay que entender al animal por sus características físicas, funcionales y de adaptación. Es importante la correcta elección de las razas o líneas genéticas a utilizar, particularmente en los sistemas extensivos, donde no es posible realizar grandes cambios en el ambiente al que estarán expuestos los animales. Un ejemplo de esto lo constituye la producción bovina de carne, donde la gran diversidad entre las razas existentes permite su adaptación ante ambientes climáticos muy diversos, desde el frío intenso, hasta climas subtropicales o tropicales (Graupera, 1984).

La homeotermia es el mantenimiento de la temperatura normal del cuerpo, siendo importante para el funcionamiento de los tejidos cerebrales. En el bovino, la variación diurna normal de la temperatura corporal debe ser de 0,6 a 1,2° C. Un aumento mayor a 1,2° C es signo de enfermedad o de una mala adaptación a la elevación térmica ambiental (Ibíd).

Estudios realizados por Retana y Herrera (1995), con el fin de analizar la influencia que la precipitación y la temperatura máxima anual de la región Chorotega ejercen sobre algunas variables productivas del ganado bovino de carne en Costa Rica, demostraron que el ganado destinado a mercado externo (sangre europea), es el más sensible a las variaciones pluviométricas extremas de la zona, anotando que las razas no aclimatadas a las condiciones tropicales pueden ser más afectadas. El peso de machos y hembras del ganado destinado a consumo local es influido por igual, aunque las hembras son más

afectadas en su rendimiento en canal. El ternero es el tipo de animal más susceptible a las variaciones pluviométricas de la región Chorotega. (Ver cuadro 1).

La precipitación afecta la distribución y cantidad de pasto, por lo tanto los déficit hídricos disminuyen la oferta, alterando las distancias que los animales deben recorrer entre la fuente de agua, pastos y sombra. Esto se traduce en un gasto energético adicional al gasto normal de mantenimiento y productos, así como a un aumento en el tiempo de exposición a la radiación solar (Turner y Schleger, 1989).

Cuadro 1: Efecto de la precipitación.

Coefficientes de relación entre la precipitación anual de 10 estaciones meteorológicas de la Región Chorotega y algunas variables productivas de la ganadería de carne nacional.

MERCADO LOCAL

VP	MACHOS			HEMBRAS			TERNEROS		
	#	PP	PC	#	PP	PC	#	PP	PC
RM	0.79	0.60	0.71	0.69	0.60	0.80	0.80	0.74	0.73
R 2	0.63	0.36	0.50	0.49	0.36	0.64	0.63	0.55	0.54

MERCADO EXTERNO

VP	MACHOS			HEMBRAS		
	#	PP	PC	#	PP	PC
RM	0.93	0.82	0.84	0.97	0.82	0.83
R 2	0.87	0.68	0.72	0.94	0.68	0.68

VP: Variable productiva

#: Animales sacrificados

RM: Coeficiente de correlación

PP: Peso en pie (Kg.)
 R2: Coeficiente de determinación
 PC: Peso en canal (Kg.)

La ausencia de precipitación acentúa los efectos de la temperatura ambiente sobre la fisiología de los animales al hacer variar el porcentaje de humedad del aire y maximizar las demandas evaporativas del cuerpo. (Retana y Herrera, 1995).

Cuadro 2: Efecto de la temperatura.

Coeficientes de relación entre la precipitación anual de 10 estaciones meteorológicas de la Región Chorotega y algunas variables productivas de la ganadería de carne nacional.

MERCADO LOCAL

	MACHOS			HEMBRAS			TERNEROS		
VP	#	PP	PC	#	PP	PC	#	PP	PC
RM	0.30	0.58	0.59	0.42	0.39	0.31	0.32	0.31	0.31
R 2	0.09	0.34	0.35	0.17	0.15	0.10	0.10	0.10	0.09

MERCADO EXTERNO

	MACHOS			HEMBRAS		
VP	#	PP	PC	#	PP	PC
RM	0.63	0.65	0.55	0.77	0.35	0.31
R 2	0.40	0.43	0.31	0.59	0.12	0.10

VP: Variable productiva
 #: Animales sacrificados
 RM: Coeficiente de correlación
 PP: Peso en pie (Kg.)
 R2: Coeficiente de determinación
 PC: Peso en canal (Kg.)

Aunque las correlaciones encontradas en este estudio son moderadas y bajas, numerosos reportes coinciden en que el efecto de altas temperaturas sobre el rendimiento animal es perjudicial, aún tratándose de razas tropicales (Salah, 1992).

Olas de calor provocadas por altas temperaturas, han conducido a la muerte por golpes térmicos tanto a humanos como a animales, debido a que el organismo de sangre caliente expuesto a elevadas temperaturas por períodos prolongados, no entra en soporte como los reptiles, si no que puede morir por la imposibilidad de liberar calor del cuerpo (Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, 1991).

Colburn *et al.*, (1999), realizaron un estudio durante los inviernos de 1992-93, 1993-94, 1994-95 en Nebraska, Estados Unidos, para determinar de qué manera los cambios en las condiciones climáticas invernales afectan el peso al nacimiento de los terneros. Este estudio ayuda a explicar los cambios en el peso al nacimiento de los terneros experimentadas por los productores de carne a lo largo de varios años. Los datos muestran que los pesos al nacimiento fueron en promedio 11 libras más livianos en 1995, comparado con 1993, mientras que el promedio de las temperaturas del aire y los vientos helados fueron 10 a 11°F más elevados en 1995. Estos datos muestran una relación de 1:1 entre los cambios de temperatura y el peso al nacimiento del ternero. Por lo tanto estos resultados apoyan la teoría de que las condiciones climáticas afectan los pesos al nacimiento de los terneros. Las vaquillonas consumen más heno durante épocas de bajas temperaturas, lo cual puede incrementar los nutrientes disponibles para el feto; sin embargo los estudios muestran que los pesos al nacimiento pueden cambiar solamente un par de libras.

Se ha postulado que el aumento del flujo sanguíneo al útero, debido a las bajas temperaturas, es el factor principal para el mayor crecimiento del feto. También se anota que los meses más fríos del invierno tuvieron los mayores efectos

sobre el crecimiento fetal. Por lo tanto durante largos periodos de temperaturas bajas, el feto recibirá una mayor nutrición debido a un aumento del flujo sanguíneo hacia el útero. El flujo sanguíneo es el principal factor determinante de la absorción de nutrientes por parte del útero (Ibíd).

Un ejemplo de la alteración en el comportamiento productivo, causada por praderas con presencia abundante de lodo, es el reportado por Osorio *et al.*, (1996), quienes demostraron que en bovinos con diferente genotipo y el mismo manejo zootécnico mantenidos en pastoreo en trópico húmedo, el estrés generado por terrenos bajos de potreros con presencia de lodo, durante la época de nortes (Octubre a Enero), provocó una disminución en la ganancia de peso, con respecto a animales manejados en zonas altas y secas, en todos los casos. Así, se observaron disminuciones en la ganancia diaria de peso desde 45.9% en el caso de la cruce Cebú por Holstein (de 349 a 189 gdp) hasta 84.8% en la cruce de Cebú por Simmental (de 358 a 56 gdp). La cruce más resistente y productiva mantenida en zona alta y seca fue para Cebú por Charoláis. La presencia de lodo alteró el bienestar del animal, causando bajas en la ganancia de peso diaria de la becerrada y aumento del riesgo de contraer enfermedades por baja en las defensas. Sin importar el tipo genético y aun dando un manejo similar a ambos grupos, con la sola excepción de diferente disponibilidad de terreno (alto y seco contra bajo y lodoso) fueron muy sensibles, con bajas ganancias diarias de peso frente a un grupo similar de animales, pero mantenidos en una zona alta y seca, durante la época de nortes en Tabasco.

En otro estudio, Osorio *et al.*, (1996), analizaron la ganancia diaria de peso de 40 toretes destetos (170 kg promedio) de cruces de vaca Cebú y raza paterna europea llegando a la conclusión que en la época de nortes, donde la condición que prevalece es de temperaturas de 15°C durante las noches y las primeras horas de la mañana, que combinadas con la exposición de los animales a la humedad del ambiente y del lodo, crea un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades de las vías respiratorias (principalmente reducen la producción forrajera y la densidad nutricional de ésta, por lo cual el total de nutrientes disponibles a los animales es menor). Durante la época de sequía,

en la que no hay problema de lodo y la pastura debido a la presencia de humedad residual, permitiría una buena producción forrajera, un factor limitante son las altas temperaturas de 28-38°C a la sombra durante el día.

Los efectos adversos sobre el crecimiento y ganancias de peso debido al estrés por calor han sido estudiados ampliamente (especialmente en la última mitad del siglo XX), demostrándose que aquellos vacunos con mejores características anatómicas y fisiológicas de adaptación al ambiente tropical, son los que se comportan “normalmente” en estos ambientes, presentando una producción económicamente rentable (Valle, 2007).

En la zona de clima tropical, las razas europeas sólo deben ser usadas para cruzarlas con el ganado cebú. La raza más productiva es la que se adapta mejor a las condiciones ecológicas, al suelo y a los pastos existentes (Primavesi, *Op. cit.*).

Méndez y Davies (2003), afirman que se obtuvieron resultados en siete años de ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA (región subhúmeda pampeana Argentina), los cuales indican que los desbalances en la composición química del forraje en otoño, afectan la ganancia de peso en los animales, pero no serían limitantes para obtener ganancias de 0.805 Kg./animal/día. Las diferentes razas varían en su adaptabilidad climática, agrupándolas en *Bos Taurus* y *Bos Indicus* podemos decir que estos últimos en zonas de altas temperaturas pastorean más horas y caminan mayores distancias que los *Bos Taurus*. El *Bos Indicus* en los trópicos prefiere pastar en horas de luz, pero si la pastura es buena puede pastar de noche. Las razas europeas cuando se encuentran en los trópicos suelen modificar sus hábitos hacia un pastoreo nocturno.

El tiempo muy inclemente reduce el tiempo de pastoreo realizando pastoreos intensivos entre los aguaceros. Estas horas de pastoreo se reparten durante el día aproximadamente de la siguiente manera: durante el amanecer, a la media mañana, en las primeras horas de la tarde, y al anochecer (Pereyra y Leiras, 1991).

Cerò y Viera (2003), hicieron un estudio para determinar los principales rasgos del crecimiento del Cebú Cubano blanco y la influencia de los factores ambientales en la etapa predestete para ambos sexos; donde los becerros nacidos en mitad de época seca tuvieron un mejor peso al nacer ya que provienen de madres cuya gestación transcurrió mayormente durante la época de lluvia, mientras que los nacidos en este período tuvieron peor comportamiento ya que provienen de madres cuyo último tercio de la gestación transcurrió durante la época seca. En este mismo estudio, los becerros de peor peso al destete son aquellos cuyo desarrollo hasta el destete ocurre en plena época seca.

Domínguez y Núñez (2000), al estudiar la influencia de factores ambientales sobre características de crecimiento en ganado tipo carne en el trópico, determinaron que la época de nacimiento tuvo un efecto significativo para el peso al nacimiento, peso al año y a los 18 meses, en ganado bovino manejado en sistemas de pastoreo. Esto es el resultado de la escasez de pasturas durante la época seca, el estrés sobre el animal durante los nortes y la presencia o ausencia de suplementación durante las épocas críticas del año

Segura (1990), observó que el menor peso al año de edad fue de los animales nacidos en época seca, caso contrario del peso a los 18 meses, donde los animales que mejores pesos presentaron son aquellos que nacieron en época seca (VER CUADRO 4). Lo anterior pudiera ser explicado por la menor disponibilidad de alimento en época seca para becerros hasta un año de edad y el posterior crecimiento compensatorio en épocas de abundancia de forraje durante el periodo del año a los 18 meses de edad.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados y errores estándar para pesos al nacimiento (PN), al año (PA), y a los 18 meses (P18M), de acuerdo con la época de nacimiento y sexo en ganado de carne en el trópico

Ítem	PN	PA	P18M
Nortes	35.4 ± 0.1	285.5 ± 1.6	352.8 ± 4.7
Secas	35.8 ± 0.1	277.2 ± 1.6	364.3 ± 4.7
Lluvias	35.8 ± 0.3	285.9 ± 4.3	355.1 ± 8.3
Machos	36.5 ± 0.2	312.4 ± 2.5	414.9 ± 5.7
Hembras	34.8 ± 0.1	253.4 ± 1.9	299.9 ± 4.8

Los machos que nacieron en la época seca aprovecharon más que las hembras (31.9 Kg.), la mayor disponibilidad de forraje durante las lluvias y nortes, mientras que los nacidos en las lluvias fueron más estresados que las hembras (15.9 Kg.) en la época de menor disponibilidad de forraje.

Por otra parte Bavera (2000), estudió los factores que determinan la productividad en invernada en la región Pampeana Argentina, llegando a la conclusión de que en otoño, los desbalances en la composición del forraje (calidad) son la causa de bajos desempeños productivos, mientras que en invierno la principal limitante es de cantidad, pudiendo coexistir en verano ambas deficiencias. Durante la primavera es relativamente fácil lograr ganancias de 800-900 g/día cuando la oferta y calidad del forraje se aproxima a la óptima. A esto puede contribuir en alguna medida, un aumento compensatorio tras eventuales restricciones invernales. Las razas bien adaptadas al medio ambiente donde viven, muestran aumentos de peso satisfactorios debido a un reducido grado de susceptibilidad a los factores que producen estrés, tales como insectos, radiación solar y menor frecuencia de infecciones, infestaciones y cáncer ocular, lo que se refleja fenotípicamente en la clase y transformación estacional del pelo.

Un factor importante en la eficiencia de la disipación térmica reside en la naturaleza del revestimiento cutáneo. La capa externa de pelos largos y bastos sirve de protección, y la interna de pelos finos, cortos y suaves proporciona

calor. El vacuno de origen europeo posee una gruesa capa de invierno y otra más corta y brillante de verano (Bavera, 2006).

Bonsma (1949), ha sido el primero en relacionar las características de piel, pelo y pelaje con la productividad del bovino en ambientes tropicales y subtropicales, demostrando que para estas zonas hay una decidida superioridad en crecimiento, reproducción y adaptación general de los animales de pelo corto frente a otros de pelo lanudo.

El largo del pelo es una característica de fundamental importancia en la adaptación de los bovinos a las zonas tropicales, ya que de ella depende en gran medida la termorregulación corporal (Turner y Schleger, *Op. cit.*).

Mediante una investigación se logró verificar en Belmont, Australia, latitud del trópico de Capricornio, que existe una correlación negativa de -0.85 entre largo de pelo y crecimiento o ganancia de peso diario en recría. Esta observación ha sido confirmada en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, 1.200 km al Sur del Trópico de Capricornio, donde se ha corroborado también esta correlación. Por lo tanto, el largo del pelo se convirtió en un factor importante de selección dada la correlación genética existente entre ganancia de peso y eficiencia de conversión (Rabasa, 1986).

En el norte de Australia, Yeates (1954), hizo recomendaciones basadas en la alta correlación que se ha encontrado entre aumentos de peso en praderas en verano y la capa de pelo del animal (Turner y Schleger, 1960). De tal manera que aumentos de 80 kg en el verano estaban asociados con pelo relativamente corto y liso, mientras los animales con pelo largo y crespo solo aumentaron alrededor de los 30 kg. Esta correlación no existió en los animales con sangre cebú, lo que indica que una vez adquirido un pelo relativamente corto, su influencia sobre los aumentos de peso es leve comparado con otros factores

genéticos que determinan capacidad de aumento. En cambio, en las razas europeas la selección de los individuos de pelo más corto es muy recomendable si van a ser explotados en climas cálidos.

Rodríguez (1990), en toritos británicos en la provincia de Buenos Aires, encontró una altamente significativa asociación entre largo del pelo y el aumento medio diario de peso. Dicha asociación negativa indica que a menor largo del pelo corresponde un mayor aumento de peso medio diario. La explicación probable radicaría en una mejor adaptación al ambiente en el cual se desarrolló la prueba por parte de los animales de pelo más corto o a un posible ligamiento entre los genes que regulan ambas características.

Valle (1998), en Venezuela, con la finalidad de verificar la importancia del porcentaje de área negra sobre el peso corporal y sus cambios en vacas mestizas Holstein (3/4 Holstein, 1/4 Cebú), estudiaron los pesos al parto, de 56 vacas contemporáneas, divididas en dos grupos fenotípicos según porcentaje de área negra: I (51 a 100 %) y II (0 a 50 %), sometidos a un mismo manejo zootécnico. No se observaron diferencias significativas entre grupos para peso al parto, aunque los pesos de la tercera lactancia favorecieron a las vacas con menores porcentajes de área negra ($478,1 \pm 52,1$ y $438,9 \pm 50,3$ kg vs. $484,2 \pm 32,6$ y $457,5 \pm 31,9$ kg, para grupo I y II, respectivamente). El incremento total para el peso al parto ($47,5$ kg vs. $31,09$ kg) favoreció a las vacas mayormente blancas ($P < 0,05$), logrado en menor tiempo (17,2 días). En este trabajo se concluyó que las vacas Holstein con una superficie corporal mayormente blanca presentan una aparente mejor adaptabilidad a las condiciones ambientales tropicales.

En otro trabajo Valle (2007), encontró que el coeficiente de correlación para el peso al nacer fue estadísticamente significativo ($P < 0,01$), reafirmando la influencia positiva del porcentaje de área negra del animal sobre éste factor. A

medida que el animal presenta mayor porcentaje de área negra, el peso al nacer de sus crías tenderá a aumentar.

Finch (1984), en condiciones de fuerte radiación solar, encontró que el color tuvo efectos significativos sobre el crecimiento. Estos efectos fueron mayores en los Shortom con respecto al Brahman y cruzas, ya que los novillos Shorthorn blancos ganaron 0,130 kg/día más que los colorados oscuros.

Se registraron efectos del color del pelaje sobre el comportamiento en pastoreo. Los novillos de color claro pasaron mayor cantidad de tiempo al sol y pastoreando que los oscuros. Además del color, el pelaje de tipo largo o lanudo tuvo efectos negativos sobre el crecimiento, el tiempo pasado al sol y el tiempo de pastoreo. Para animales de la misma raza, el efecto adverso del tipo de pelaje fue mayor en los novillos oscuros que en los claros. Estos resultados evidencian que el color es un carácter que, interactuando con el tipo de pelaje, ejerce influencia sobre la performance del ganado bajo estrés térmico (Ibíd).

Según Ossa (2005), Los efectos del mes de nacimiento y/o época del nacimiento sobre el peso al nacer de terneros han merecido la atención de muchos investigadores, observándose influencia estadísticamente significativa. El mes de nacimiento de la cría refleja la disponibilidad de alimentos dentro del año estudiado, de forma que las vacas que en los últimos meses de gestación obtienen buena oferta de alimentos, paren terneros más pesados.

La sombra puede ser igualmente importante para las vacas que están secas. Trabajos en Florida demostraron que el peso al nacimiento de terneros nacidos de vacas secas sin sombra fue menor que el de los terneros nacidos de vacas con sombra. Además, el rendimiento de leche (lactancias corregidas a 305 días) fue de 810 Kg. menor en los animales sin sombra. Obviamente la sombra es un punto crítico para la performance durante el estrés por calor en animales, ya sea que esté lactando o no (West, 1992).

Correa *et al.*, (2007), evaluaron la respuesta fisiológica y productiva de novillos Holstein engordados con un sistema de enfriamiento a espacio abierto en un clima árido y seco, obteniendo como resultado mayor ganancia de peso

($P < 0.05$) en el grupo con enfriamiento (1.43 ± 0.091 Kg./animal/día) que en el testigo (1.25 ± 0.091 Kg./animal/día). El enfriamiento artificial puede ser una alternativa para incrementar la eficiencia productiva de novillos Holstein en verano.

En un experimento hecho por Maquivar *et al.*, (2006), donde se evaluaba un modelo de suplementación alimenticia para la predicción de la ganancia diaria de peso en novillas bajo condiciones tropicales, se observó una respuesta lineal en el peso vivo con relación a los días de alimentación, puesto que el forraje tuvo una mayor concentración de proteína en época de lluvias, lo cual permitió una mayor ganancia en ambos grupos.

De acuerdo a la época del año, así será la calidad del pasto consumido por el animal. Se evaluó la producción de carne en novillos F1 Romo-Cebú con pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), ensilajes y suplementos en el valle del Sinú, donde se obtuvo un consumo de materia seca del 2.23 % sobre el peso vivo de los animales en época de lluvia, mientras que en época seca este mismo valor fue del 1.32 %. Estos resultados se traducen en mayor ganancia de peso para época de lluvias en comparación con la ganancia obtenida en época seca (Torregroza *et al.*, 2006).

Cuando las altas temperaturas se combinan con un alto porcentaje de humedad que reduce la pérdida de calor por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio, el animal se ve imposibilitado de eliminar rápidamente calor, trata de compensar el problema disminuyendo su metabolismo, lo cual provoca una drástica disminución en la ganancia de peso, con lo que se afecta la productividad de los rodeos.

3. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Algunos factores que inciden de forma directa y no son por lo general detectados, pueden afectar la producción de leche. La vaca lechera en

producción es un animal con un metabolismo muy activo, que produce mucho calor. Si a esto le sumamos el efecto de la radiación solar, en forma directa y aún indirecta como la de pisos y paredes calentados por el sol, la vaca disminuye el consumo y en consecuencia la producción (Gingins, 2003).

Los efectos de las altas temperaturas en verano sobre el ganado lechero provocan pérdidas de dinero en términos de producción de leche y comportamiento reproductivo. En climas calurosos puede reducirse la resistencia a enfermedades. Las vacas lecheras son animales de alta producción y la vaca para obtener estos volúmenes debe procesar grandes cantidades de alimento, lo que resulta en la generación de una gran cantidad de calor metabólico. La alta temperatura ambiental y humedad relativa junto a una alta producción de leche crean un ambiente de competencia en el animal que mientras tanto se esfuerza para producir, trata de mantener la temperatura corporal dentro de un rango necesario de supervivencia (West, *Op. cit*).

El clima cálido deprime la producción de leche y el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras, las que ante condiciones de sensación ambiental fuera del rango considerado como de confort o bienestar, sufren el llamado Stress Térmico. Los cuatro factores que confluyen efectivamente para tal situación son la temperatura del aire, movimiento del aire, humedad ambiental y radiación solar (Rocchia, 1995).

Diversos autores señalan que el estrés de calor al que están expuestos los animales durante los meses de verano, produce una disminución en su eficiencia productiva y reproductiva (Fuquay, 1981 ; Wilson *et al.*, 1998; Bernabucci *et al.*, 1999; Hahn, 1999), lo que se traduce en pérdidas económicas significativas. En vacas lecheras, el estrés de calor se suma, además, a la elevada temperatura interna asociada con la lactación. Las pérdidas productivas se traducen en una reducción de la producción de leche, debido a factores tales como disminución del consumo de materia seca, aumento del consumo de agua y de la temperatura rectal.

Los animales responden de distinta forma frente al estrés térmico, para poder mantener la temperatura del cuerpo. Las pérdidas de calor se producen principalmente por la eliminación de productos del metabolismo en heces, orina y leche (Fuquay, *Op. cit.*).

En países como Argentina, existen momentos del día en algunas temporadas de verano donde las vacas empiezan a sufrir estrés cuando la temperatura aumenta a partir de los 25°C. Ante éstas situaciones las vacas responden bajando el consumo de alimento, aumentando el consumo de agua, cambiando sus requerimientos nutricionales de mantenimiento, aumentando la pérdida de agua por evaporación, a través de la piel y pulmones y aumentando la temperatura corporal (Rocchia, *Op. cit.*)

La producción de leche constituye la mejor manera de evaluar el comportamiento productivo del rebaño y es la fuente principal de entradas monetarias en una explotación lechera. El desarrollo de la producción de leche evolucionó con el crecimiento de la población humana, para lo cual fueron seleccionadas razas más productivas, en detrimento de la rusticidad y adaptabilidad de los animales, haciéndolos más dependientes de las condiciones ambientales. En las regiones tropicales este proceso adaptativo presenta mayores problemas, debido principalmente a muchos factores climáticos adversos, entre ellos la alta temperatura ambiental y humedad relativa, que actúan en forma indirecta sobre la producción de leche disminuyendo su persistencia y nivel productivo. Debido a ello, en muchos países donde el clima es determinante, los investigadores y ganaderos aumentan sus esfuerzos para obtener una nueva raza o tipo que combine eficientemente producción y adaptabilidad (Alexander y Byford, 1974).

Valle (1983), evaluó el comportamiento productivo de vacas mestizas en cinco fincas de la región de Carora Estado Lara, Venezuela, donde se observó que en los tipos raciales, las vacas con mayor proporción de genes Pardo Suizo presentan la constante negativa más elevada, con una producción promedio de $2.573,88 \pm 12.56$ kg; mientras que para las de mayor porcentaje de Criolla fué de $2.623,35 + 38,31$ kg. Esto podría indicar el efecto negativo del estrés

térmico sobre la libre actuación de los genes para producción de leche en las vacas con más de 3/4 de genes europeos. Las vacas tipo Carora fueron las mayores productoras de leche, con un promedio de $2.685,38 \pm 7,77$ kg.

En el trabajo realizado por Jahn *et al.*, (2002), estudiaron el efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras en pastoreo, se observó una leve tendencia a mayor producción de leche en el tratamiento de pastoreo día y noche, más suplementación a la sombra entre las 11:30 y 17:00 horas. El consumo de ensilaje de las vacas mantenidas a la sombra fue levemente superior a las vacas mantenidas al sol, lo que concuerda con lo señalado por Wilson *et al.*, (1998), quienes señalaron una reducción de 25% en el consumo de fibra en vacas sometidas a estrés calórico (29°C), señalando además una reducción en la producción de leche en estos animales.

Según comprobó Wright (1954), la temperatura media anual disminuye alrededor de 1° F por cada grado de latitud norte o sur. La estructura y color de la cobertura corporal del animal condicionan la absorción del calor solar, por lo que influyen también en la temperatura orgánica. Los pigmentos oscuros son los que absorben más energía solar, mientras que la piel y el pelo claros reflejan las radiaciones, por esta razón, un animal negro puede dar mal resultado en los trópicos.

Además, las radiaciones solares pueden producir graves quemaduras y ser causa del cáncer de piel. La piel gruesa y pigmentada es más resistente a los rayos solares que la de aspecto pálido por falta de pigmento (Blum, 1954).

Valle y Obispo (1988), escogieron al azar dos grupos de cinco vaquillonas Holstein con diferentes proporciones de pelaje negro en su superficie corporal (85 y 45%) pertenecientes al rebaño bovino del Instituto de Investigaciones Zootécnicas CENIAP, ubicado en la región de Maracay, Venezuela, con una temperatura ambiental promedio de 26° C y humedad relativa al 70 %, midiendo los efectos climáticos sobre las mismas. Concluyeron que existe un menor incremento en las variables fisiológicas de novillas con menor porcentaje de área negra, sugiriendo una posible mejor tolerancia al calor y que los

efectos significativos de las variables, observados en la mañana, persisten, en su mayoría, durante todo el día en las vaquillonas con mayor porcentaje de área negra, pudiendo indicar deficiencias en la activación de sus mecanismos termorreguladores, y/o ineficacia en la disipación del calor. Concluyó que un menor porcentaje de color negro mejoró el balance termorregulador y el comportamiento reproductivo, con un 10 % más de producción de leche en vacas con menos de 50 % de color negro.

El estrés térmico es más severo en el primer tercio de la lactancia en vacas de alta producción y un aumento en la temperatura corporal de 1°C o menor puede reducir el desempeño del animal. De este modo, los continuos aumentos en el potencial genético de las vacas y las nuevas tecnologías que estimulan una gran producción, acentuarán aún más la necesidad de métodos que disminuyan el estrés de calor y mantengan el consumo de alimentos (West, *Op. cit.*)

Una vaca de 600 kilos que está produciendo 27 Kg. de leche aumenta los costos de mantenimiento en un 20 % cuando la temperatura es de 30°C comparado con 20°C. En un momento crítico, cuando son mayores los requerimientos nutricionales, está reducido el consumo de materia seca (Ibíd).

La energía radiante solar puede aumentar la carga de calor en una vaca sin sombra por encima de su propia producción de calor metabólico. En las condiciones de verano de Florida EEUU, vacas sin sombra tuvieron temperaturas rectales más altas que aquéllas con sombra (41,2 vs. 39,5°C), mayores porcentajes de frecuencia respiratoria (132 vs. 88 por minuto), menores consumos de materia seca (18,7 vs. 21,5 Kg. /día), y menor producción de leche (14,1 vs. 17,3 Kg. /día) (Ibíd).

Trabajos en Arizona EEUU, demuestran que el enfriamiento por evaporación incrementó el rendimiento en leche de 28,1 Kg. (controles) a 30,5 kg. De todas

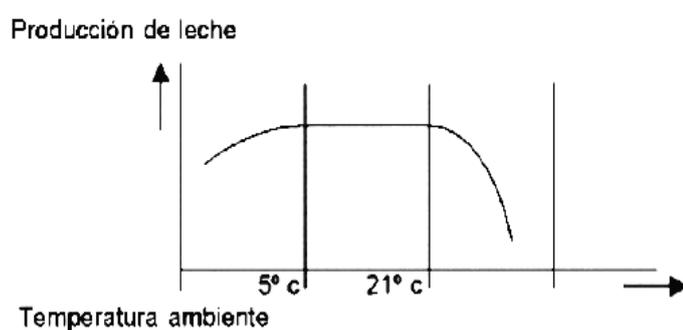
maneras cuando la humedad es alta, es menor la efectividad del enfriamiento por evaporación. Otro trabajo en Florida indica que el enfriamiento por evaporación, disminuyó la temperatura corporal y el ritmo respiratorio, pero tuvo poco efecto sobre el rendimiento de leche. Aunque se piensa que la humedad alta reduce la efectividad del enfriamiento por evaporación, el usar el propio calor corporal de la vaca para evaporar agua parece ser una alternativa viable de enfriado. Otros investigadores encontraron que el rendimiento de producción de leche en vacas sujetas a aumentos de temperatura ambiental y de humedad relativa, enfriadas con ventilador y regaderas (aspersores), fueron similares al de vacas que estaban en ambiente termoneutral. Sin embargo, la temperatura rectal de vacas enfriadas fue similar a las de vacas en condiciones termoneutrales (Ibíd).

Las vacas sujetas a alta temperatura ambiental y humedad relativa sin enfriamiento suplementario, experimentaron brusca reducción en la producción de leche, probablemente debido al aumento de la temperatura rectal. El mojar completamente el cuerpo de las vacas reduce la temperatura corporal, mientras que la llovizna sobre la cobertura pilosa fue ineficaz para enfriar los animales (Ibíd).

Giraudó (2003), afirma que cuando los animales se encuentran fuera de su zona de confort, se producen desequilibrios en el balance de energía, ello deriva en una disminución de su producción. La síntesis de leche, depende de que las glándulas mamarias reciban el necesario abastecimiento de diversos metabolitos a través de la sangre. El rendimiento lechero, siempre que no existan limitantes diferentes a las variables meteorológicas, permanece más o menos constante entre los -5 y 21° C, para los animales Holando Argentino. Por debajo de -5° C, así como entre 21 y 27° C, la producción disminuye ligeramente, mientras que por encima de los 27° C la reducción es mucho más marcada. El efecto de la temperatura sobre la producción lechera no es el mismo para todos los animales de la misma raza. El nivel de producción es un

factor importante para tener presente cuando se analiza la respuesta de la producción lechera a los diferentes ambientes. Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y por lo tanto, más marcada resulta la disminución de su rendimiento al superar el límite máximo de la zona de termoneutralidad. Ver Figura 1.

Figura 1: Incidencia de la temperatura en la producción de leche



REFERENCIA: Menor a 5° C (estrés por frío), entre 5 y 21° C (Rango neutral), mayor a 21° C (estrés por calor)

Los sistemas de producción de leche bovina en el trópico y subtrópico latinoamericano se basan en el pastoreo extensivo con predominio de razas *Bos indicus*, las cuales presentan cualidades de adaptación superiores para las características agro ecológicas existentes en comparación con razas bovinas europeas. Las condiciones climáticas en el trópico influyen sobre el desempeño productivo de los animales principalmente con una disminución de la ingesta de alimento debido a la necesidad de regular su temperatura corporal (García, 1995).

Un modelo de simulación fuè desarrollado por Aguilar *et al.*, (1997), para evaluar los efectos de altas temperaturas sobre el consumo de materia seca en vacas lecheras (cruza Holando x Cebú) en el Chaco Paraguayo. El modelo evaluó el consumo de materia seca considerando las relaciones entre consumo de materia seca del forraje y consumo de concentrado, llegando a la conclusión de que el uso de concentrados en niveles altos sin discriminar biotipos no

siempre se refleja en mayores producciones de leche en animales de mayor potencial productivo debido al efecto del estrés térmico sobre el consumo voluntario de materia seca. De modo general también concluyeron que la producción de leche bovina en condiciones de clima cálido favorece a vacas con porcentajes de sangre cebuína intermedios, cuya respuesta productiva supera inclusive animales con mayor proporción de sangre Holstein, gracias a una mayor capacidad de disipación de calor.

La reducción en el consumo voluntario y los declives subsecuentes en la producción de leche, fueron las consecuencias de la tensión de calor en un estudio realizado con vacas Friesian-Holstein en Tunisia (Túnez), en clima mediterráneo. Durante la primavera el índice de temperatura-humedad, también llamado índice de incomodidad, fué 68 y al aumentar éste en verano a 78, disminuyó la producción en 0.41 kg de leche /vaca/ día o sea un 21% (Bouraoui *et al.*, 2002).

Johnson *et al.*, citado por Cruz y Saravia (2001), comprobaron que el valor crítico del índice de temperatura-humedad para la producción de leche en vacas Holstein (Holando) es 72. Por encima de ese valor crítico se distinguen cuatro categorías (Ver Cuadro 4) que según el Livestock Weather Safety Index (LWSI) determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras en lactación.

Cuadro 4: Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras en lactación según el Livestock Weather Safety Index (LWSI).

ITH	
70 o menos	Normal
70 – 72	Alerta – aproximándose al límite crítico de producción de leche
72 – 78	Alerta – por encima del límite crítico de producción de leche
78 – 82	Peligro
82 o más	Emergencia

Fuente: du Preez *et al* ,1990.

Flamenbaum, citado por González (2000), ha relacionado Índice de Temperatura Humedad del (ITH), desde los años 60. El aumento de cada punto en el ITH por encima de los 18° C significa en ganado de leche:

- Disminución de 0,26 kilos de leche por día
- Disminución del consumo de 0,23 kilos de forraje por día.
- Incremento de 0,12°C en la temperatura corporal de la vaca.

Para un grupo de vacas Holstein en el estado de Monagas, Venezuela, los valores promedios de producción de leche y contenido de grasa fueron 8,11 Kg. y 3,99 % en la época seca y de 7,80 y 3,99 % en la época lluviosa; en éste ensayo se buscaba estudiar el efecto de algunos factores climáticos sobre la producción de leche. Los resultados obtenidos mostraron que los aumentos de la temperatura y la humedad relativa del ambiente pudieron haber sido los causantes de las diferencias encontradas entre épocas (Guevara *et al.*, 1980).

Valle (1988) demostraron en su trabajo que la primera y segunda lactancia en un grupo de vacas Holstein, favoreció a las vacas mayormente blancas, con más de 400 Kg. de leche, para luego en la tercera no hacerse significativa la diferencia, aunque las vacas más blancas conservaron su superioridad productiva. La diferencia observada se explicó en términos de genética adaptativa considerándose que los animales de ambos grupos fueron criados

bajo las mismas condiciones. El nivel productivo es inversamente proporcional al tiempo de exposición a los factores ambientales cuando el animal no está adaptado, con más influencia sobre los primeros días de la lactancia, además del aumento de algunas variables fisiológicas y la disminución en la disipación del calor corporal.

En general, en éste estudio, las vacas con menor porcentaje de área negra presentaron un comportamiento productivo superior, quizás debido a su posible mejor control termorregulatorio, ya que cualquier situación de incomodidad térmica está relacionada con alteraciones del balance hormonal, con efecto en los niveles productivos o bien por una reducción en el metabolismo basal.

La vaca lechera en período de pleno rendimiento produce dos veces más calor que otra vaca “seca” de la misma talla. Los sistemas endocrino y neuroendocrino influyen de manera decisiva en la producción de calor (Johnston, 1958).

Una vaca lechera en etapa de alta producción necesita consumir grandes cantidades de alimentos para conservar el mismo rendimiento lechero. Las grandes producciones de leche van siempre acompañadas de liberación de gran cantidad de calor, pues sabido es que los alimentos se comportan como fuentes de energía. A menos de disponer de medios efectivos de refrigeración, la vaca intenta reducir la producción de calor tanto como incrementar la pérdida del mismo. Es inevitable que la producción de leche disminuya con las altas temperaturas (Ibid).

En fisiología animal se utiliza la expresión de zona termoneutra o temperatura fisiológicamente eficaz, que no es sino la temperatura ambiente en la cual un animal de especie determinada se encuentra en equilibrio térmico y es capaz de mantener en el grado normal su temperatura orgánica sin recurrir al empleo de medios químicos termorreguladores. Una vaca lechera de elevada producción requeriría una temperatura óptima muy inferior a la que precisa un ternero joven (Ibid).

En la producción de leche se ha comprobado un efecto negativo del estrés calórico en todas las etapas de producción, aunque en formas y proporciones diferentes; Flamenbaum, citado por González (2000).

La vaca lechera es particularmente sensible al clima cálido. Es evidente su efecto en la disminución del consumo de alimento y del nivel de producción. Para las vacas lecheras, la principal estrategia para reducir el calor corporal es la reducción voluntaria del consumo de materia seca. Por esta razón, la reducción voluntaria en la ingestión de alimento llega hasta un 25% con la obvia consecuente reducción de la producción de leche; Shearer y Bray, citado por González (2000).

Las vacas de mayor producción son más susceptibles a los efectos del calor, a diferencia de las vacas con bajos niveles. Además, otro efecto es la tendencia hacia una estacionalidad indeseable para el abastecimiento de leche al mercado. Datos de Israel reportan diferencias de hasta 1.000 kilos por lactancia entre las vacas paridas en verano y en invierno y una pérdida promedio anual de 350 kilos de leche durante el verano (Ibíd).

En las vacas productoras de leche la tolerancia al calor es menor como consecuencia, básicamente, de la gran cantidad de calor metabólico que se produce en estos animales, debido al elevado consumo de materia seca para mantener el alto nivel de producción y al incremento de su tasa metabólica (Mazzucchelli y Tesouro, 2001).

4. INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE EL CONFORT ANIMAL.

La fisioclimatología, bioclimatología o fisiología ambiental, materia bastante olvidada, tiene importancia suficiente para merecer ser estudiada y obtener de ella unas bases racionales que contribuyan a la mejor comprensión y control del mundo (Brody, 1956).

Lo que hace que el ganado produzca bien no es sólo la cantidad de alimento o la energía consumida, ni la digestibilidad del forraje, también es importante que los animales se sientan cómodos (Primavesi, *Op. cit.*).

La acción del clima en la producción de los bovinos puede ser de dos formas interrelacionadas: la acción directa, que determina el grado de equilibrio entre la fisiología del animal y el ambiente que lo rodea, lo cual se denomina confort y es responsable del aprovechamiento de los alimentos; y la acción indirecta, que se manifiesta principalmente a través de la producción de alimentos, la cual contribuye a su vez al mayor o menor aprovechamiento del grado de confort (Morillo, 1994).

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el normal metabolismo; incluso, también es de interés para el funcionamiento de los tejidos cerebrales (González, *Op. cit.*)

El calor corporal total procede de tres fuentes básicas que son, en orden de importancia, el metabolismo normal, el medio ambiente y la actividad física y productiva. La vaca usa el 60-65% de la energía consumida diariamente en la producción de carne o de leche y el 35-40% es convertida en calor (Yabuta, 2001).

Cuando el animal requiere disipar el calor emplea dos tipos de mecanismos: la transmisión que es responsable del 75% del calor disipado por el bovino utilizando los sistemas de radiación, conducción y convección, y la vaporización que es responsable del restante 25% del calor disipado utilizando los sistemas de transpiración o sudoración y de expiración o jadeo (Ibíd).

Los bovinos poseen un sistema de sudoración deficiente frente a otras especies como el hombre y el caballo, en los cuales es muy eficiente. La

disipación de calor por la excreción de heces y orina no es relevante (Bonilla, 1999).

La otra fuente de producción de calor es, como se dijo, la temperatura o calor ambiental. Desde los años 50 los estudios de Brody, *Op. cit.*, han establecido unos puntos críticos en donde las temperaturas ambientales provocan reacciones fisiológicas de actividad metabólica en los bovinos.

El primer punto crítico se ha denominado termoneutralidad que corresponde a la temperatura ambiental de 18°C en la cual el calor corporal está en equilibrio (se iguala). El segundo punto crítico es el rango de temperatura ambiental entre los 6°C y los 21°C denominado zona de confort o comodidad térmica, entendida ésta como la zona en la cual la vaca obtiene por los mecanismos termorreguladores normales, el ajuste de la temperatura interna sin gasto alguno de energía adicional (González, *Op.cit*).

De hecho se podría afirmar que los bovinos tienen mayor capacidad para soportar las temperaturas bajas que las altas. Por la presencia de estaciones se ha estudiado la tolerancia en vacas lecheras a temperaturas menores de 5°C. Una vaca adulta en su pico de lactancia es muy tolerante a temperaturas muy bajas de hasta -17°C o menos, porque genera mucho calor con el nivel de metabolismo normal y con la fermentación ruminal (Ibíd).

En cambio, cuando la temperatura excede los 27°C, aún con niveles bajos de humedad, la vaca se encuentra por fuera de la zona de confort y empieza a presentar dificultades para mantener la temperatura corporal, viéndose obligada a invertir energía adicional para iniciar los mecanismos de termorregulación, sacrificando su utilización en actividades productivas y reproductivas (Armstrong, 1998 y Flamenbaun 1994, citado por González 2001).

En las regiones más cálidas del planeta, comprendidas entre los 30 °C de latitud al norte y al sur de la línea ecuatorial, entre los trópicos de Cáncer y

Capricornio, prevalecen temperaturas, humedad y radiación solar por encima del rango de confort para la eficiente producción en el ganado bovino (González, *Op. cit.*)

El cuadro 5 muestra una zona verde que es la zona de confort para las vacas lecheras, en amarillo la zona de estrés leve, en rojo la zona de estrés severo y en negro la zona de muerte.

Cuadro 5: Temperatura, Humedad y Confort para las vacas.

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

La temperatura del aire es considerada el principal factor climático del ambiente físico de los animales que afecta su comportamiento y productividad. La zona de confort o zona de termoneutralidad para los bovinos está entre los 5 y 20°C (Cowan, *et al*, 1993), la que puede llegar incluso hasta 27°C según el origen y la raza del animal (Bodisco y Rodríguez, 1985). Sin embargo, el rango óptimo de temperatura para vacas lecheras varía entre 13 y 18°C (McDowell, 1972). Otros autores como Oberto *et al.*, (2006), afirman que la temperatura de

confort para las vacas está entre 7 y 28 grados centígrados, si la humedad no supera el 60 %.

El ganado indicus y sus cruces muestran mayor tolerancia al calor que el ganado europeo. Esta tolerancia no parece depender de la capacidad de sudoración sino de una menor generación de calor que es posible que se deba a su menor nivel de producción láctea, menor consumo de alimento (mayor eficiencia de conversión) y más bajo nivel de metabolismo basal (Bonilla, *Op.cit.*).

La tolerancia al calor es un requisito vital para la producción ganadera bovina en el trópico. Se define como la capacidad del individuo para utilizar eficientemente la energía sin generar calor excesivo, manteniendo su productividad en niveles elevados. Se mide a través del Índice de tolerancia y cuando un animal tiene 100 se considera bien adaptado a la temperatura y humedad ambiental (Graupera, *Op. cit.*).

Cuando el animal supera el límite superior de la zona termoneutral, el mantenimiento de su temperatura corporal normal empieza a alterar su tasa metabólica basal. Cuando la combinación de los factores ambientales (temperatura y humedad) y de manejo persisten por períodos prolongados, se genera un estado de respuestas fisiológicas y de comportamiento conocidas como estrés. Se define el estrés como “todos aquellos factores ambientales que afectan el estado normal de bienestar del animal” (Rivier y Rivest, citado por González 2001).

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

El estrés calórico se define como cualquier combinación de condiciones ambientales, que puedan causar que la temperatura de la zona termoneutral de

los animales sea superior, y estas condiciones existen casi todo el año en las zonas tropicales. El forraje de baja calidad, la disponibilidad limitada del agua, las altas temperaturas ambientales y del aire, los altos niveles de radiación solar directa e indirecta, son los factores que más influyen la productividad de los rumiantes en el desierto y las zonas tropicales (Ghosal y Matur, 1992).

En condiciones tropicales se ha observado que la temperatura bajo la copa de los árboles es, como promedio, 2-3°C por debajo de la observada en áreas abiertas (Wilson y Ludlow, 1991); mientras que en condiciones específicas de sitio se han detectado diferencias de hasta 9,5°C (Reynolds, 1995). Además, los árboles interfieren parcialmente el paso de la radiación solar hacia la superficie corporal del animal, lo que alivia su contribución potencial al incremento en la carga calórica (Weston, 1982).

En términos generales, la contribución de los árboles en la prevención o reducción del estrés de calor es mayor a medida que se eleva la temperatura ambiental y cuando se trabaja con animales de razas europeas, como Holstein, Jersey y Pardo Suizo, cuya zona de termoneutralidad tiene un rango más estrecho que el de las especies nativas o adaptadas al trópico (Cowan *et al.*, 1993).

La reducción de la temperatura por la sombra de los árboles, aunque sea de 2 a 3°C, es extremadamente importante cuando la temperatura ambiental sobrepasa el límite superior del área de confort. Fuera de esos límites fallan los mecanismos de pérdida o emisión de calor que poseen los animales homeotermos, lo que resulta en una elevación de la temperatura corporal, con sus consecuencias en la producción y la reproducción (Djimde, *et al.*, 1989).

Cuando la producción de calor interna del animal supera la tasa de disipación que permite el ambiente (balance calórico positivo) se reduce el tiempo de pastoreo; mientras que la permanencia e inactividad en la sombra y la ingestión de agua aumentan. Se produce también un incremento de los ritmos cardíaco

y respiratorio y de las temperaturas rectal, vaginal y uterina (Rodríguez, *et al.*, 1989).

Desde hace varios años se conoce que la generación del estrés por calor ambiental en los animales homeotermos no es solo una función de la temperatura del aire, sino del efecto simultáneo de la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento (Alba, *et al.*, 1999).

La vaca trata de eliminar el calor aumentando la frecuencia respiratoria, (enfriamiento respiratorio) pero el área pulmonar de las vacas con respecto al volumen de masa corporal es muy pequeña con respecto a otras especies; todo lo anterior nos dice que es insuficiente la eliminación de calor por medio de esta técnica. Otra forma de eliminar el calor sería sudando (enfriamiento evaporativo), pero aunque las vacas tienen glándulas sudoríparas, no lo hacen profusamente y es por ello que éste mecanismo tampoco es funcional para las vacas. En síntesis, las vacas son ineficientes en la eliminación de calor (Oberto., *Op cit.*).

La temperatura de confort para las vacas Holstein es alrededor de 10°C, a esta temperatura ellas están bien, son termoneutras. A partir de los 20°C se nota que las vacas comienzan a aumentar su frecuencia respiratoria, este mecanismo se denomina "Enfriamiento respiratorio", y no es muy efectivo por arriba de los 27°C; esto es así por que la relación del volumen de los pulmones con respecto al volumen total del cuerpo es muy baja (Oberto, *Op. cit.*).

Valle (2007), afirma que debido a la gran variabilidad existente entre razas y tipos, de manera general podemos indicar que al sobrepasar la pequeña zona de confort térmico, el vacuno comienza a presentar una incomodidad térmica que se manifiesta en tres etapas, según sea la temperatura ambiental:

- 1) 27 – 35 °C comienzan a actuar los mecanismos de termorregulación (vasodilatación, sudoración e incrementos en el número de respiraciones por minuto).
- 2) 36 – 41 °C en esta etapa se intensifican los mecanismos de regulación térmica, incluyendo una disminución del metabolismo (asociada a la falta de apetito, incrementos en el ritmo respiratorio y consumo de reservas corporales).
- 3) 42 – 45 °C a partir de este punto los mecanismos termorreguladores endógenos disponibles por el vacuno son insuficientes para lograr el equilibrio térmico, por lo que se presenta una hipertermia acentuada.

Alzina *et al.*, (2001) hicieron un estudio en el cual determinaron la relación entre la condición ambiental y las variables fisiológicas (temperatura rectal y frecuencia respiratoria) en bovinos cruzados Cebú x europeo, en dos zonas distintas del estado de Yucatán en México. Los resultados obtenidos indican que en las primeras horas del día los animales se encontraban en zona termoneutra, situación en la que los mecanismos de pérdida sensible de calor (convección, conducción y radiación) e insensibles (evaporativa cutánea y respiratoria) se encontraban en condición basal y su relación con la génesis o ganancia de calor eran equivalentes; sin embargo, conforme transcurrieron las horas, la condición térmica ambiental se incrementó, lo que redujo la capacidad de disipación sensible de calor ya que éstos son dependientes del gradiente térmico del animal con su ambiente, iniciándose el almacenaje de calor, proceso relacionado con la propiedad del agua de retener el calor y de disiparlo lentamente. Los animales en este estudio, al entrar a la zona cálida y en la de estrés térmico tuvieron dificultad de disipar calor por los mecanismos sensibles, lo que provocó la activación de la respuesta fisiológica que favoreció la disipación de calor evaporativo.

Donald y Wagner (1988), mencionan las respuestas fisiológicas que se desarrollan en respuesta al estrés por calor:

- Alteración del comportamiento, como son la búsqueda de sombra y/o corrientes de aire; búsqueda de charcos para pararse dentro; disminución

de la actividad voluntaria; cambio en los parámetros de consumo de alimentos.

- Vasodilatación, permitiendo una mayor afluencia de sangre a las zonas periféricas del organismo para aumentar la disipación del calor.
- Aumento de la tasa respiratoria y jadeo.
- Transpiración en aquellos animales que tienen la posibilidad de hacerlo.
- Incremento de los requerimientos nutricionales de mantenimiento.
- Incremento de la temperatura superficial, para aumentar las pérdidas de calor y finalmente en la temperatura interna del organismo, si la pérdida de calor no es suficientemente grande.
- Disminución en el consumo de alimentos, para reducir la producción de calor. El consumo cae en forma abrupta cuando la temperatura corporal aumenta llegando a cesar completamente cuando dicha temperatura alcanza niveles críticos.
- Variación en los horarios de consumo de alimentos hacia horas más frescas del día.
- Un aumento en el flujo sanguíneo periférico aumenta las pérdidas de calor.
- El ritmo respiratorio regula las pérdidas de agua por evaporación desde los pulmones. Cada gramo de agua evaporada desde los pulmones representa una pérdida de calor de 0,54 Kcal.
- Un aumento en los índices respiratorios o el jadeo, aumenta las pérdidas de agua y por lo tanto aumenta el enfriado del organismo por evaporación. Los niveles sanguíneos de CO₂ pueden disminuir, aumentando el pH de la sangre, pudiendo desencadenar una alcalosis respiratoria.

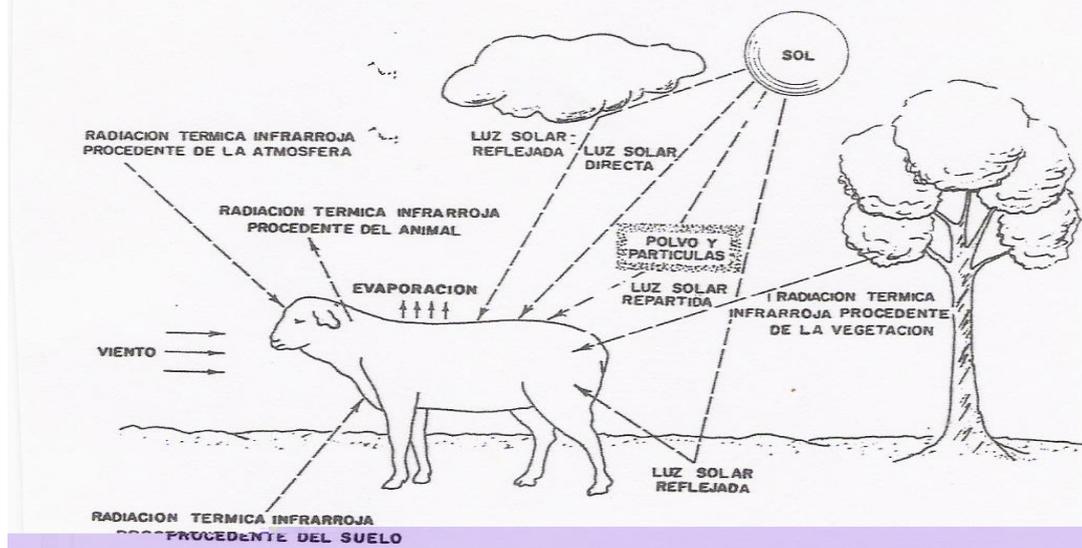
El incremento del fotoperíodo (horas luz en el día) generalmente causa un aumento en el consumo de alimentos: no obstante, existe una fase de retraso de alrededor de 8 a 16 semanas en la mayoría de las especies domésticas. Por otro lado, altas temperaturas generalmente resultan en una disminución del consumo, cuando bajas temperaturas lo incrementará. Por lo tanto el efecto del

fotoperíodo y los efectos de la temperatura pueden ser contradictorios. En algunos lugares el fotoperíodo puede ser el estímulo que aumente el consumo cuando, en otros puede ser la temperatura. En los feed-lots (lotes de alimentación), de los estados del sur de los EE.UU, aumentos del consumo son generalmente notados durante las épocas de mayor cantidad de horas - luz en la medida de que las condiciones no sean muy calurosas o incómodas. Esto implica que el fotoperíodo es el factor que comanda en estas regiones. En los estados del Norte, sin embargo, se observa la situación contraria, donde el consumo es generalmente en promedio 5 a 8 % mayor durante las épocas frías de invierno. En este caso, la temperatura es probablemente el mayor determinante en la regulación del consumo. (Valle, *Op cit.*).

Cuando las temperaturas ambientales exceden de 20° C, las vacas secas comienzan a mostrar signos de stress calórico, tales como temperatura corporal, frecuencia de respiraciones y mayor consumo de agua, además de edema intestinal. Tienen menos motilidad intestinal y menos tiempo de rumia, lo que afecta su apetito y su producción (Baker, 1991).

Un animal intercambia energía con su medio a través de radiación, convección, conducción, evaporación (tal como se puede apreciar en la Figura 2) y metabolismo. Cuando se considera el medio de un animal se debe tomar en cuenta el intercambio total de energía entre el organismo y el medio. Todos los procesos vitales implican el gasto de energía. Un animal sólo puede tolerar dentro de ciertos límites las pérdidas y ganancias de energía con respecto a su medio inmediato.

Figura 2. La energía fluye hacia y desde el organismo de un animal en su ambiente natural. (Adaptación de los Animales Domésticos, Hafez ,1973).



La cantidad de radiación infrarroja térmica que el cuerpo de un animal recibe de las superficies que lo rodean influye directamente en la energía acumulada en su cuerpo y la comodidad o confort del animal; cuando se está en la intemperie junto alguna construcción de ladrillos puesta al sol, siente el fuerte flujo de calor radiante que emite la pared, si es una noche serena y despejada y el animal está debajo del denso follaje de un árbol al pasar a un claro sentirá un cambio inmediato de medio (Ibíd).

Cuando la transpiración no satisface la necesidad de disipación calórica interna, el animal jadea para eliminar calor. Se ha comprobado que un bovino aumenta hasta siete veces su ritmo normal respiratorio cuando la temperatura ambiental llega a 40 °C (Heubeldop *et al.*, 1986).

Las vacas más productoras presentan alto metabolismo, alta producción interna de calor y aumentan la susceptibilidad a la presentación de estrés causado por cambios radicales y por temperaturas extremas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR C, ALLENDE R Y GARCIA F. Producción de leche a Pastoreo en el subtrópico con ganado cruza Holando- Cebú: desarrollo y validación de un modelo de simulación Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago de Chile. Chile. D. Ocampo - Universidad Nacional de Asunción Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias. 1997. Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/931565.html (Consultada el 04/09/2007).

ALBA L, KOUTINHOIN B Y TORRES L. Estimación del estrés de calor ambiental, mediante el índice de calor sofocante en vacas Holstein. Revista cubana reproducción animal. 25 (1):31. 1999. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultada el 04/09/2007).

ALEXANDER G Y BYFORD I. The Australian Friesian Sahiwal. A new type suitable for tropical environment. XIX Int. Dairy Cong. 1E-51. 1974. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt0112/texto/productivo.htm (Consultada el 04/09/2007).

ALZINA A, FARFÁN J, VALENCIA E Y YOKOYAMA-KANO J. Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) del estado de Yucatán, México. Rev. Biomed; 12:112-121. 2001. Disponible en: <http://www.uady.mx/~biomedic/revbiomed/pdf/rb011224.pdf>. (Consultada el 04/09/2007).

AMAYA O. La protección del medio ambiente en la Constitución Política de 1991. En: Lecturas sobre derecho del medio ambiente (TOMO II). 2000. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Pág.27

BAKER C. Podemos solucionar el estrés calórico del verano. Hoard's Dairyman, EEUU, 133(9):435-460. 1991. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/10-stress_calorico.htm - . (Consultada el 07/09/2007).

BAVERA G. Factores que determinan la productividad en invernada. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2000. Disponible en:http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/15factores_que_inciden_en_la_baja_produccion_ganadera.htm (consultada el 04/09/2007). si esta

BAVERA G. El pelaje y la adaptación al medio. Capítulo VII. 2006. Disponible en:
http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/externo_pelaje_y_produccion/07-el_pelaje_y_la_adaptacion_al_medio.htm (consultada el 04/09/2007). si esta

BAVERA G. Clima y ambiente: Elementos y Factores. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2003. Disponible en:
www.produccionanimal.com.ar/clima_y_ambientacion/03clima_y_ambiente_elementos_y_factores.pdf - (Consultado el 05/09/2007).

BERMÚDEZ A. Buenas Prácticas y Producción Ecológica Certificada: herramientas para la competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario. Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas. 2004. Disponible en: www.acovez.org (Consultada el 02/09/2007).

BERNABUCCI U, BANI B, RONCHI N, LACETERA A Y NARDONE A. Influence of short and long term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. J. Dairy Sci. 82:967-973. 1999. Disponible en:
www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072002000200007&script=sci_arttext-51k - (Consultada el 02/09/2007).

BIGERIEGO T Y DE SAAVEDRA J. Nueva legislación ambiental en ganadería. Directiva IPPC. Revista Anaporc; (4) 36, 40-52. 2004 Disponible en:
<http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?a=Bigeriego+Mart%edn+de+Saavedra%2c+Manuel&donde=castellano&zfr=0> (Consultado el 02/09/2007).

BIGNOLI D. Comportamiento de los animales en pastoreo. Dinámica Rural, Bs. As, 36: 104-106. 1971. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultado el 03/09/2007).

BLUM H. Effects of sunlight on man. Meteorological Monographs, 2:43-49. 1954 .Libro de Producción Animal. Pág. 55-57.

BODISCO V Y RODRÍGUEZ A. Ganado de doble propósito y su mejoramiento genético en el trópico. E-L. Editores. Maracay, Venezuela. 350 p. 1985. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03RevistasCientificas/Pastos-y-Forrajeras/2003/1/09903101.pdf>. (Consultado el 05/09/2007)

BONILLA A. El estrés en el Ganado. Revista Acovez, p.18-26. 1999. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf - (Consultada el 02/09/2007).

BONSMA J. Breeding cattle for increased adaptability to tropical and sub tropical environments. J. Agric. Sci., 39(2):204-221. 1949. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultada el 04/09/2007).

BOURAOUI R, LAHMAR M, MAJDOUB A, DJEMALI M Y BELYEA. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean and climate. Anim. Res. 51. 479–491 DOI: INRA, EDP Sciences, 2002 DOI: 10.1051/animres: 2002036. 2002 Disponible en: www.edpsciences.org/10.1051/animres:2002036 (Consultada el 02/09/2007).

BRODY S. Climatic physiology of cattle. J. Dairy Sci., 39: 715-725. 1956. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt0212/texto/negra.htm>. (Consultada el 04/09/2007).

BURGOS M. Sistema Nacional Ambiental SINA: en curso de capacitación legislación ambiental para funcionarios del Sistema Nacional Ambiental. Villa de Leiva (Boyacá): Ministerio del Medio Ambiente e Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior – ICFES, 1996. Módulo I Diplomado en Gestión Ambiental. Pág. 28.

CALDERÓN N. Etología del Bovino. Aspectos etnoveterinarios y de bienestar animal. 2004. Disponible en: www.conciencianimal.org/nestorcalderon/etologia_del_bovino_nestor_calderon_maldonado_rosa_perez_peña.htm (Consultada el 03/09/2007).

CERÒ A Y VIERA C. Crecimiento predestete del Cebú Cubano blanco. Revista producción animal Volumen 15 # 1. 2003. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03-Revistas-Cientificas/Rev.de-Produccion-Animal/2003/1/14703109.pdf> (Consultado el 04/09/2007).

CLAVIJO J. Política para integrar el sector rural. Taller internacional: Experiencias de Agroprocesamiento Orgánico en la Región Andina. Colombia. 2004. Disponible en: <http://www.itacab.org/gate/eventos/organico/ponencias/Caso%20ColombiaMina%20Juan%20Clavijo.ppt>. (Consultada el 04/09/2007).

COLBURN D, DEUTSCHER G Y OLSON P. Las temperaturas invernales pueden afectar el peso de los terneros al nacer. Oeste Ganadero. Beef Cattle Report University Nebraska, Lincoln. 1 (4): 23-24. 1999. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/02-temperaturas_invernales_afectan_peso_terneros_al_nacer.pdf. (Consultada el 04/09/2007).

CONSIGLI R Y CORDOBA J. Impacto ambiental de las actividades agropecuarias, Argentina. 2002. Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/clima_y_ambientacion/07-impacto_ambiental_de_las_actividades_agropecuarias.htm (Consultada el 02/09/2007)

CONSTITUCIÓN POLÍTICA NACIONAL DE COLOMBIA. Artículo 78. 1991. Disponible en: <http://www.sic.gov.co/Conceptos/Conceptos/Concepto00003517.php> (Consultado el 05/09/2007).

CONSTITUCIÓN POLÍTICA NACIONAL DE COLOMBIA. Artículo 64, 65 y 66. 1991. Disponible en: www.unalmed.edu.co/~jiagudel/Presentacion_Normatividad.pdf -(Consultado el 08/09/2007).

CORREA H. Normatividad de la producción agropecuaria en Colombia. Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional. Antioquia - Colombia. 2005. Disponible en: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/Normatividad.pdf> . (Consultada el 02/09/2007).

CORREA A, YAÑEZ V, VERDUGO F, AVENDAÑO L, ALVAREZ E, ARECHIGA C Y RIVERA F. Respuesta fisiológica y productiva de novillos engordados con un sistema de enfriamiento a espacio abierto en un clima árido y seco. Tec pec ,45(3):345-354. México. 2007. Disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/publicaciones/publicacion04.php?IdPublicacion=699> (Consultado el 08/09/2007).

COWAN R, MOSS R Y KERR D. Northern dairy feedbase 2001. 2. Summer feeding systems. Tropical Grasslands. 27:150. 1993. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-Seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-Seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultada el 04/09/2007).

CRUZ G Y SARAVIA C. Proyecto: Cuantificación del estrés por calor para vacas lecheras en el norte del Uruguay. 2001. Disponible en: www.fagro.edu.uy/~agromet/proy_ith.html (Consultada el 04/09/2007).

DE DIOS O. Efecto de los factores causantes de estrés en bovinos del trópico húmedo. 2001. Disponible en: www.cnog.com.mx/MexGan/503/08%20Efecto%20de%20los%20factores%20causantes%20 (Consultado el 05/09/2007).

DJIMDE M, TORRES F Y MIGONGO-BAKE W. Climate, animal and agroforestry. Meteorology and agroforestry. (Eds. Reifsnnyder, W.S. & Darnhofer, T.O.). ICRAF. Nairobi, Kenya. p. 463. 1989. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultado el 04/09/2007).

DOMINGUEZ J Y NUÑEZ R. Influencia de factores ambientales sobre características de crecimiento en ganado tropicarne. Postgrado en producción animal: Universidad Autónoma Chapingo. México. 2000. Disponible en: <http://www.tropicarne.com.mx/ambTropicarne.htm>. (Consultado el 04/09/2007).

DONALD A Y WAGNER L. Mantenimiento o mejoramiento productivo del ganado durante épocas calurosas. Revista de la Asociación Mendocina de Producción Animal, Mendoza, 1(2): 17-27. 1988. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/14mejoramiento_productivo_durante_calor.htm (Consultado el 04/09/2007).

ESTOL J. Bienestar animal y buenas prácticas pecuarias: Imprescindible para el manejo animal integrado. Asociación Latinoamericana de Bienestar Animal. 2006. Disponible en: www.ergomix.com (Consultado el 04/09/2007).

FAO (Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la alimentación). Inocuidad y Calidad de los Alimentos. Buenas prácticas y garantía de la calidad. 2008. Disponible en Internet: www.fao.org/co/inocuidad%20fao%20alimentos.htm (Consultada el 04/09/2007).

FAO (Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la alimentación). La ganadería genera más gases efecto invernadero que los automóviles. 2006. Disponible en: <http://www.cambio-climatico.com/la-ganaderia-genera-mas-gases-efecto-invernadero-que-automoviles> (Consultado el 02/09/2007).

FAO (Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la alimentación). Conferencia Regional sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe. Costa Rica. 2005. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/010/af182s.pdf>. (Consultada el 02/09/2007).

FINCH V. Color del pelaje en vacunos: efecto sobre el balance térmico, comportamiento y crecimiento, y su relación con el tipo de pelaje. J. Agric. Sci., Camb. 102:141-147. 1984. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultada el 04/09/2007).

FUQUAY J. Heat stress as it affects animal production. J. Anim. Sci. 52:164-174. 1981. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/52/1/164?ck=nck>. (Consultada el 07/09/2007).

GARCÍA F. Stress ambiental y efectos sobre la producción animal. Seminario I magíster producción animal. Universidad Católica. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. 34 p. 1995. Disponible en: http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=409. (Consultada el 04/09/2007).

GHOSAL A Y MATUR G. Zinc copper and iron contents of blood serum of cattle sheep in semi-arid tract of Rajasthan Indian. J Anim. Sci 62: 441.442. 1992. Disponible en: www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html (Consultado el 04/09/2007).

GINGINS M. El bienestar de la vaca lechera. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba, 13(123):45-46. 2003. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultada el 05/09/2007).

GIRAUDO M. Estrés térmico. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba, 29-32 y 29-33. 2003. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar (Consultado el 05/09/2007).

GONZÁLEZ J. El estrés calórico en los bovinos. Sitio argentino de Producción Animal. 2000. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf (Consultado el 05/09/2007).

GRAUPERA F. Agricultura y ganadería en los trópicos. Aedos, Barcelona, España, 189-200. 1984. Disponible en: www.produccionbovina.com/informaciontecnica/exteriorpelajeyproduccion/00-exteriorpelajeyproduccion.htm (Consultada el 03/09/2007).

GUEVARA L, RODRÍGUEZ T, PACHECO C Y VERDE O. Factores climáticos sobre índices fisiológicos y producción de leche en vacas lecheras. Veterinaria Tropical 05: 51-68. 1980. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/VeterinariaTropical/vt5/Texto/lquevara.htm - 102k (Consultada el 03/09/2007).

HAHN G. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Dairy Sci. 82:10-20. 1999. Disponible en: jas.fass.org/cgi/reprint/77/E-Suppl_2/10.pdf - Consultado el 02/09/2007).

HEUVELDOP J, PARDO J, QUIROZ S Y ESPINOSA L. Agrometeorología Tropical. Universidad Estatal a Distancia. 1986. Disponible en: www.ece.uprm.edu/~m_goyal/agroclimatologia.pdf. (Consultada el 07/09/2007)

HUTCHINSON J. Progress in the Physiology of Farm Animals. Edited by John Hammond. Butterworths Scientific Pub. London, Chap. 7.1954. Disponible en: www.ep.Physoc.org (Consultada el 07/04/2007).

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 002341. Colombia. 2007. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/0b5de556-cb4a-43a8-a27a-cd9a2064b1ab/2341.aspx>. (Consultado el 21/09/2007).

JAHN E, ARREDONDO S, BONILLA W Y DEL POZO A. Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras a pastoreo. Agricultura Técnica, Chillán, 62(2). 2002. Disponible en: www.produccionbovina.com/produccionbovinadeleche/htm (Consultado el 21/09/2007).

JOHNSTON J. Effects of High Temperature on Reproduction, Milk production and Growth. The Journal of Heredity. 49: 65-68. 1958. Disponible en: [www.http://jhered.oxfordjournals.org/cgi/issue_pdf/frontmatter_pdf/49/2.pdf](http://jhered.oxfordjournals.org/cgi/issue_pdf/frontmatter_pdf/49/2.pdf) (Consultada el 06/09/2007).

LEMONS C. Legislación en Colombia. 2007. Disponible en: <http://calichemedioambiental.blogspot.com/2007/09/legislacion-en-colombia.html> (Consultado el 02/09/2007)

LEY 99 DEL 22 DE DICIEMBRE DE 1993. Colombia. Disponible en: www.intranet.incoder.gov.co:95/intranet/Download/Ley%2099%20de%201993.doc. (Consultada el 06/09/2007).

LEY 100 DE 1993. Ley De La Seguridad Social Integral. Colombia. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/leyes/L0100_93.HTM (Consultada el 02/09/2007)

LEY 84 DE 1989. Estatuto Nacional de Protección Animal. Colombia. 1989. Disponible en: <http://spac-05.tripod.com/id24.html>. (Consultada el 02/09/2007).

MALDONADO J, MEJIA R Y CAICEDO L. Guía ambiental para las plantas del beneficio del ganado. Colombia. 2002. Disponible en: www.ideam.gov.co/apcaa/img_upload/ccf8a2325cc9292dc1cf8549cc72e8d8/guia_plantas_ganado.pdf - (Consultada el 02/09/2007).

MANRIQUE A. Curso de educación a distancia Agroecología y desarrollo rural CLADES. Bogotá .2001. Modulo II. Pág. 26.

MAQUIVAR M, GALINA C, MENDOZA G, VERDUZCO A, GALINDO J, MOLINA R Y ESTRADA S. Predicción de la ganancia diaria de peso mediante el uso del modelo NRC en novillas suplementadas en el trópico húmedo de Costa Rica. Revista científica V. 16 N° 6. Maracaibo – Venezuela. 2006. Disponible en: http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006012000010&lng=pt&nrm=i. (Consultado el 04/09/2007).

MARTINE H. Bienestar Animal: cuestiones reglamentarias. 2003. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/50-cuestiones_reglamentarias.pdf. (Consultada el 03/09/2007).

MAZZUCHELLI F Y TESOURO M. Influencia del estrés sobre la eficiencia reproductiva del ganado vacuno de leche. En: Mundo Veterinario, Red Veterinaria y Agropecuaria. p. 1. 2001. [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultada el 03/09/2007)

McDOWELL R. Improvement of livestock production in warm climates. Eds. W.H. Freeman and Co. San Francisco, USA. 711 p. 1972. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-Seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-Seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 03/09/2007).

MCDOWELL R. Physiological approaches to animal climatology. J. of heredity.49:5361. 1958. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt0712/texto/indice.htm (Consultada el 03/09/2007).

MÉNDEZ D Y DAVIES P. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. Área de Investigación de la Estación Experimental Agropecuaria INTA. Argentina. 2003 Disponible en: www.produccionbovina.com. (Consultada el 03/09/2007).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Colombia. 2006. Disponible en: www.minagricultura.gov.co. (Consultado el 05/09/2007).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Colombia. 2007. Disponible en: www.minagricultura.gov.co. Consultado el 05/09/2007).

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Disponible en www.minambiente.gov.co (Consultado el 04/09/2007).

MORILLO D. Efectos de la época sobre la producción forrajera y bovina. Rev. Fac. Agron. 11 (2):152. 1994. Disponible en: [www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Web-seleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 02/09/2007).

MURGUEITIO E. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Fundación CIPAV. Cali - Colombia. 1999. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Murqueit.htm>. (Consultada el 04/09/2007)

OBERTO, REITÚ Y PIRRA. Estrés calórico: ¿Qué podemos hacer? ¿Dietas frías, Manejo del ambiente? Producir XXI, Bs. As., 15(182):36-39. 2006. Clima y ambientación Disponible en: www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/00-clima_y_ambientacion.htm (Consultada el 04/09/2007)

OSORIO A, ARANDA I Y DE DIOS V. El efecto de la dieta y la carga térmica del ambiente sobre el crecimiento de toretes en el trópico. En Memorias de la 9ª. Reunión Científica Tecnológica Foresta y Agropecuaria. Villahermosa, 5-6 de diciembre. P.105. 1996. Disponible en: <http://www.cnog.com.mx/MexGan/503/08%20Efecto%20de%20los%20factores%20causantes%20del%20estres%20en%20los%20bovino.pdf>. (Consultada el 03/09/2007).

OSSA G. Efectos del medio y herencia sobre el peso al nacimiento de terneros de la raza Romosinuano. Revista MVZ Córdoba v.10 n.1 Córdoba ene/jun. 2005. Disponible en: www.scielo.org.co. (Consultada el 04/09/2007).

PATIÑO M. Derecho Ambiental Colombiano. Santa fe de Bogotá, 339p. (Consultado el 02/09/2007) 1999. Disponible en: www.virtualcentre.org/silvopastoral/juridico/collaws.htm (Consultado el 02/09/2007).

PEREYRA H, Y LEIRAS M. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. Fleckvieh-Simmental. 9(51):24-27. 1991. Disponible en: www.produccionbovina.com. (Consultado el 04/09/2007).

PRIMAVESI A. Optimizando las interacciones entre el clima, el suelo, los pastizales y el ganado. LEISA. Revista de Agroecología. 18(1). Brasil 2006. Disponible en: www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/34-optimizando_en_Brasil.htm - 34k -. (Consultada el 02/09/2007)

POATS S. Proyecto Manrecur II. Sistema de monitoreo ambiental a nivel de unidad de producción. Ecuador. 2004. Disponible en: <http://www.idrc.ca/uploads/user-S/10317765110101188.pdf>. (Consultada el 02/09/2007).

RABASA S. Importancia relativa de los componentes de la producción. En Ganado Bovino Criollo, Ed. Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Orientación Gráfica Editora SRL, Bs.As., 1:151-158. 1986. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar

RABASA S. Varianza genética y selección. En Ganado Bovino Criollo, Ed. Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Orientación Gráfica Editora SRL, Bs.As., 51-54. 1986. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultada el 02/09/2007)

RESOLUCIÓN 00074 DE 2002. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural. Producción Ecológica. Colombia. 2002. Disponible en: [http://www.agrocadenas.gov.co/ecologicos/documentos/Res MADR 074 02.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/ecologicos/documentos/Res_MADR_074_02.pdf). (Consultada el 03/09/2007) si esta

RESTREPO J. El Componente Ambiental en el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana. Cartagena, Colombia. 2007. Disponible en: mercadosverdes.com/tnsa/esp/TNSA_2007/dia_1/10.%20Carlos%20Osorio%20-%20FEDEGAN.pdf - (Consultada el 05/09/2007).

RETANA J. El clima y la ganadería bovina en Costa Rica. Gestión de Desarrollo. Instituto Meteorológico Nacional. Argentina. 2004. Disponible en: www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Clima_prod_ganadera.pdf (Consultada el 05/09/2007).

RETANA J Y HERRERA H. La agrometeorología en la producción agropecuaria. In: García, J.; Fuentes, G.; Monge, J. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Volumen II. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 169-186. 1995. Disponible en: http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Variab_clima_ganado_carne.pdf (Consultada el 03/09/2007).

REYNOLDS S. Pasture-cattle-coconut systems. FAO, Regional Office for Asia and Pacific. Bangkok, Thailand. 1995. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultada el 03/09/2007).

ROCCHIA R. Calor y producción no son incompatibles. Rev. Sancor, 53(572):23-25. Dpto. de Producción Primaria de SanCor. 1995. Disponible en: www.produccion-animal.com/clima_y_ambientacion/00clima_y_ambientacion.htm (Consultada el 04/09/2007).

RODRÍGUEZ A. Relación entre productividad, largo del pelo y peche temprano. Revista Shorthorn, Bs. As., 203:18-19. 1990. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar (Consultada el 04/09/2007).

RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ T, GUEVARA L, NÚÑEZ A Y VERDE O. Índices fisiológicos en novillas lecheras durante las épocas seca y lluviosa. Zoo. Trop. 7:43. 1989. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 04/09/2007).

ROJAS H, STUARDO L Y BENAVIDES D. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América. 2005. Disponible en: www.oie.net. (Consultada el 03/09/2007).

SALAH M. Effect of water sprinkling during the hot-dry summer season on semen quality of Holstein bulls in Saudi Arabia. Animal Production. 55:59-63. 1992. Disponible en: http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Variab_clima_ganado_carne.pdf (Consultada el 03/09/2007).

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO ECONÓMICO DE CUNDINAMARCA; UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Seminario nacional de actualización en sanidad y producción bovina 2005. Disponible en: www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10532.pdf. (Consultada el 02/09/2007).

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL DE ARGENTINA. 1991. Olas De Calor. La meteorología en el mundo iberoamericano. 4-5(1):78-82. Disponible en: http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Variab_clima_ganado_carne.pdf.

SISTEMA AGROALIMENTARIO NACIONAL. Ley 811 de 2003. Disponible en: <http://www.sic.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20811%20de%202003.php> (Consultado el 06/09/2007).

SISTEMA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CERTIFICACIÓN Y METEOROLOGÍA. Decreto 2269 de 1993. Colombia. Disponible en: www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1993/noviembre/16/dec2269161993.pdf - (Consultada el 02/09/2007).

TORREGROZA L, CUADRADO H Y PÉREZ J. Producción de carne en novillos f1 romo-cebú con pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), ensilajes y suplementos en el valle del sinú. Revista MVZ Córdoba 11 (2): 825-829. 2006. Disponible en: [www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682006000200007&lng=es&nrm=iso - 21k](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682006000200007&lng=es&nrm=iso-21k) - (Consultada el 04/09/2007).

TURNER H Y SCHLEGER A. Aust J. Agric. Res. II, 645. 1989. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar. (Consultada el 03/09/2007).

UZCÁTEGUI J. El clima y los factores climáticos. 1999. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/cgiwin/be_alex.exe?Documento=T016300005252/2&term_termino_2=e:/alexandr/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/humaniadelosur/vol3num4/articulo1.pdf. (Consultada el 03/09/2007).

VALENCIA A. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Resolución N° 002341. Bogotá. 2007. 10p. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/0b5de556-cb4a-43a8-a27a-cd9a2064b1ab/2341.aspx>. (Consultado el 02/09/2007).

VALLE A. Bioclimatología tropical vacuno. 522 p. El vacuno en las regiones cálidas tropicales. Capítulo II. Pág. 71-157. 2007. Disponible en: http://bibliofcv.veter.ucv.ve/cgi-win/be_alex.exe?Palabra=TAXONOMIA&Nombrebd=BIBLIOFCV (Consultada el 03/09/2007).

VALLE A. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. VIII: Cambios de peso después del parto. FONAIAP Estación Experimental Falcón. Parque Ferial "Don Pablo Saher", Coro Estado Falcón, Venezuela. Zootecnia Tropical .Vol. 16(1):75-86. 1998. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1601/texto/negra.htm> (Consultada el 03/09/2007).

VALLE A. Comportamiento productivo de vacas mestizas en cinco fincas de la región de Carora. Estado Lara. Venezuela. Revista Zootecnia Tropical Vol. 1(1y2):3-22. 1983. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt0112/texto/productivo.htm (Consultada el 04/09/2007).

VALLE A Y OBISPO N. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. IV. Tolerancia a los factores

climáticos. Instituto de Investigaciones Veterinarias. CENIAP FONAIAP. Zootecnia Tropical, 6(1 y 2): 3-26. 1988. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/externo_pelaje_y_produccion/00-externo_pelaje_y_produccion.htm (Consultada el 04/09/2007).

VILLEGAS G. El calor afecta la producción de carne. Revista de la sociedad rural de Jesús María 116:40 1999. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar (Consultado el 04/09/2007).

WEST J. Estrés calórico: Alimentación y manejo para reducir sus efectos en las vacas Holando. Nuestro Holando, Bs. As, N°. 388. Traducción: Ing. R. Dick. 1992. Disponible en: www.produccionbovina.com (Consultada el 04/09/2007).

WESTON R. Animal factors affecting intake. In: Nutritional limits to animal production from pastures. (Ed. Hacker, J.B.). CAB. Farm ham Royal, UK.p.183. 1982. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EPPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05SitiosWebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EPPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 06/09/2007).

WILSON J Y LUDLOW M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: Forages for plantation crops. (Eds. Shelton, H.M. & Stür, W.W.). ACIAR Proceedings No. 32. Canberra, Australia. p. 10. 1991. Disponible en: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EPPFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EPPFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultado el 06/09/2007).

WILSON S, MARION R, SPAIN J, SPIERS D, KEISLER D Y LUCY M. Physiology and Management. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. Lactating cows. J. Dairy Sci. 81:2124-2131. 1.998. Disponible en: <http://jds.fass.org/cgi/reprint/81/8/2132>. (Consultada el 06/09/2007).

WRIGHT N. Progress in the Physiology of Farm Animals. Edited by John Hammond. Butterworth's Scientific Publications, London. 1954. Libro de producción animal. Pag.25-26.

YABUTA A. El estrés calórico en ganado lechero. México. 2001. Disponible en: www.produccionbovina.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf - (Consultado el 06/09/2007).

YEATES N. Progress in the Physiology of Farm Animals. Edited by John Hammond. Butterworth's Scientific Publications, London.1954. Libro de Producción animal. Pág. 36-37.

GLOSARIO

Celo: Serie de signos síquicos y de comportamiento por efecto de los estrógenos sobre el hipotálamo y órganos genitales.

Cuerpo Lúteo: Glándula endocrina que se forma en el ovario después de la ovulación. Secreta progesterona, oxitocina y relaxina.

Estro: Etapa del ciclo estral en la cual la hembra acepta al macho. Dura entre 12- 24 horas en hembras bovinos.

Fertilidad: Es la reproducción satisfactoria, se aplica a ambos sexos.

Fotoperíodo: Horas luz día dependientes de la estación del año, de suma importancia en especies de reproducción estacional.

(GnRH): Hormona de origen hipotalámico responsable de estimular la secreción de las hormonas folículo estimulante (FSH), y luteinizante (LH), secretadas por la hipófisis.

Hipófisis: Glándula endocrina que secreta entre otras las hormonas FSH y LH.

Hipotálamo: Centro nervioso donde se ejerce el control rector de la reproducción en mamíferos.

Hormona Folículo Estimulante (FSH): Hormona estimulante de las gónadas el cual induce el crecimiento, desarrollo y maduración del folículo de Graff, en la hembra y coadyuva en el proceso de espermatogénesis en el macho.

Hormona Luteinizante (LH): Hormona de tipo hipofisiario cuyo efecto biológico en la hembra es causar la ovulación y transformación de folículo ovárico en cuerpo lúteo.

Progesterona: Hormona de origen lúteo o placentario clave para el mantenimiento de la preñez.

Trópico Alto: Zonas situadas a una escala mayor de 1000 msnm.

Trópico Bajo: Zonas ubicadas por debajo de 1000 msnm.

CAPÍTULO II

INFLUENCIA CLIMATICA SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE HEMBRAS BOVINAS

Luis Carlos Leño Lázaro, Amado Espitia Pacheco

Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia

Sincelejo, Sucre, Colombia.

E-mail: Lcar11@hotmail.com

RESUMEN

El presente artículo describe los efectos más importantes del clima sobre la reproducción en hembras bovinas; donde podemos encontrar que los aspectos más afectados son el ciclo estral, cuya intensidad y duración se ve disminuida en zonas de alta temperatura; la tasa de fecundación también disminuye cuando hay un aumento en la temperatura uterina de 0.5°C. El desarrollo embrionario es altamente sensible a altas temperaturas, entre los primeros tres a 11 días después del servicio; adquiriendo más tolerancia a altas temperaturas a medida que el periodo de gestación avanza. El estrés calórico se ha asociado con el aumento en el número de óvulos no fertilizados y embriones anormales. En hatos afectados por el calor se observa la falta de concepción, muertes embrionarias tardías e incluso abortos. La incidencia de factores estresantes provoca un incremento de la secreción de CRH, que a su vez conlleva al aumento en la secreción de la hormona adenocorticotropa (ACTH). Estas dos hormonas tienen un efecto marcado en la reproducción, pues la primera inhibe la secreción de GnRH por el hipotálamo, mientras que la segunda inhibe la secreción pulsátil de LH por la hipófisis, lo que se potencia aún más por la escasa liberación de GnRH.

Palabras claves: clima, ciclo estral, tasa de concepción, CRH, ACTH.

ABSTRACT

The present article describes the most important effects in the climate on the reproduction in bovine females; where we can find that the affected aspects are the estral cycle whose intensity and duration is diminished in areas of high temperature; the fecundation rate also diminishes when there is an increase in the uterine temperature of 0.5°C. The embryonic development is highly sensitive to high temperatures, among the first ones three to 11 days after the service; acquiring more tolerance to high temperatures as the period of gestation advances. The caloric stress has associated with the increase in the number of not fertilized ova and abnormal embryos. In clusters affected by the heat the conception lack it is observed, late embryonic deaths and even abortions. The incidence of factors stressing causes an increment of the secretion of CRH that in turn bears to the increase in the secretion of the adrenocorticotropic hormone (ACTH). These two hormones have an effect marked in the reproduction, because the first one inhibits the secretion of GnRH for the hypothalamus, while the second inhibit the secretion pulsatile of LH for the hypophysis, that that you even more power for the scarce liberation of GnRH.

Key Words: climate, estral cycle, fecundation rate, CRH, ACTH.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los adelantos que existen en materia de tecnologías aplicadas a la producción animal, son pocos los productores o ganaderos que han mostrado preocupación por mejorar las condiciones ambientales de sus unidades de producción animal, sin darse cuenta que esas condiciones son en gran parte, las responsables de la salud de los animales, alterando el bienestar de los mismos y repercutiendo de manera importante en la presencia de problemas de índole reproductivo y productivo, aumentando así los costos de producción, Córdova *et al.*, (2002). Otros autores Dobson y Smith (2000), indicaron que el proceso de la reproducción es un sistema fisiológico muy importante para el desarrollo de las

especies, ligado al estrés, que Coubrough (1985), ha clasificado en dos grupos: estrés ambiental y por manejo; donde el estrés ambiental incluye a la temperatura del ambiente, al frío y/o calor, al viento y la humedad. El ganado bovino, es una de las especies más adaptables y poseen mecanismos homeotérmicos para mantener las funciones corporales críticas a expensas de cambios en otras funciones fisiológicas, como la reproducción, de tal manera que la función reproductiva es determinada, en gran medida por el ambiente (Yabuta, 2000).

EFFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO EN LA REPRODUCCIÓN

Los efectos del estrés calórico en la reproducción bovina han sido estudiados ampliamente. Sus efectos adversos se han reportado en aspectos como la duración y expresión del estro, desarrollo embrionario temprano, flujo sanguíneo, relaciones hormonales y crecimiento fetal (Drost y Tatcher; citado por González, 2000).

El comportamiento sexual y la tasa de natalidad, son los principales indicadores de la reproducción de las hembras mamíferas que se afectan negativamente por el estrés ambiental. De tal manera que los programas emprendidos con el fin de aumentar la fertilidad de las hembras domésticas, tienen menor éxito en las épocas calurosas que en las templadas (Chemineau, 1993).

Un aumento en la temperatura uterina de 0.5°C, durante días calurosos, provoca disminución de la tasa de fecundación. En los bovinos, la exposición de novillas a 32°C durante 72 horas después de la inseminación artificial, inhibe el desarrollo embrionario, sin embargo, se sabe que el 48% de las hembras mantenidas a 21°C, pueden quedar gestantes sin problema alguno. Si el estrés térmico se presenta después de los 10 días del servicio, la fertilidad no se ve afectada (Rensis y Scaramuzzi, 2003).

Varios estudios (Ealy *et al.*, 1994; Ambrose *et al.*, 1999) han indicado que en el ganado bovino, el desarrollo embrionario es altamente sensible a altas temperaturas, entre los primeros tres a 11 días después del servicio; adquiriendo más tolerancia a altas temperaturas a medida que el periodo de gestación

avanza. Se sabe que los embriones obtenidos mediante fecundación in vitro (FIV), son más susceptibles al estrés calórico que los obtenidos en condiciones naturales. Al respecto, Ambrose *et al.*, (1999) indicaron que la mayor pérdida de embriones de bovinos obtenidos de FIV, ocurren antes de los 42 días, cuando las hembras están bajo estrés calórico.

La fertilidad en vacas lactantes, varía según la estación del año. En el invierno, disminuye cerca del 50%; en el verano 20 % y en el otoño es más baja que en el invierno. Unos años antes, Gilad *et al.*, (1993) encontraron que las tasas de concepción en Israel disminuyeron del 52% en el invierno al 24 % en el verano.

En verano, el 80% de los estros pueden ser indetectables (Ambrose *et al.*, 1999). Además, se ha notado que cuando las temperaturas rectales de los animales aumentan de 38.5 a 40°C, 72 horas después del servicio o la inseminación, las tasas de preñez pueden disminuir hasta en el 50 %, Ryan *et al.*, (1992).

Estudios en novillas y vacas han mostrado que la disminución en la calidad del ovocito en el periodo temprano del posparto, está asociada con balance de energía negativo y las bajas condiciones corporales de los animales, lo cual se expresa en aumento de embriones subdesarrollados y anormales, teniendo como consecuencia pérdida de embriones en los meses más calurosos del año (Wolfenson *et al.*, 1997). En la figura 1, se presentan las principales vías del estrés que afectan la fertilidad en hembras y en la figura 2, sus efectos sobre la reproducción en general. El efecto del estrés sobre la reproducción, representa grandes pérdidas para el productor debido a la baja fertilidad de los animales provocada por la interacción de las diferentes causas de estrés que alteran el bienestar animal en las unidades de producción.

Figura 1: Principales vías del estrés que afectan la fertilidad en hembras bovinas (De Rensis y Scaramuzzi, 2003).

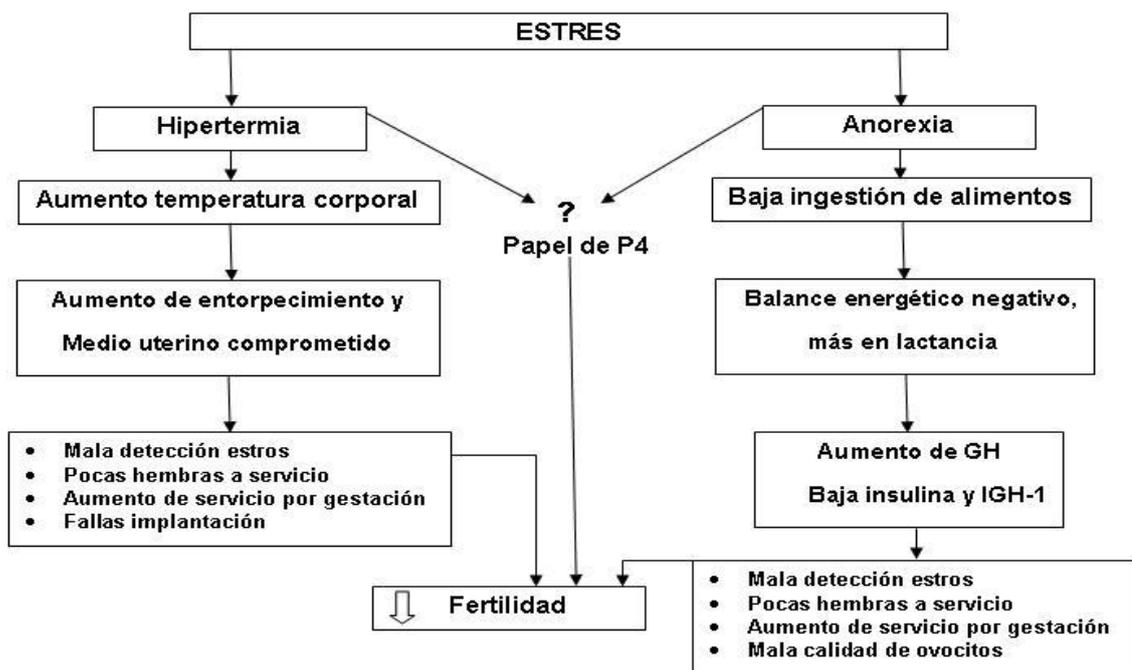
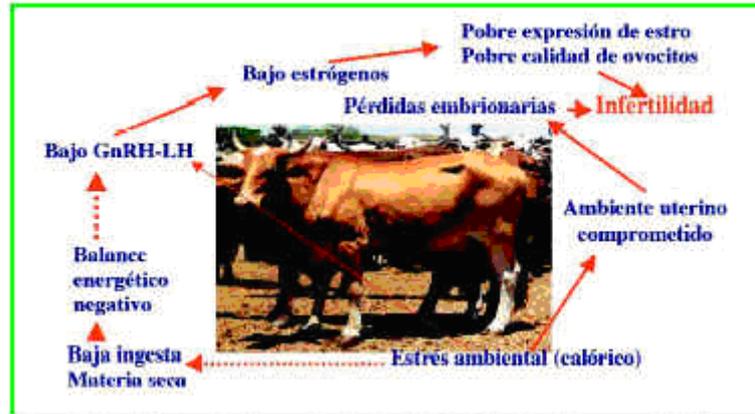


Figura 2: Efecto del estrés sobre la reproducción en general (De Rensis y Scaramuzzi, 2003).



El ciclo estral es un evento fisiológico sensible al estrés, principalmente al ocasionado por las altas temperaturas ambientales. Disminuye la intensidad y duración del celo y tiene efectos dramáticos sobre la fertilidad, principalmente en animales con problemas de adaptación a las condiciones tropicales. Las altas temperaturas ambientales también afectan la fertilidad, el comportamiento sexual, folículo-génesis, ovulación, función luteal e implantación. Estos efectos se traducen negativamente en la tasa de natalidad incrementando el intervalo entre partos (Drost y Tatcher, citado por González, 2000).

Algunos trabajos en Estados Unidos han reportado para vacas Holstein y Jersey ubicadas en lugares cálidos que los signos de estro solo duran entre 12 a 13 horas, mostrando una diferencia de 5 a 6 horas menos en la duración normal del estro que en lugares templados. El estrés calórico también se ha asociado con el aumento en el número de óvulos no fertilizados y embriones anormales. En hatos afectados por el calor se observa la falta de concepción, muertes embrionarias tardías e incluso abortos. Rebhund, Citado por González, (2000).

Los efectos más conocidos sobre la gestación son la disminución del peso del ternero al nacimiento, alteraciones en las concentraciones hormonales materno fetales y reducción en la producción de leche posparto (Cardozo y Góngora, 1999). El estrés calórico causa un descenso considerable en el flujo sanguíneo al útero, el cual está asociado con la disminución en el crecimiento fetal durante la gestación tardía y alteración de la funcionalidad de la placenta y la función endocrina. El resultado es un ternero de menor peso al nacer y alteraciones que

afectan en la vaca el desarrollo mamario, lactogénesis y producción de leche en la lactancia subsiguiente.

El estrés calórico reduce la tasa de concepción y la eficiencia de la detección de celo, afectando numerosos parámetros fisiológicos en la vaca. La depresión estacional de la eficiencia reproductiva en la vaca es, principalmente, un resultado de la elevada temperatura ambiente durante el verano y el otoño. Otros factores contribuyen a la variación estacional en la eficiencia reproductiva, pero el calor y la elevada humedad son las preocupaciones primarias (Giraudó, 2003).

En áreas templadas, subtropicales y tropicales, la caída de la tasa de concepción comienza a visualizarse cuando la temperatura ambiente supera los 29° C. Pueden existir alguna variación basada en la humedad relativa a cualquier temperatura dada. Se puede hacer una estimación que se podrían dar durante el verano y comienzo de otoño, cuando los niveles de estrés son máximos, una disminución en la tasa de concepción de 10 al 20%. No se debe perder de vista lo que respecta a las diversas razas, como ser vacas Jersey y Pardo Suizas con estrés calórico, tienen aproximadamente una tasa de concepción 6% y 2% más alta que las Holando, respectivamente. Estas variadas respuestas, son un reflejo de las diferencias en masa corporal, color de pelaje, ingesta de alimentos y producción de leche. Si nos referimos a las variables meteorológicas, hay dos elementos que influyen sobre la tasa de concepción: La temperatura máxima del día siguiente al servicio y la radiación solar del día del servicio. (Ibíd).

La mayoría de los estudios, indican que la tasa de concepción está correlacionada tanto a la temperatura rectal, como a la temperatura uterina. Un aumento de 1° C en la temperatura rectal o de 1,8° C en la temperatura uterina, genera menos concepciones uterinas. En principio parecería que las vacas inseminadas en condiciones de estrés por calor, no son capaces de sobrellevar este aumento de la temperatura uterina. Tal inconveniente deriva de una menor tasa de fertilización y podría afectar la viabilidad de los embriones hasta aproximadamente el día 16 post-servicio (Ibíd).

Mazzucchelli y Tesouro (2001), afirman que el mecanismo por el cual se afecta la fertilidad en las vacas con estrés por calor aún no está bien dilucidado. Sin embargo, se cree que el flujo sanguíneo es desviado desde los órganos internos hacia los tejidos periféricos en un intento de reducir la temperatura corporal mediante un aumento de las pérdidas de calor. Este mecanismo acarrea una disminución en el riego sanguíneo destinado a los órganos internos, entre los que se hallan el útero, los oviductos y los ovarios; la disminución en el riego sanguíneo de estos órganos provoca también una menor disponibilidad de nutrientes y por tanto, disminuye su capacidad funcional. Es cierto que las vacas quedan gestantes en climas muy calientes, pero los índices de fertilidad en dichas latitudes son, en términos globales, bastante bajos.

Otro mecanismo es el que plantea que la incidencia de factores estresantes provoca un incremento de la secreción de CRH (hormona liberadora de corticotropina), que a su vez conlleva al aumento en la secreción de la hormona adenocorticotropa (ACTH). Estas dos hormonas tienen un efecto marcado en la reproducción, pues la primera inhibe la secreción de GnRH por el hipotálamo, mientras que la segunda inhibe la secreción pulsátil de LH por la hipófisis, lo que se potencia aún más por la escasa liberación de GnRH (Phogat *et al.*, 1997).

Por otra parte, se conoce que los péptidos opioides están claramente implicados en la mediación de los cambios inducidos por el estrés en la secreción de LH (Dobson y Smith, 2000).

El índice de temperatura-humedad (ITH) también tiene un efecto significativo en la tasa de concepción, particularmente dos días antes de la inseminación, ya que cuando el ITH se incrementa de 68 a 78 unidades, la tasa de concepción se reduce de 66 a 35 % (Imakawa *et al.*, 1983).

La exposición experimental del ganado al estrés calórico reduce las tasas de concepción y supervivencia embrionaria (Ealy *et al.*, 1993); mientras que la provisión de elementos refrescantes durante el verano mejora la frecuencia de

vacas gestantes luego de la inseminación artificial. La magnitud de la depresión de la fertilidad es directamente proporcional a la cantidad de hipertermia y ello ha sido demostrado tanto en vacas de carne como de leche. Al respecto, Avendaño (1995), señaló que cuando la temperatura rectal se incrementó en 1°C, la tasa de preñez disminuyó en 16 %, y es común que en regiones cálidas y húmedas las vacas lecheras presenten temperaturas rectales mayores que 39,5°C durante el día.

En estudios realizados en más de 80 rebaños inscritos en el programa ITH de los Estados Unidos y en varios rebaños del Valle de Mexicali, Baja California, en México, se ha encontrado que las vacas inseminadas en verano presentaron intervalos entre partos y períodos de servicio más elevados que las inseminadas durante el invierno, así como también un mayor número de servicios por concepción., se considera que esta baja eficiencia reproductiva se debe a una baja tasa de fertilidad en las vacas y a un incremento de la tasa de mortalidad embrionaria provocadas por el incremento del ITH (Coleman *et al.*, 1998).

En vacas expuestas al sol durante la época de verano se observa una reducción del flujo sanguíneo uterino, cuya resultante es un aumento de temperatura del útero, incrementando las posibilidades de muerte del embrión en las fases iniciales de la gestación (Valle, 2007).

Como conclusión se espera que la información aquí consignada permita crear una mayor conciencia de los impactos negativos que produce el estrés climático en la reproducción de hembras bovinas, y por ende en la rentabilidad de la empresa ganadera.

También se pretende mostrar que es conveniente pensar en el confort del animal porque igualmente mejora su productividad. No debemos olvidar que confort y bienestar animal hacen parte del nuevo lenguaje global que hoy permea la producción animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSE J, DROST M, MONSON R, RUTLEDGE J, LEIBFRIED-RUTLEDGE M, THATCHER M, KASSA T, BINELLI M, HANSEN P, CHENOWETH P Y THATCHER W. Efficacy of timed embryo transfer with fresh and frozen in vitro produced embryos to increase pregnancy rates in heat-stressed dairy cattle. 1999. J Dairy Sci. 82 (11): 2369-2376. Disponible en: <http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/estjul5.htm> (Consultado el 09/09/2007).

AVENDAÑO L. Reducción del estrés calórico en ganado lechero mediante la utilización de sistemas de enfriamiento. Rev. Cubana Cienc. Agric. 29 (2):133 1995. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/sep-oct/art-6.pdf> (Consultado el 09/09/2007).

CARDOZO J Y GÓNGORA A. Mecanismos del estrés y efectos sobre la reproducción. 1999. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf. (Consultado el 09/09/2007)

COLEMAN D, THAYNE, W Y DAILEY R. Factors affecting reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 68:1793. 1998. Disponible en: <http://jds.fass.org/cgi/reprint/68/7/1793> (Consultado el 09/09/2007)

CORDOVA A, SALTIJERAL J, MUÑOZ R, PÉREZ J Y CÓRDOVA S. El estrés en el proceso reproductivo de mamíferos domésticos. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Ecodesarrollo de la Producción Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calz. México. 2002. Disponible en: <http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/estiu5.htm> (Consultado el 09/09/2007)

COUBROUGH R. Stress and fertility. A review. Onderstepoort J Vet. Res. 52 (3):153-6. Review. 1985. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2868440> (Consultado el 09/09/2007)

CHEMINEAU P. Medio ambiente y reproducción animal. 1993. Disponible en: www.acontece.com.ar/0113.htm (Consultado el 06/09/2007).

DOBSON H Y SMITH R. What is stress, and how does it affect reproduction? 2000. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 743. Disponible en: [www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf) (Consultado el 06/09/2007).

EALY A, ARECHIGA C, BRAY D, RISCO C, Y HANSEN P. Effectiveness of short-term cooling and vitamin E for alleviation of infertility induced by heat stress in dairy cows. J. Dairy Sci. 77 (12): 3601-7. 1994. Disponible en: <http://jds.fass.org/cgi/reprint/77/12/3601>

EALY A, DROST M, Y HANSEN P. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. J. Dairy Sci. 76:2899. 1993. Disponible en: <http://jds.fass.org/cgi/reprint/76/10/2899> (Consultado el 06/09/2007).

GILAD E, MEIDAN R, BERMAN A, GRABER Y WOLFENSON D. Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. J. Reprod. Fertil. 99 (2): 315-21. 1993. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8107012> (Consultado el 09/09/2007).

GIRAUDO M. Estrés térmico. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba. 29-32 y 29-33. 2003. Disponible en: www.produccionbivina.com.ar (Consultado el 10/09/2007).

GONZÁLEZ J. El estrés calórico en los bovinos. Documento publicado en el Sitio Argentino de Producción Animal. 2000. Disponible en: www.produccionbovina.com/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf - (Consultado el 10/09/2007).

IMAKAWA K, KITTOCK R Y KINDER J. The influence of dietary energy intake on progesterone concentrations in beef heifers. J. Anim. Sci. 56:454. 1983. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/56/2/454> (Consultado el 10/09/2007).

MAZZUCHELLI F Y TESOURO M. Influencia del estrés sobre la eficiencia reproductiva del ganado vacuno de leche. 2001. En: Mundo Veterinario, Red Veterinaria y Agropecuaria. p. 1. Disponible en: [http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 10/09/2007).

PHOGAT J, SMITH R Y DOBSON H. Effect of adrenocorticotrophic hormone on gonado-trophin-releasing hormone-induced luteinizing hormone secretion in vitro. 1997. Anim. Reprod. Sci. 48:53. Disponible en: [http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26\(1\)/onel.pdf](http://www.revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-WebSeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EE-PFIH/Revista/Vol26(1)/onel.pdf). (Consultado el 10/09/2007).

RENSIS F, Y SCARAMUZZI R. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow- a review. 2003. Theriog. 60: 1139-1151. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12935853>. (Consultado el 10/09/2007).

RYAN D, BLAKEWOOD E, LYNN J, MUNYAKAZI L Y GODKE R. Effect of heat-stress on bovine embryo development in vitro. J. Anim. Sci. 70 (11): 3490-7. 1992. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/70/11/3490>. (Consultado el 10/09/2007).

VALLE A. El vacuno en las regiones calidas tropicales. Bioclimatología Tropical Vacuno. Capítulo II. Pág. 71-157. 2007. Disponible en: http://bibliofcv.veter.ucv.ve/cgiwin/be_alex.exe?Acceso=T040500010996/0&Nombred=BIBLIOFCV. (Consultado el 10/09/2007).

WOLFENSON D, LEW B, THATCHER W, GRABER J Y MEIDAN R. Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. Anim. Reprod. Sci. 47 (1-2): 9-19. 1997. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9233502> (Consultado el 10/09/2007).

YABUTA, K. El estrés calórico en el ganado lechero. 2000. Disponible en: <http://fmvz1.uat.mx/Investigacion/memorias/principal7.htm> (Consultada el 10/09/2007).

