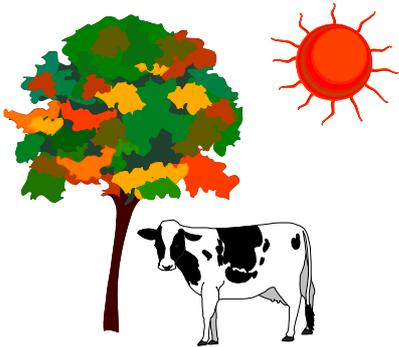


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE REPRODUÇÃO E AVALIAÇÃO ANIMAL

BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL



Prof. Luís Fernando Dias Medeiros
Prof^a. Debora Helena Vieira

SUMÁRIO

	págs.
INTRODUÇÃO	6
PRINCÍPIOS DE ECOLOGIA ANIMAL	7
CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA TROPICAL	14
Caracterização regional dos climas do Brasil	14
AÇÃO DA TEMPERATURA SOBRE OS ANIMAIS DOMÉSTICOS	16
PRODUÇÃO DE CALOR (<i>Termogênese</i>)	23
PERDA DE CALOR (<i>Termólise</i>)	24
Eliminação de calor corporal com temperatura ambiente menor que a da superfície do corpo	24
Eliminação de calor com temperatura ambiente maior que a da superfície do corpo	25
Eliminação do calor por evaporação	25
Evaporação no aparelho respiratório.....	26
Eliminação de calor corporal por convecção e condução.....	26
Retenção de calor corporal	27
Faixa de conforto	28
Temperatura crítica superior - Hipertermia	28
Temperatura e respostas fisiológicas	34
Efeito da temperatura na ingestão de alimentos, de água e nos hábitos de pastejo	39
Efeito da temperatura na reprodução	43
Efeito da temperatura no crescimento	44
Efeito da temperatura sobre a produção de carne e carcaça	46
Efeito da temperatura sobre a produção de leite	46
Efeito da temperatura sobre a produção de ovos e lã	51
AÇÃO DE OUTROS AGENTES DO CLIMA	51
Radiação solar	51

Umidade Atmosférica	57
Ventos e pressão atmosférica	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A TERMORREGULAÇÃO NOS ANIMAIS	61
EFEITO DO CLIMA TROPICAL NA SAÚDE DOS ANIMAIS	62
ÍNDICES DE CONFORTO OU AMBIÊNCIA	65
A Temperatura do Ar	66
Vento e Altitude	66
Precipitação	66
Estudo da Ambiência: Índices e sua Determinação	66
MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS NOS TRÓPICOS (Desenvolvido em campo)	68
Avaliação da Adaptabilidade	69
Teste e Métodos de Adaptabilidade	70
Teste de RHOAD (Prova de Ibéria)	70
Método de Bonsma	75
Teste de Dowling	75
Teste de RAUSCHENBACH & YEROKHIN	76
O modelo de FRISCH & VERCOE	77
Outros testes e métodos	81
AS FORMAS DE ACLIMAMENTO	82
Aclimamento Hereditário e Naturalização	83
Aclimamento Degenerativo	83
Acomodação ou Aclimamento do Indivíduo	84
Falência da Raça	85
Aclimação Indireta	85
Fatores de Êxito na Aclimação	86
INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA REPRODUÇÃO DE RUMINANTES	86
Produção de sêmen	86
Reprodução nas fêmeas	88
Puberdade	88

Ciclo estral e ovulação	89
Fertilização, gestação, desenvolvimento e sobrevivência do feto	91
Comportamento sexual	93
ASPECTOS DE UMA ABORDAGEM PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO DA BOVINOCULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO	94
Isotermas que caracterizam as regiões dos bovinos europeus (clima x exploração bovina)	95
Isotermas que caracterizam as regiões de zebuínos (para o zebu Brahma)	96
Isotermas que caracterizam as regiões dos mestiços (cruzas europeu x zebuino)	96
A EFICIÊNCIA DOS RUMINANTES PARA UTILIZAR ALIMENTOS NOS TRÓPICOS	97
MANEJO AMBIENTAL (BANHOS E SOMBREAMENTO) PARA A PRODUÇÃO DE LEITE NOS TRÓPICOS	98
ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE A PERFORMANCE DE BOVINOS LEITEIROS NOS TRÓPICOS	100
MÉTODOS PARA MELHORAR A PRODUÇÃO DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS NOS TRÓPICOS	101
CONSIDERAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE RAÇAS OU TIPOS DE BOVINOS DE LEITE PARA OS TRÓPICOS	104
SELEÇÃO PARA ADAPTAÇÃO DE BOVINOS AOS TRÓPICOS	105
Importância da Sudação	108
CONSIDERAÇÕES SOBRE O EFEITO DO CLIMA NA PERFORMANCE DOS BUBALINOS	110
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO DE CAPRINOS NOS TRÓPICOS	112
Stress calórico e consumo de alimento	112
Características fisiológicas e anatômicas	113
Aspectos genéticos	114
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA CUNICULTURA	117
CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA AVICULTURA	119
PROGRAMA NUTRICIONAL PARA AVES EM CLIMAS QUENTES	120

SISTEMAS DE RESFRIAMENTO PARA O CONTROLE TÉRMICO DE GALPÕES AVÍCOLAS	122
EFEITOS AMBIENTAIS NO COMPORTAMENTO TERMORREGULADOR DE SUÍNOS	126
CONSIDERAÇÕES FINAIS	130

INTRODUÇÃO

O animal doméstico, como todo ser vivo, vive em um ambiente constituído pelo conjunto de condições exteriores naturais e artificiais ou preparadas, que sobre ele exerce a sua atuação.

A aptidão ecológica está condicionada por dois fatores básicos: climático e edáfico.

O clima, como “a sucessão habitual das condições do tempo na região”, é o mais importante dos fatores que atuam sobre os animais. Sua influência apresenta-se de ordem direta e indireta. A influência direta, processa-se através da temperatura do ar, e da radiação solar, e em menor grau da umidade, por sua estreita relação com o calor atmosférico. Os componentes climáticos condicionam as funções orgânicas envolvidas na manutenção da temperatura normal do corpo. A influência indireta, através da qualidade e quantidade de vegetais indispensáveis à criação animal, e do favorecimento ou não de doenças infecto-contagiosas e parasitárias.

Os fatores climáticos e edáficos compõem o fator ecológico geral que indica a potencialidade do meio físico para a atividade pastoril.

O rendimento de um rebanho é a resultante da média das heranças individuais e do ambiente mais ou menos favorável à expressão das mesmas.

A maioria dos atributos econômicos são de baixa herdabilidade, significando que o ambiente tem preponderância em sua exteriorização. Os animais de raças européias importados, apresentam nos trópicos produções que são apenas uma fração das performances em seus países de origem. Suas progênes puras sofrem a influência depressiva do meio, que os modifica igualmente em seus fenótipos. Elas são afastadas do seu standard racial e do seu standard produtivo e passam a refletir um processo degenerativo que apenas recursos zootécnicos conseguem minorar.

Em clima tropical, que se caracteriza por temperaturas elevadas e forragens de valor nutritivo insatisfatório, o animal deve apresentar requisitos de tolerância ao calor, capacidade de pastejamento e conversão de alimentos grosseiros e adequada resistência a enfermidades e parasitos.

Torna-se muito importante averiguar se na instalação de determinada raça, se o tipo de clima que lhe é oferecido apresenta alguma semelhança com o de sua origem. Caso os contrastes sejam acentuados, a atividade, se em caráter extensivo, estará certamente destinada ao fracasso.

Em resumo, a grande importância do ambiente para a exploração dos animais domésticos decorre unicamente de sua influência sobre o fenótipo, isto é, sobre a exteriorização da herança, do genótipo dos indivíduos; permitindo a sua plena exteriorização ou limitando-a, impedindo, por não lhe ser plenamente satisfatório, que ele se manifeste no seu fenótipo com todo o seu potencial, ou

mesmo impedindo totalmente essa manifestação, principalmente no que se refere às atividades produtivas.

PRINCÍPIOS DE ECOLOGIA ANIMAL

A Ecologia Animal é a ciência que explica a interação entre o animal e seu ambiente total. Na produção animal é essencial um conceito claro da influência de cada fator ambiental sobre o animal e de como se pode criar animais melhor adaptados a qualquer ambiente. O ambiente afeta a manifestação do genótipo, dos indivíduos. Em zootecnia se diz que o ambiente, notadamente o clima é um sobremodo regulador da produção animal.

Exemplificando com animais domésticos, podemos considerar os animais com genótipos A, B e C, os ambientes X e Y e os resultados, ou produtividade A1 e A2, B1 e B2, C1 e C2 (Figura 1), estas conseqüências do maior ou menor entrosamento entre os genótipos dos animais e os ambientes de que dispõem.

Entre as condições naturais do ambiente, estão incluídos o clima, o solo, a vegetação (pastagens), os parasitos e as doenças.

O clima é a principal condição do ambiente espontâneo, não só pela sua atuação direta e indireta sobre os animais domésticos, como pela grande dificuldade, ou impossibilidade de os criadores o modificarem, ou atenuarem economicamente os seus efeitos, quando desejáveis.

Em face dessa grande importância do clima, particularmente na zona tropical, equatorial e subtropical, uma vez que as principais espécies e raças de animais domésticos são originárias de ambientes temperados, os estudos nesse sentido tomaram grande importância nas últimas décadas.

A Climatologia Zootécnica é assim, um importante ramo da Ecologia Animal, estudando a relação entre os animais domésticos e o clima e ainda com as outras condições naturais do ambiente que sofrem a influência do clima, sua principal condição.

O clima é o resultado da ação conjunta dos fatores ou agentes climáticos, cujos efeitos não podem ser rigorosamente individualizados, constituindo o complexo climático que funciona como um todo.

Os principais agentes do clima, como ação direta sobre os animais domésticos são: temperatura, radiação solar, umidade, pressão atmosférica, vento e chuva; e com ação indireta são: pastagens e outros alimentos, parasitos e doenças.

Para avaliar a interação entre o animal e seu ambiente, o técnico deve ter um conceito claro sobre os fatores que compõem o meio ambiente. É necessário também indicar como se subdivide o mundo com respeito ao clima.

Baseado no planisfério climático, os principais climas são: equatorial, sub-equatorial, tropical, tropical de altitude, subtropical, mediterrâneo, temperado, semi-árido, desértico, frio e polar.

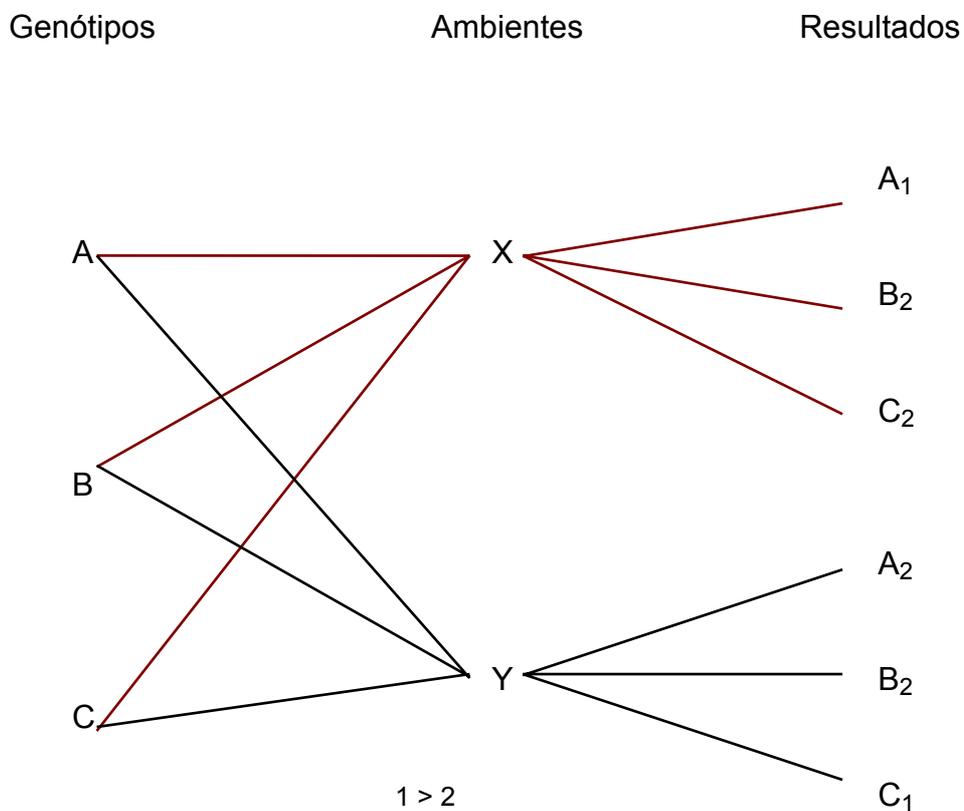


FIGURA 1. Resultados apresentados por três genótipos submetidos a dois ambientes.
 O diagrama mostra que o genótipo A apresenta melhor resultado no ambiente X, enquanto para o genótipo B não há diferença entre os ambientes X e Y e para o genótipo C o melhor ambiente é Y.

Em síntese, o mundo está dividido em quatro zonas climáticas básicas, importantes. A primeira se denomina fria, onde a temperatura atmosférica nunca é superior a 18°C e a umidade relativa é geralmente inferior a 65%. Estas características são condições hostis para promover a vida vegetal e animal, portanto, há pouca vegetação para nutrir os animais. Os ruminantes domésticos de grande produtividade não podem se manter num clima como este.

A segunda, uma grande zona se denomina tórrida, cuja temperatura mensal média varia de 18°C a 32°C ou mais e a percentagem de umidade do ar é muito baixa. Estas regiões são semi-áridas ou áridas, consequência da escassez de chuvas e a temperatura extremamente alta. A vegetação é muito pobre, notadamente constituída por espécies de cactos espinhosos de baixo valor nutritivo.

A próxima zona climática é a temperada, onde a temperatura mensal média raramente ultrapassa os 18°C e a umidade relativa do ar varia entre 65 e 90%. É a mais adequada para os cultivos e a produção de pastagens e ademais o stress climático sobre os animais não é grande. Todas as raças melhoradas dos animais domésticos foram desenvolvidas em países com este clima.

Finalmente, temos a zona climática quente e úmida (características de clima equatorial, tropical e subtropical). Nesta zona a temperatura do ar fica acima de 18°C e a umidade relativa fica acima de 65%.

Para entender melhor a interação entre o animal e o meio ambiente, é necessário observar vários ambientes naturais e apreciar as condições climáticas que prevalecem ali. É fundamental o papel que desempenha a relação ecológica entre as plantas e os animais para mostrar o êxito ou fracasso econômico da produção animal.

Para entender e apreciar a influência das regiões climáticas do mundo e sua interação sobre o animal, é essencial estudar o animal em seu habitat natural. Se deve observar, definir e interpretar seu comportamento e reação fisiológica. É necessário também avaliar os fenômenos de adaptabilidade dos animais de áreas determinadas, para usá-los nos programas de produção dos animais domésticos, que tem que vencer riscos climáticos em ambientes diferentes.

O conceito de adaptação animal refere-se a mudanças genéticas e fisiológicas que ocorrem em animais, em resposta a um estímulo interno e/ou externo.

A adaptação genética refere-se a uma seleção natural ou pelo homem, ao passo que a adaptação fisiológica ocorre em um indivíduo dentro de um curto ou longo prazo (adaptação somática). O conceito de adaptação fisiológica implica na capacidade e processo de ajustamento do animal a si mesmo e ao seu meio ambiente total. Quanto maior a extensão da adaptação, melhor o animal sobrevive e se reproduz, de tal sorte que suas características biológicas são persistidas. Entretanto, segundo a literatura, a adaptação fisiológica do animal objetivando reduzir os efeitos adversos do clima, resulta em alterações no metabolismo, particularmente, energia, água, eletrólitos e hormonal.

Os animais bem adaptados a um determinado meio ambiente apresentam algumas características que os diferenciam dos animais menos adaptados: manutenção ou pequena perda de peso durante stress geral, principalmente o calórico, alta taxa reprodutiva, alta resistência a doenças e parasitos, baixa taxa de mortalidade e longevidade.

A produtividade animal depende, além de água e alimento, também de seu grau de adaptação ao meio ambiente e suas interações.

Os ambientes tropicais podem afetar adversamente a produção animal, através do efeito das altas temperaturas, sobre a habilidade do animal de sobreviver e funcionar nas condições reinantes; e através de restrições, tais como

ingestão de alimentos, qualidade do alimento, genótipo disponível e cargas de doenças e parasitos.

Segundo alguns pesquisadores, o tipo de animal adequado para os trópicos deveria possuir, entre outras características, habilidade para conservar a produção de calor permitindo que os processos produtivos ocorram em um nível normal, mesmo quando a temperatura do ar é alta. A adaptabilidade é, em parte, um fator geneticamente controlado através da herança de vários atributos anatomorfofisiológicos que afetam a termogênese ou a termólise.

Através de estudos sobre a adaptação dos animais domésticos, quatro “regras ecológicas” podem ser observadas:

- a) Animais que habitam regiões quentes e úmidas possuem mais melanina do que as espécies que habitam regiões frias.
- b) As partes protuberantes do corpo (cauda, orelhas, extremidades, etc.) são menores em raças que habitam regiões frias.
- c) As raças menores de uma certa espécie habitam regiões mais quentes e as raças maiores, as regiões mais frias.
- d) A insulação do corpo, baseada no comprimento dos pêlos e espessura do tecido adiposo, estão altamente relacionados com o clima.

As adaptações morfológicas e anatômicas são bastante aparente na conformação dos animais. Os animais que habitam regiões de clima quente e árido possuem pernas compridas e com isso os efeitos do reflexo dos raios solares no corpo são menores e também facilitam a locomoção por grandes distâncias. Os zebuínos possuem a pele preta sob pêlos claros, condição ideal para se evitar a ação dos raios solares sobre o organismo; além disso, os zebuínos comparados com os taurínos possuem maior número de glândulas sudoríparas e mais próximas da superfície corporal, o que facilita a perda de calor por transpiração. Os animais que habitam regiões de clima frio possuem extremidades menores e pêlos compridos para facilitar a conservação de calor corporal. Pode-se citar a existência do tecido adiposo localizado (ovinos africanos e asiáticos) que serve de fonte de energia em condições de alimentação escassa, ao passo que animais de clima frio possuem uma espessa camada de tecido adiposo subcutâneo para evitar perda de calor.

A temperatura é o fator mais importante para determinar o tipo de animal que se pode criar em uma determinada região. Poucas raças de bovinos e climas temperados podem prosperar em regiões onde a média anual de temperatura é superior a 18°C. Se esta temperatura excede aos 21°C todos os animais de clima temperado irão sofrer “degeneração” tropical, que não se caracteriza unicamente por uma detenção da produção, mas também por uma efetiva redução da fertilidade.

Os animais não adaptados tropicalmente e que não podem suportar altas temperaturas, vivem hipertérmicos e a princípio mostram um aumento na temperatura corporal que chega em bovinos a 41°C. Os animais jovens, desde o nascimento até um ano de idade, sofrem muito mais que os adultos. O mecanismo termorregulador do animal jovem não funciona adequadamente. Os animais adaptados aos trópicos mostram pouco ou nenhum aumento da temperatura corporal à temperatura atmosférica de 29°C. É retardado desenvolvimento dos animais que mostram sinais de hipertermia nos trópicos.

O animal adaptado ao trópico tem a pelagem suave e pele grossa, solta e muito vascularizada. Os bovinos europeus, tem a pelagem formada por uma capa exterior protetora e uma interna que retêm o calor. Nos trópicos esses bovinos, podem apresentar uma subfertilidade ou esterilidade, em função de uma disfunção da glândula pituitária, em consequência da hipertermia.

O pêlo e pele fazem um papel importantíssimo na adaptação dos animais. Em um trabalho de investigação tropical, se obteve um touro mutante puro da raça Afrikander de pelagem lanosa. Este touro foi trazido à Estação de Investigação de Messina, África do Sul, e seu primeiro apareamento foi com vacas da raça Afrikander de pelagem lisa. Aproximadamente a metade de sua progênie foi de pelagem lanosa e a outra metade de pelagem lisa. Em todos os casos, os animais de pelagem lisa pesaram mais que os de pelagem lanosa. As bezerras de pelagem lisa, filhas deste touro, pesaram em média 180kg de peso vivo aos 8 meses de idade e as de pelagem lanosa 135kg. O mesmo touro foi apareado com vacas Hereford, Shorthorn e Aberdeen Angus. Uma vaca Aberdeen pariu dois bezerros, um de pelagem lanosa e o outro de pelagem lisa. Na idade de 7 anos o novilho de pelagem lanosa pesava 385kg e o de pelagem lisa 612kg. Em suma, os bovinos nascidos com pelagem lisa, puderam suportar os riscos dos climas subtropicais e não sofreram aumento na temperatura corporal ou hipertermia, nem mesmo quando eram jovens. A pelagem da progênie lanosa atua como uma capa isolante, que não permitem a irradiação do calor do corpo.

Os animais com pele grossa, lisa e muito vascularizada sangram profusamente, contudo a lesão cicatrizará rapidamente. Estes animais se adaptam bem as altas temperatura do ar. As feridas sofridas por um animal com pele vascularizada, solta e grossa, demoram 7 ou 10 dias para cicatrizar; já os animais de pelagem fina, lanosa e com pouca vascularidade tardam a princípio três semanas ou mais.

Tem sido observado em vacas que toleram pouco o calor, o nascimento de bezerros minúsculos, em consequência freqüentemente da falta de adaptabilidade das mães. Estes bezerros são tão pequenos que dificilmente podem alcançar o úbere da mãe. Esta situação tem sido observada com vacas em clima tropical, quando são cobertas na primavera e a boa parte da gestação ocorre no período do verão. Este “fenômeno” tem sido observado em ovinos lanados nos trópicos, quando as fêmeas são cobertas no final da primavera e a gestação ocorre no verão. Na Austrália, as ovelhas colocadas em ambiente de 29°C produzem cordeiros de 1,800kg, já os que são mantidos com temperatura média de 18°C, parem cordeiros com peso médio de 3,600kg.

A luz é um importante fator ambiental que influi significativamente no metabolismo e no comportamento dos animais. Ademais, é o mais constante dos fenômenos naturais. A luz tem uma marcada influência sobre o processo metabólico, a atividade sexual e a muda do pêlo do animal.

Os animais brancos ou de cores claras quando comem certas plantas, podem apresentar fotossensibilização, cai o pêlo nas partes brancas ou claras de seu corpo e a pele forma feridas ulceradas que se observa nas áreas não pigmentadas do corpo do animal.

A radiação solar influi também efetivamente sobre o animal, pois os que não tem pigmentação nos olhos sofrem seriamente; os raios mais importantes que afetam os animais são os ultravioletas. Quando esta incide sobre um animal cuja pele não tem cor ou está seca por falta de secreção sebácea, esse animal sofrerá seriamente. Os animais com a pele rosa, clara, despigmentada desenvolvem câncer ou hiperqueratose da pele e esta se endurece e se torna muito sensível. Os animais de cara branca, como o bovino da raça Hereford tendem a apresentar câncer sobre as pálpebras ou sobre os olhos. Os animais de cara

branca que carecem de pigmentação na esclerótica desenvolvem câncer nos olhos. Todavia, mediante seleção pode-se criar bovinos Hereford com pigmentação ao redor dos olhos, pois a incidência de câncer ocular em animais com pálpebras pigmentadas é praticamente nula. Mediante estreita seleção das crias com base na pigmentação ao redor dos olhos, se pode aumentar a quantidade dos mesmos e tais olhos nunca sofrerão de câncer.

Os animais podem superar os riscos da radiação ultravioleta se tem a pele pigmentada. Os bovinos tropicais tem pele escura. Estes animais com peles escuras podem superar os perigos da radiação ultravioleta pois tem geralmente uma abundante secreção sebácea na pele, que se estende sobre o pêlo e atua como um filtro ultravioleta.

Outro fator ambiental que requer certos fenômenos de adaptabilidade no animal é o vento. O melhor fenômeno de adaptabilidade dos animais expostos aos ventos frios e úmidos é sua pelagem composta por dois tipos de pêlo, um interno que retêm o calor e outro externo protetor. Ambos tem cargas elétricas opostas: o interno positiva e o externo negativa. Quando o vento sopra sobre os animais, as cargas aumentam e os pêlos se juntam estritamente formando uma capa isoladora a prova de chuva e frio.

Uma fator pouco mencionado ainda, na bibliografia sobre ecologia animal é o pH do solo. Quando o pH do solo é elevado, as bactérias podem realizar a nitrificação nas raízes das leguminosas e se dispõem de mais nitrogênio, as pastagens são de maior valor protéico. Um pH de aproximadamente 6,5 produzirá pastagens relativamente ricas em proteínas. Nestas pastagens de maneira geral, o bovino dispõe de abundante cálcio e mostra um bom desenvolvimento ósseo.

A planta que cresce em uma região pode indicar o pH do solo e o desenvolvimento esquelético dos animais.

A literatura tem mostrado que em zona em que o pH do solo é alto, os bovinos tem um porte maior (tamanho e peso) do que os bovinos criados em zona em que o pH do solo é baixo.

Os parasitos são uma ameaça para muitos animais em seu ambiente natural. As enfermidades transmitidas pelos parasitos são um grande problema para os animais na maioria das regiões tropicais. Se pode vencer este problema mediante manejo e seleção adequada.

Os animais que tem a pele solta e grossa, panículos musculares bem desenvolvidos e um sistema nervoso pilomotor sensitivo, movem a pele rapidamente a mais leve irritação e repelem os carrapatos e outros insetos com mais facilidade do que os de pele fina e pelagem lanosa. Ademais, estes últimos tem panículos musculares pouco desenvolvidos. Nas regiões onde as enfermidades por carrapatos são um problema, a pele dos animais é um dos melhores órgãos imunizantes. Os que tem pele grossa são mais imunes e sofrem muito menos a estas enfermidades que os de pele fina e pêlo lanoso.

A literatura reporta que os animais cujo pêlo se eriça quando parece que vai chover, repelem os carrapatos e as moscas. Os músculos eretores dos pêlos fazem que estes se eriçam e, provavelmente, estimule a secreção sebácea.

Os parasitos internos constituem a priori um problema para animais, tanto em criação extensiva como intensiva.

Nas regiões tropicais, no verão, quando as chuvas são periódicas e intensas, os animais bebem freqüentemente água estancada dos charcos e sofrem de parasitos internos e vários tipos de doenças. Os animais que se criam em pastagens artificiais com uma carga animal muito elevada, também se infectam com parasitos internos. Vários trabalhos citam que os animais susceptíveis a parasitos externos também são susceptíveis a parasitos internos. O bovino menos adaptado a um determinado clima e com um baixo nível nutricional, geralmente tem

uma grande incidência de parasitos externos e está infectado a princípio com parasitos internos de uma ou outra espécie.

As enfermidades desempenham um importante papel na produção animal e a falta de adaptabilidade determina que os animais se tornem mais susceptíveis a várias enfermidades.

As raças de bovinos européias, com falta de habilidade para tolerância ao calor tropical, são muito susceptíveis as enfermidades transmitidas por parasitos, como o carrapato, e geralmente morrem mais rápido do que aqueles que se adaptam as altas temperaturas.

A reprodução é o índice mais positivo de adaptação de todos os animais a um determinado ambiente. O balanço endócrino é o barômetro mais sensível que indica a habilidade dos animais para adaptarem-se a um determinado clima. A bolsa escrotal dos animais é um mecanismo termorregulador; por exemplo, algumas raças de caprinos chegam a ter os testículos em uma bolsa escrotal separada, aumentando a superfície corporal, de modo que a termorregulação é mais eficiente. A bolsa escrotal dos animais adaptados tem uma pele mais grossa que nos animais não adaptados nos trópicos. Nas raças adaptados aos trópicos e subtropicos a veia espermática é muito mais tortuosa do que nos animais dos ambientes temperados. A capacidade para manter uma temperatura testicular menor que a do corpo, é mais importante para que se chegue a cabo uma espermatogênese normal.

Em suma, parece não haver adaptação vitoriosa quando se transplanta raças de animais domésticos entre regiões heteroclimáticas.

Um animal adaptado a um determinado clima e, comumente mais produtivo do que um não adaptado.

Existem diferenças genéticas com relação a adaptabilidade dos animais. Esta, pelo menos em parte, como já foi dita é devida as características morfológicas e anatômicas, que afetam a termorregulação. É importante a seleção de animais que tenham eficientes mecanismos de dissipação de calor, para o desenvolvimento de tipos mais adaptados aos trópicos, por conseguinte mais produtivos.

Se deseja trabalhar com animais oriundos de climas temperados nos trópicos tanto em ensaio direto ou indireto, através de cruzamento desses com animais tropicais é essencial ter um completo conhecimento da ecologia animal. É fundamental o conhecimento das isothermas que caracterizam as regiões dos animais de climas temperados.

É certo que nos programas de produção animal se deve considerar a altitude, o índice pluviométrico, pH do solo, temperatura, radiação, luz, umidade, vento, etc. e a interação destes fatores sobre a vegetação natural e a forma em que o animal relaciona-se com o ambiente total. Só aqueles animais que podem sobreviver e procriar regularmente nas regiões donde são colocados, serão de verdadeira importância econômica.

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA TROPICAL

A zona equatorial, tropical e a subtropical incluem larga variação de climas: úmidos, semi-úmidos, semi-árido e árido, variando com a precipitação pluviométrica e topografia (variantes climáticas/sub-climas), conforme Quadro 1.

Variantes climáticas e microclimas são identificadas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio e estão associadas a complexos de vegetação, desde florestas úmidas até desertos com arbustos.

A terminologia clima tropical não é uma unidade que poderá ser isolada e estudada. Regiões diferentes não são uniformes, e por isso não é possível falar de clima tropical típico. O clima varia com fatores não alteráveis como: latitude, altitude, distribuição de terra e água, e por fatores variáveis como: correntes de oceanos, ventos precipitação e vegetação. A interação de todos esses fatores resulta em microclimas específicos em localidade específicas. Porém, climas tropicais exibem algumas características comuns, e com exceção de áreas muito secas, a variabilidade de temperatura sazonal é diariamente pequena, sendo menor no equador. As temperatura extremas variam de 10 a 45°C, amplitudes diárias relativamente altas, na faixa dos 20 a 25°C. Geralmente o número de horas do sol e radiação solar total é dependente da quantidade de nuvens, o comprimento do dia é quase sempre constante, a variabilidade tem sido 30 minutos no Equador a 60 minutos ou mais nos trópicos. É considerável a influência do vento no aumento da variabilidade climática.

Todavia, o mais importante fator determinante das diferenças no clima, com exceção da altitude, é a quantidade total e distribuição das chuvas, constante e regular do Equador, aproximadamente, 7° de latitude N-S, diminuindo progressivamente, até a faixa dos 305 a 2500mm.

A altitude influencia o clima de quatro maneiras:

- a) A temperatura média anual diminui de 1,7°C para cada 305 metros que se eleva acima do nível do mar;
- b) Quanto maior a altitude maior a variação diurna na temperatura;
- c) A precipitação é mais intensa na maior altitude e os dias são mais nublados;
- d) Em altitudes mais elevadas a pressão atmosférica é mais baixa.

Caracterização regional dos climas do Brasil

1) Região Sudeste: tipo tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 20°C, umidade relativa de 60-80% e amplitude térmica diária de 5-9°C.

Variante climática: tropical úmido
tropical de altitude
tropical propriamente dito (savana)
subtropical
tropical semi-árido

2) Região Sul: tipo úmido com verões quentes mais invernos relativamente frios, a característica geral é o contraste da temperatura atingindo 15°C no mesmo dia; alguns lugares no verão chegam a 40°C, esses mesmos lugares no inverno chegam a 0°C; sendo a média anual de 17 a 20°C e a média no inverno menor que 10°C.

Variante climática: tropical de altitude
subtropical com verões quentes
subtropical com verões suaves

3) Região Norte: clima equatorial predominante (mais de 9/10) da região norte (bastante quente e úmido), com temperatura média anual de 25 a 27°C, umidade relativa de 80-90% e amplitude térmica de 8°C.

Variante climática: equatorial
tropical propriamente dito

4) Região Centro-Oeste: caracterizada por inverno seco e verão úmido, com temperatura média anual que varia de 19 a 26°C (com valores menores no sul e maiores no norte).

Variante climática: tropical propriamente dito
tropical de altitude
equatorial

5) Região Nordeste: temperatura média anual de 22 a 27°C e amplitude térmica de 3-4°C.

Variante climática: equatorial (1/4 do Maranhão)
tropical propriamente dito (1/4 do Nordeste)
tropical úmido (região litorânea - RN, PE, AL, PB, SE, BA)
tropical semi-árido (mais ou menos 2/5 do Nordeste)

QUADRO 1. Dados climatológicos sumarizados das regiões do Brasil.

TIPO DE CLIMA	MÉDIA ANUAL (°C)	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)
Equatorial	25,0 - 27,0	+ 2000
Tropical	18,5 - 26,0	< 2000
Tropical úmido	19,0 - 24,5	1250 - 1750
Tropical de altitude	17,0 - 22,0	1500 - 2500
Tropical semi-árido	22,5 - 27,0	< 500
Subtropical	16,5 - 19,0	1000 - 2000

Além da ação direta do clima os animais recebem ainda os efeitos indireto. A alimentação é quase exclusiva de pastos produzidos em solos inférteis por causa da intensa lixiviação, e apresentam estacionalidade de produção de forragem.

As gramíneas tropicais podem ter taxa máxima de crescimento 1,5 vez maior que as temperadas. Contudo, a estacionalidade das chuvas e outras condições climáticas não permitem produção uniforme ao longo do ano, com excesso no período das águas (80%) e escassez na seca, além da baixa digestibilidade (45 a 60%), devido ao baixo teor de proteína e alto teor de fibra, consumidas em quantidades suficientes.

Essa qualidade das forragens recebe influência de altas temperaturas, cuja incidência durante o crescimento, acelera o alongamento do caule e os processos de amadurecimento, ocasionando aumento nos tecidos celulares e na lignificação.

Os animais melhorados e selecionados para alta produção em climas temperados encontram dificuldades de aclimação nos trópicos, com alterações do padrão de comportamento; das reações cardiovasculares, da troca de energia, do balanço de água e dos parâmetros bioquímicos, o que resulta na redução da sua performance.

Na região tropical se o animal recebe alimentação e manejo adequado, mas não consegue estabelecer suficiente equilíbrio térmico com o ambiente, haverá desperdício de energia, porque esse equilíbrio ocorre em função, principalmente, do aumento da frequência respiratória, energia esta que seria usada para as funções produtivas.

Assim, a adoção de técnicas gerais de manejo, considerando as instalações ou abrigos, objetivando o conforto térmico, práticas gerais de nutrição quantitativa e qualitativa, controle de doenças infecto-contagiosas e parasitárias, estratégias de melhoramento e seleção dos animais devem estar disponíveis, no sentido de tornar o ambiente natural, propiciando boas condições e permitindo boas respostas produtivas dos animais.

AÇÃO DA TEMPERATURA SOBRE OS ANIMAIS DOMÉSTICOS

O clima atua diretamente sobre os animais domésticos, principalmente através de seus agentes.

A temperatura é neste aspecto, o componente do clima de maior importância porque exerce ação acentuada sobre as duas classes que encerram maior número de espécies domésticas, mamíferos e aves. Os animais dessas classes são homeotérmicos, isto é, são animais que tem a habilidade de controlar sua temperatura corporal dentro de uma faixa estreita, quando expostos a grandes variações de temperatura. A temperatura interna é constante, independente da temperatura ambiente; graças ao fato desses animais serem dotados de aparelho fisiológico termorregulador. Este aparelho termorregulador é comandado pelo hipotálamo, pequeno agrupamento de células, parte do diencefalo, na base do cérebro que funciona da seguinte maneira; as terminações nervosas da pele recebem as sensações de calor ou frio e as transmitem ao hipotálamo que atua sobre outras partes do cérebro, sistema nervoso, sistema circulatório, hipófise, tireóide, determinando vasodilatações ou vasoconstricções, sudação, aceleração do ritmo respiratório, provavelmente queda ou aumento do apetite (sensação de fome), maior ou menor ingestão de água (sensação de sede), maior ou menor intensidade do metabolismo, acamamento ou eriçamento dos pêlos, resultando desses fenômenos conforme sua ação num ou em outro sentido, maior ou menor termogênese (produção de calor) ou maior ou menor termólise (eliminação de calor).

A Figura 2 apresenta um esquema desse processo.

As várias espécies de interesse zootécnico dispõem de dois mecanismos essenciais para manter sua condição de homeotermia, tanto nas regiões frias, como nas quentes, consubstanciados na produção de calor e sua evaporação. O adequado balanço entre produção de calor corporal e eliminação do

calor corporal resulta na adaptação da máquina-animal, tanto no sentido termorregulador, como nas suas possibilidades pecuárias.

De posse desses dois recursos fisiológicos - produção e eliminação de calor, as várias espécies de animais contam, como já foi dito, com dispositivos anatomorfofisiológicos peculiares, que lhes dão posicionamento na classificação da adaptabilidade bioclimática de LEE, em que o suíno revelou-se o menos adaptado e o ovino exibiu-se como um dos mais eficientes termorreguladores para as altas temperaturas externas. Nesta ordem de idéias, os animais monogástricos e poligástricos teriam diferentes comportamentos adaptativos, desde a faixa de termoneutralidade até as zonas extremas de termogênese e termólise.

De acordo com o diagrama de KLEIBER (Figura 3), a temperatura ótima para a vida dos homeotérmicos seria a de 20°C, que corresponde a temperatura crítica abaixo ou acima do qual o animal requer aumentar ou diminuir a produção de calor, equivalente ao conforto fisiológico. BRODY propôs que o referido termo zero de 20°C fosse transformado numa faixa de temperatura ótima, delimitada pelas temperaturas críticas superior e inferior, em torno de 20°C e denominada zona de neutralidade térmica, conforme o diagrama de BRODY (Figura 3). McDOWELL admitiu que a zona de conforto climático, onde uma pequena mudança na temperatura externa tornaria-se imperceptível nas funções fisiológicas, situando-se entre 13 e 18°C.

Os animais monogástricos, que evoluíram em climas temperados, como aves, suínos e outros, procuram manter constante a temperatura corporal, na maioria das vezes, as custas, sobretudo, da regulação da produção de calor com pouco embaraço metabólico, mas com algum prejuízo para a eficiência do processo produtivo. Assim, logo após a eclosão da casca, os pintos regulam a temperatura do corpo, via produção de calor, uma vez que tem limitada a habilidade de controlar a evaporação. Semelhante conhecimento induziu a moderna avicultura e, por analogia, também a suinocultura, ao sistema de exploração intensiva nos trópicos, que inclui a proteção da máquina-animal contra o calor ambiente.

Os animais poligástricos mantêm em ambiente temperado, mais as custas (gastos) da evaporação do calor, do que da produção, com pequenos custos metabólicos. Nas regiões tropicais, esses ruminantes acionam tanto os dispositivos de controle da produção de calor, como os de sua dissipação corporal. A habilidade de poder combinar a regulação e a evaporação, ao mesmo tempo, acaba por conferir aos ruminantes uma ampla faixa de termoneutralidade ao redor de 20°C. O que não sucede igualmente aos monogástricos, de acordo com o esquema de WEBSTER (Figura 4). No esquema do referido autor, observa-se que os monogástricos ficam restritos à estreita faixa de neutralidade em torno de 20°C, enquanto que os poligástricos dispõem de amplos espaços de termoneutralidade, desde de 10 até 28°C, de acordo com seus recursos fisiológicos. Então, entende-se como bovinos, ovinos, caprinos e outros disseminam-se pelos quatro cantos da terra, em pleno ecossistema de exploração pastoril, sem proteção especial.

Um dos recursos mais efetivos para controlar a produção de calor pelos homeotérmicos nas zonas quentes é o consumo quantitativo e qualitativo de alimentos, por dia e em relação ao peso vivo. Tanto os animais monogástricos, como os poligástricos utilizam o mecanismo de apetite voluntário para regular a consumação de alimentos, como fonte energética. Assim, as aves reduzem a ingestão de alimentos na razão de 1,5% para cada aumento de 1°C na temperatura ambiente acima de 25°C, segundo JOHNSON, como valor quantitativo. Para ganhar o mesmo peso, os cordeiros usaram rações com 60% de alimentos concentrados e 40% de volumosos a 27°C, enquanto que a 4°C necessitam de 40% de concentrados e 60% de volumosos, como valor qualitativo, conforme McDOWELL.

É bem possível que os zebuínos disponham de recursos mais eficazes do que os bovinos, para controlar a produção e também a evaporação de calor, recorrendo ao consumo de alimentos, com maior presteza e alta escala, para assegurar a homeotermia. Assim, dentro da própria zona de neutralidade térmica, ao redor de 20°C, o consumo de alimentos, à vontade, foi três vezes mais elevado pelos bovinos do que por zebuínos, segundo REGSDALE, indicando que precocemente o zebu já fazia o controle da produção de calor. Em plena zona de termogênese, os bovinos Jersey consumiram 50% mais de alimentos do que os zebuínos nas temperaturas frias, conforme ALLEN. Tais resultados experimentais poderiam sugerir que os zebuínos, na sua forma original, não estariam suficientemente adaptados às regiões frias, nem ao calor ameno, porque fizeram sua evolução em ambiente de altas temperaturas.

De outro lado, no início da zona de termólise, a 27-28°C, os bovinos europeus começam a diminuir a ingestão de alimentos comparativamente a 20°C, porém os zebuínos só fazem semelhante redução a 38°C, porque já haviam usado o referido recurso termorregulador desde 20°C. Em temperaturas de 41°C por exemplo, os bovinos de raças européias sofreram depressão no consumo de alimentos, mais ainda ingeriram 43% mais do que os zebuínos, VILLARES.

Afinal, ROGERSON registrou queda de 10% no metabolismo basal de zebuínos, em confronto com bovinos. A redução do consumo de alimentos já na faixa de 20°C, a falta de habilidade para aumentar adequadamente a ingestão de alimentos sob temperaturas frias e a drástica diminuição do apetite em temperaturas elevadas pelos zebuínos não poderiam deixar de afetar a eficiência de utilização dos alimentos com prejuízos para a produção de seus.

O efeito do calor na temperatura corporal é determinada não somente pelo clima (temperatura do ar, umidade e radiação solar), como também, pela disponibilidade de água e alimento. As fontes disponíveis de alimento e água em ambientes quentes exercem influência na temperatura do corpo através das interações fisiológicas entre o metabolismo energético que libera calor para manutenção e atividade produtivas e a água que entra no sistema via metabolismo intermediário e resfriamento evaporativo (Figura 5).

Em resumo, sob condições de stress pelo frio ou calor, os animais domésticos, lançam mão de mecanismos fisiológicos de produção ou perda de calor para manter a homeotermia. Todavia, na dependência da intensidade do stress pelo frio ou calor, podem apresentar uma hipotermia ou hipertermia, ou seja uma temperatura corporal baixa ou elevada, respectivamente.

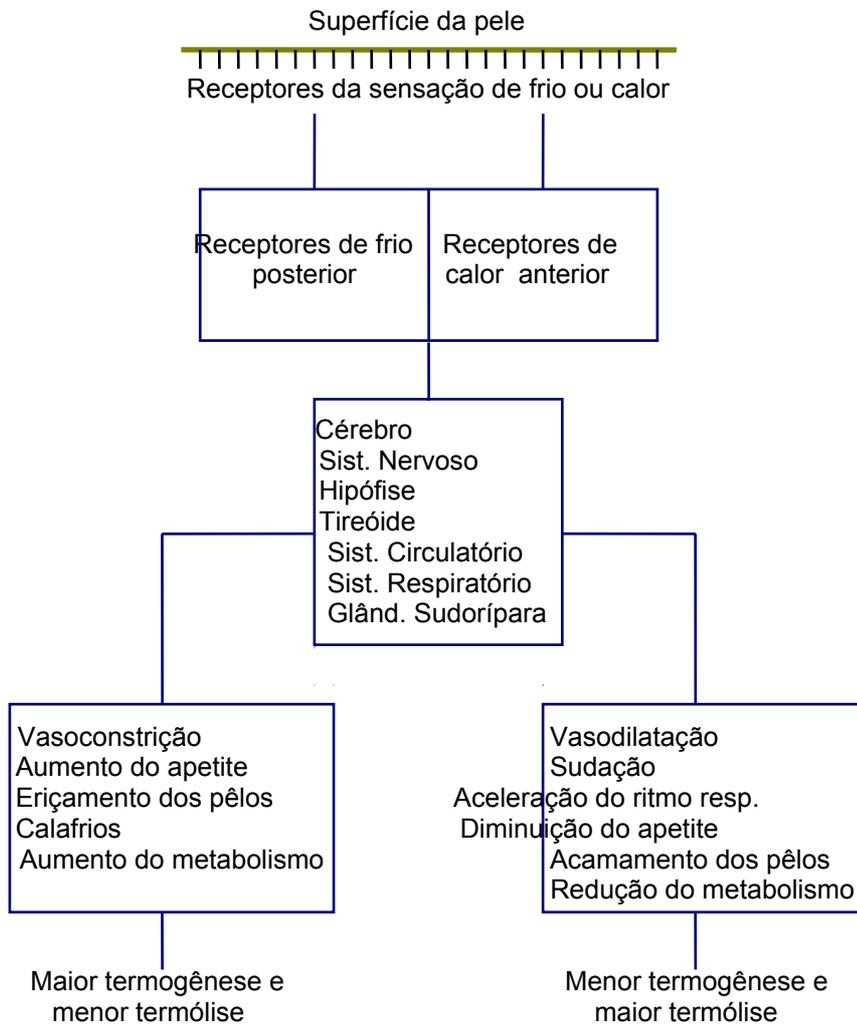


FIGURA 2. Funcionamento do hipotálamo na regulação do calor corporal.

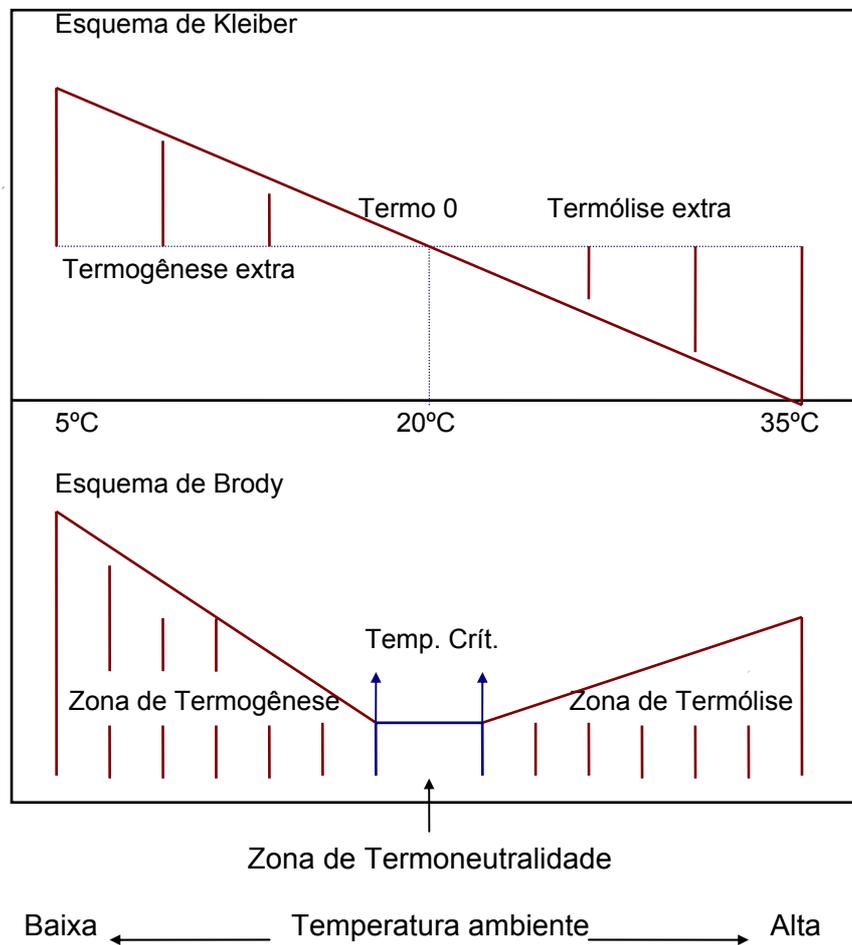


FIGURA 3. Esquemas de termorregulação de animais homeotérmicos.

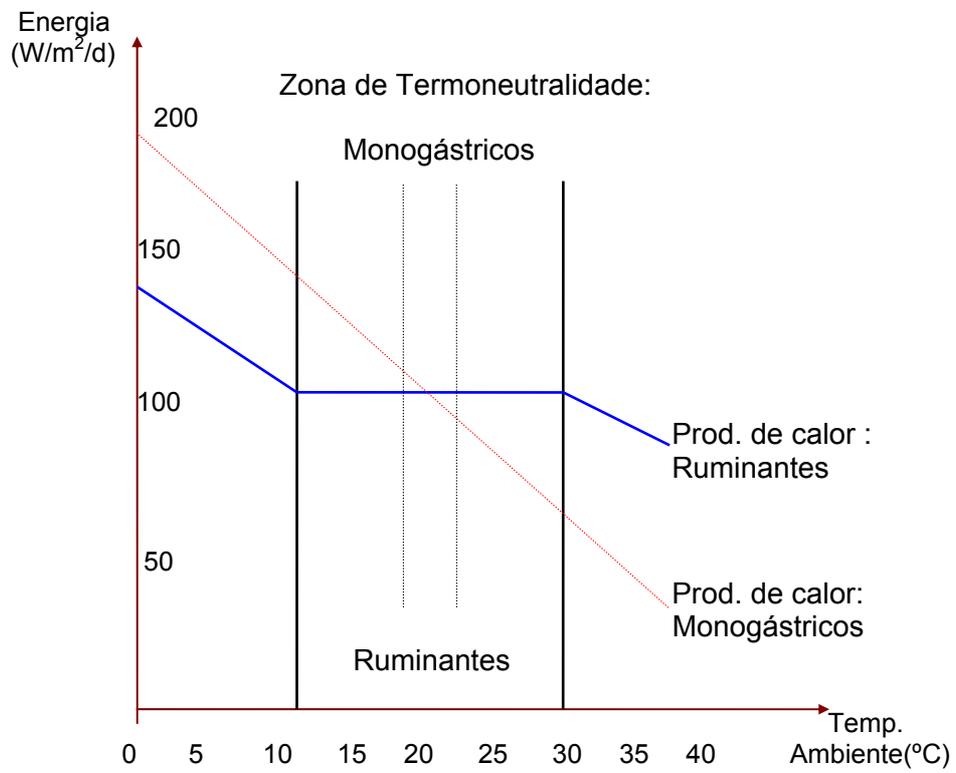


FIGURA 4. Faixas de neutralidade para monogástricos e poligástricos.

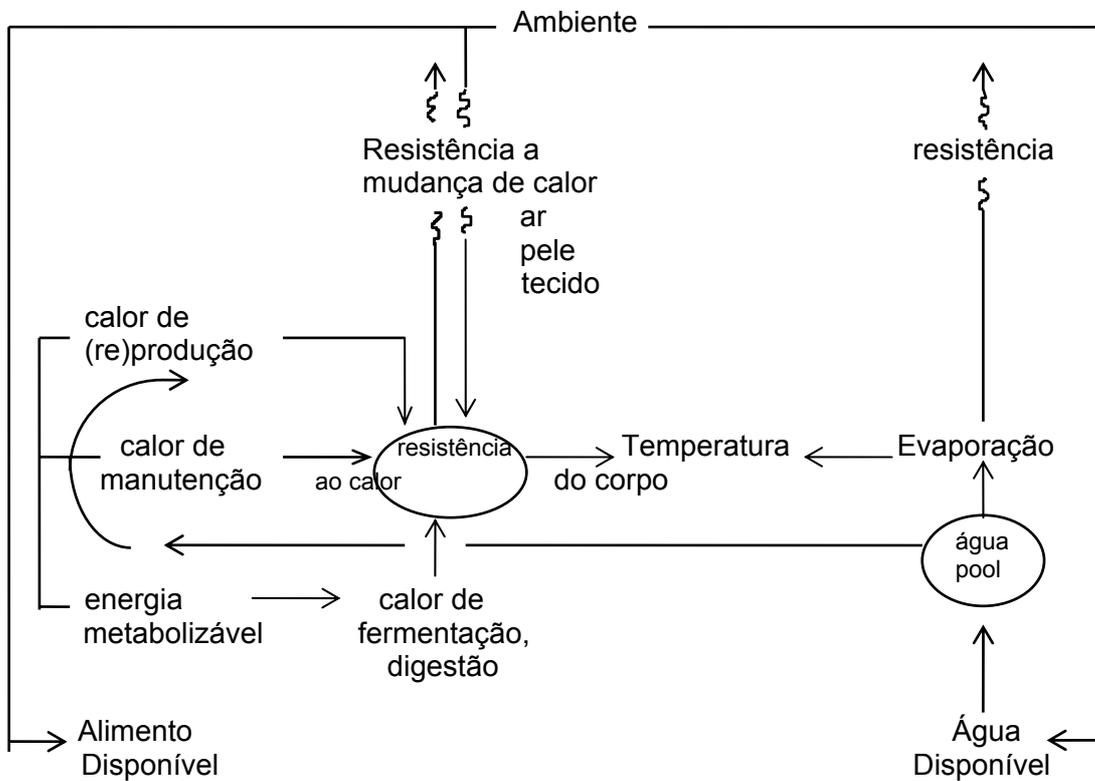


FIGURA 5. Interrelação do calor, metabolismo energético e de água em herbívoros.

PRODUÇÃO DE CALOR

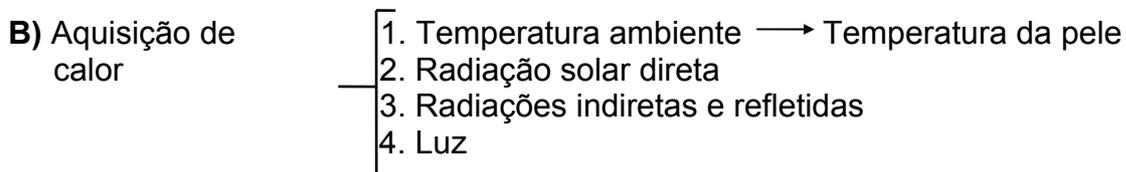
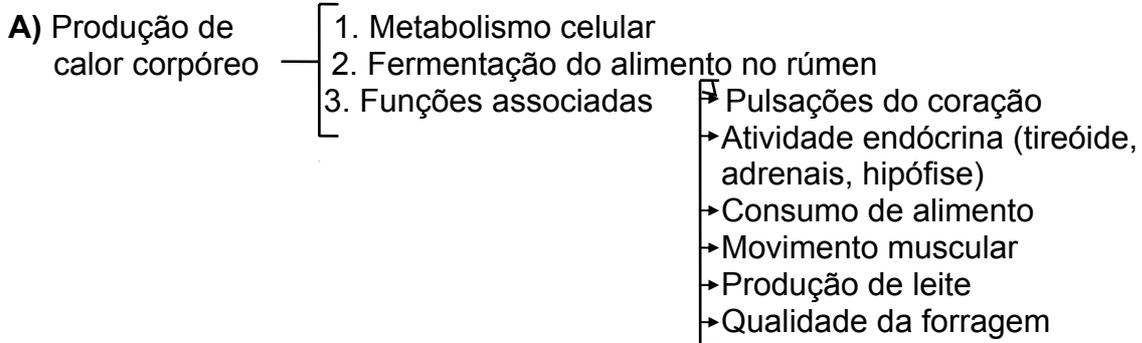
O calor corporal origina-se de :

a) produção de calor no interior do organismo (termogênese), pela oxidação dos elementos nutritivos dos alimentos e energia dispendida no metabolismo basal, para o crescimento e toda atividade fisiológica produtiva;

b) aquisição de calor: quando a temperatura ambiente (à sombra ou ao sol) é superior à da superfície do corpo do animal, o corpo adquire calor que se propaga do ambiente para o animal, por radiação e condução, da radiação solar (direta ou refletida) e da temperatura do ar.

Em síntese, o animal produz calor quando transforma energia química contida nos alimentos em trabalho. No campo, o animal pode absorver calor direta ou indiretamente da radiação solar. Este calor é adicionado ao calor produzido metabolicamente e ambos formam o ganho de calor do animal, que deve ser perdido, em contrapartida, para que o animal permaneça em estado de homeostase (capacidade do corpo para manter um equilíbrio estável a despeito das alterações exteriores; estabilidade fisiológica).

TERMOGÊNESE



PERDA DE CALOR

Eliminação de calor corporal com temperatura ambiente menor que a da superfície do corpo.

O calor produzido no interior do organismo propaga-se para a superfície do corpo pela condutibilidade dos tecidos e pela circulação periférica. Esta superfície do corpo, tendo temperatura mais elevada que a do ambiente, o calor passa para o ambiente pelos processos físicos de radiação, principalmente de condução, este só nos casos de contato direto com superfície menos quente que a do corpo (água, principalmente), ou de convecção (por efeito do vento).

Quando há aquecimento da pele, pela quantidade de calor até ela conduzida através dos tecidos, a sensação de calor chegando ao hipotálamo, este comanda uma dilatação dos vasos sanguíneos superficiais, o que acarreta maior quantidade do sangue junto à superfície do corpo para ser resfriado, passando por condução para a pele e daí para o ambiente, por radiação. Quando a temperatura da pele diminui, a sensação de frio determina uma vasoconstrição superficial, diminuindo o resfriamento do sangue. Quando, em vez de eliminar calor, há necessidade de reter o calor produzido, com temperatura ambiente bastante baixa, a vasoconstrição permanente.

O eriçamento dos pêlos, também comandado pelo hipotálamo, mantendo uma camada de ar isolante entre a superfície da pele e o ambiente, diminui a perda de calor por radiação e convecção.

Essa eliminação de calor por radiação, condução e convecção é influenciada por diversos fatores, que podem ser do próprio animal ou do ambiente.

São fatores que ocorrem no animal:

a) a relação entre tamanho (peso) do indivíduo e sua superfície corporal; tende a diminuir à medida que aumenta o tamanho do animal; assim, um animal pequeno tem mais superfície corporal por unidade de peso do que um grande. Em outras palavras, a medida que há um decréscimo do tamanho do corpo, a relação superfície/volume do corpo, e portanto, a superfície relativa através do qual o calor é dissipado aumenta. Como consequência, animais menores requerem uma maior produção de calor por unidade de peso do que grandes animais, a fim de manter o equilíbrio energético ou homeostase.

Assim, existe uma correlação negativa entre a taxa metabólica e peso corporal e uma correlação positiva entre taxa metabólica e unidade de peso corporal. A superfície do corpo de uma vaca Holandesa grande, de 600Kg de peso vivo, não será o dobro da superfície do corpo de uma Jersey pequena, de 300Kg.

Como é difícil de precisar a superfície de um animal, à medida que mais se aproxima da superfície relativa é o peso vivo elevado à potência $\frac{3}{4}$ que é conhecida como peso metabólico ($PV^{3/4}$).

b) o desenvolvimento da pele em dobras, pregas, barbelas, etc. que aumentam a superfície do corpo;

c) pelagem e sua conformação;

d) a existência de panículo muito desenvolvido, formando, como no suíno, espessa camada de cobertura (toucinho) que, por ser má condutora de calor, dificulta a propagação do calor interior do organismo para a pele e conseqüente dissipação.

São fatores do ambiente, que diminuindo a temperatura favorecem a eliminação do calor corporal: sombras, abrigos frescos e bem ventilados, possibilidade de contato com a água, etc. Condições que concorram para elevar a temperatura ambiente dificultam a perda de calor corporal: abrigos fechados, aglomerado, permanência no sol, etc.

Eliminação do calor com temperatura ambiente maior que a da superfície do corpo.

Nessa condição não pode ocorrer termólise por radiação ou condução, na superfície do corpo, sendo praticamente todo o excesso de calor corporal eliminado por evaporação e, em pequena proporção, por condução no interior do organismo e por convecção.

Com temperatura acima de 21 - 23°C verifica-se que a radiação já se torna reduzida, devendo a maior parte do excesso de calor ser eliminada por evaporação.

• *Eliminação do calor por evaporação*

Nos climas quentes, a evaporação é o principal processo de eliminação do excesso do calor corporal. Ela é prejudicada pela umidade do ar elevada e favorecida pelos ventos. A evaporação processa-se principalmente na superfície do corpo, mas ocorre também no seu interior, na intimidade do aparelho respiratório.

A umidade que se evapora na superfície do corpo pode ser:

a) o produto das glândulas sudoríparas, o suor. A produção de suor decorre da excitação, pelo hipotálamo, dos centros sudoríferos de medula que, por intermédio do nervos correspondentes, chega até as glândulas sudoríparas; a produção de suor é muito influenciada pelo tamanho e atividade destas glândulas e também pela área da superfície do corpo e seu revestimento. O zebu e o cavalo suam bastante, já o bovino europeu, o porco e o carneiro lanado suam muito pouco.

b) proveniente da difusão, através da pele dos fluidos orgânicos. Nos animais que não suam é de onde provém a maior parte da umidade que se evapora na superfície do corpo; a dilatação dos vasos sanguíneos da pele, na temperatura ambiente elevada, aumentando o volume de sangue nesses vasos, favorece essa difusão. Nos animais que suam muito, a grande sudação agindo juntamente com a difusão, determina a diminuição dos fluídos do organismo, desidratação, hemoconcentração, aumento do consumo de água e diminuição da micção; nos animais que não suam, ou suam pouco, a maior ingestão de água acarreta hemoidratação e maior produção de urina; por isto os animais que suam (zebu) urinam mais no inverno, enquanto os que suam pouco (taurinos) urinam mais no verão; a grande atividade das glândulas salivares com grande produção de saliva, nos taurinos, em temperatura ambiente elevada, parece estar associada à deficiência de suar; ela ocorre quando a evaporação de umidade na superfície

do corpo não é suficiente para eliminar o excesso de calor corporal, acarreta grande perda de minerais, principalmente fósforo, cálcio, sódio e potássio.

c) de origem externa. Como imersão em lagos, rios, etc. ou banhos de qualquer natureza.

- ***Evaporação no aparelho respiratório***

O ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, pois o ar expelido é quase saturado de vapor d' água, o que contribui para a perda de calor.

Para aumentar essa evaporação, quando os demais aspectos do aparelho termorregulador não são suficientes para evitar a elevação da temperatura corporal, o animal acelera o ritmo respiratório. A aceleração do ritmo respiratório acarreta vários efeitos indesejáveis, como a diminuição da reserva alcalina do sangue, uma vez que a grande quantidade de ar expirado determina uma perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, provocando a alcalemia e perturbando o sistema compensador que evita alterações na acidez do sangue. A taxa elevada de movimento respiratório implica em grande atividade muscular do animal, a qual, aumentando conseqüentemente a sua produção de calor, anula em parte o seu objetivo, acarretando um verdadeiro círculo vicioso como também excessivo trabalho dos pulmões e coração.

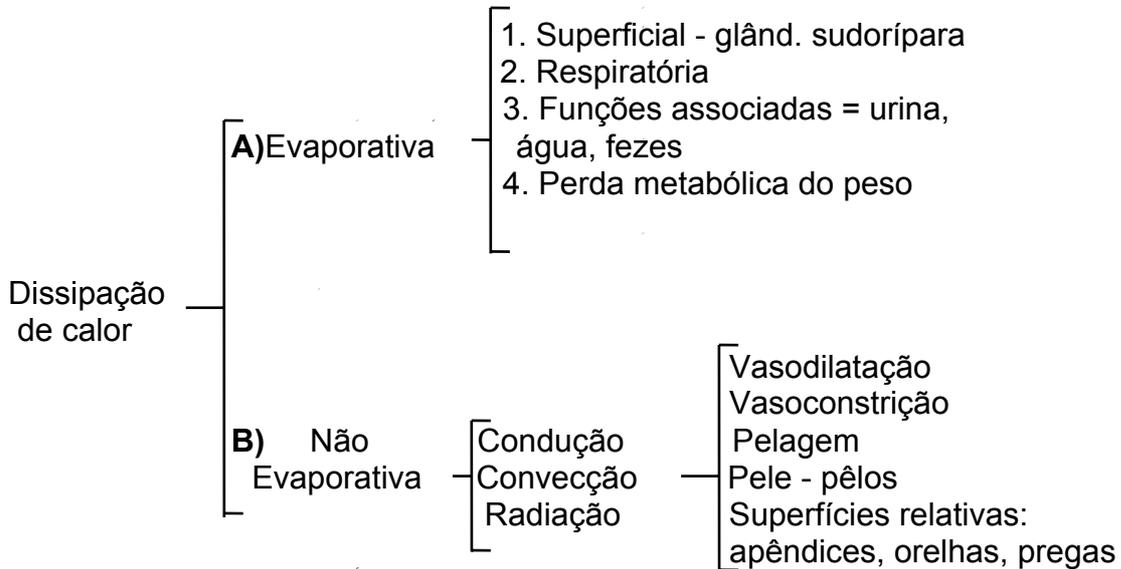
- ***Eliminação de calor corporal por convecção e condução***

Com temperatura ambiente maior que a da superfície do corpo também pode ocorrer dissipação de calor orgânico por convecção e por condução, mas no interior do organismo.

Por convecção: o aquecimento do ar inspirado, no interior do aparelho respiratório, rouba calor do organismo. Esta perda de calor, é claro, ocorre também em maior proporção, com temperatura ambiente baixa. Ela aumenta com a aceleração do ritmo respiratório.

Por condução: o aquecimento da água fria ingerida, principalmente ou de outros alimentos ingeridos frios, no interior do aparelho digestivo, rouba calor ao corpo. A eliminação do calor por condução também ocorre com temperatura ambiente baixa, porém com temperatura ambiente elevada a ingestão de água é muito aumentada, chegando este aumento a atingir nos bovinos, cerca de 400%.

TERMÓLISE



Em síntese, o calor produzido pelo animal tem que ser dissipado ou perdido para a manutenção da homeostase.

Resumindo, o que foi reportado acima, é através da regulação física do calor que o organismo homeotérmico ajusta a temperatura interna à sua normalidade em face das oscilações dos elementos de meio que sobre ela atuam. A regulação física do calor corporal é efetuada por radiação, condução e convecção do calor da pele e sua eliminação em forma latente pelo vapor de água aflorado à superfície cutânea (evaporação na superfície da pele) ou adicionada ao ar expirado (evaporação de água no aparelho respiratório).

As primeiras formas de perda de calor são chamadas perdas sensíveis e são pouco controladas pelo animal, ao passo que as perdas por evaporação de água são bem controladas pelo animal. A perda de calor por sudorese é mais eficiente que a perda pela evapotranspiração pelas vias respiratórias, e requer um menor gasto de energia.

Nos ruminantes, os mecanismos de condução e evaporação funcionam simultaneamente em todas as temperaturas do ar, mas tão logo a temperatura ambiente sofre grande elevação, a maior parcela de controle da temperatura interna passa da radiação e condução à eliminação de calor pelos pulmões sob forma latente de evaporação.

As raças zebuínas, apresentam um grande número de glândulas sudoríparas, elas perdem calor mais facilmente pela sudorese que as raças taurinas, e por isso são mais tolerantes a temperaturas elevadas que as raças taurinas, ou seja, elas possuem uma temperatura crítica superior mais elevada que os taurinos.

Retenção de calor corporal

Nos climas frios, com temperatura ambiente muito baixa no inverno, há necessidade de conservar e não eliminar o calor corporal. O aparelho termorregulador age então em sentido inverso ao da eliminação, evitando ou diminuindo a perda de calor corporal por radiação (ericação dos pêlos, vasoconstrição superficial), por evaporação (não sudação), por condução e convecção, etc.

A manutenção do equilíbrio térmico dos animais domésticos nos climas frios não apresenta dificuldades, uma vez que as principais espécies domésticas são originárias de ambiente nessas condições.

Os elementos físicos e biológicos que interferem no equilíbrio entre o ganho e a perda de calor corporal para manter a temperatura do corpo uniforme e constante podem ser expressos pela equação do equilíbrio térmico:

$$M - E \pm F + Cd \pm Cv \pm R = X$$

Onde:

M = calor metabólico

E = calor perdido por evaporação

F = calor perdido ou ganho pela ingestão de alimento ou água

Cd = calor perdido ou ganho por condução

Cv = calor perdido ou ganho por convecção

R = calor perdido ou ganho por radiação

X = temperatura do corpo (temperatura retal)

Faixa de conforto

É chamada faixa de conforto a faixa de temperatura ambiente dentro da qual o animal mantém a sua temperatura do corpo sem necessidade do mecanismo termorregulador. O equilíbrio térmico processa-se naturalmente. Os valores mínimos e máximos dessa faixa, influenciados por outros fatores do clima, variam nas diversas espécies domésticas.

Temperatura crítica superior - Hipertermia

Há um limite da temperatura ambiente, chamada temperatura crítica, do qual o mecanismo termorregulador começa a não ter capacidade de assegurar o equilíbrio térmico, ocorrendo em consequência a hipertermia, a elevação acima do nível normal da temperatura do corpo, provocada pela elevada temperatura ambiente.

O stress calórico ocorre quando os animais são expostos a temperatura ambiente acima da sua temperatura crítica superior.

A temperatura crítica também é influenciada pelos outros agentes do clima como a umidade, radiação e vento, e também varia nas diversas espécies domésticas, e mesmo nas raças e até nos indivíduos conforme Quadro 2.

QUADRO 2. Valores normais médios de temperatura retal, ritmo respiratório e pulsação nas principais espécies domésticas (animais adultos).

ESPÉCIES	TEMP. RETAL (° C)	RITMO RESP. (MOV./ MIN.)	PULSO (PULS./ MIN.)
Bovino de corte	38,4	18 - 25	65 - 80
Bovino de leite	38,5	18 - 25	70 - 80
Bubalino	38,0		
Equino	37,7	10 - 15	25 - 40
Ovino	39,0	12 - 30	70 - 85
Caprino	39,0	12 - 25	70 - 80
Suíno	39,2	12 - 18	60 - 80
Coelho	39,5		
Ave	41,0		

Em síntese, define-se “zona de conforto” ou de “termoneutralidade”, como a faixa de temperatura ambiente na qual o calor dissipado pelo animal corresponde ao calor mínimo produzido metabolicamente. A “máquina viva” teria aí o seu máximo conforto e em consequência um menor desgaste, mais saúde, melhor produção (sem alterar a taxa de metabolismo basal).

Dentro da zona de termoneutralidade, o gasto de energia para manutenção do animal é constante e num nível mínimo, e a retenção de energia da dieta é máxima. Desse modo, a energia do organismo pode ser dirigida para os processos produtivos, além dos de manutenção, não havendo desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico. Dentro dessa zona, o animal mantém uma variação normal de temperatura corporal, o apetite é normal e a produção ótima.

A zona de termoneutralidade é definida baseando-se na temperatura ambiente efetiva. Segundo AMES, este é um índice do poder do aquecimento e resfriamento do ambiente em termos de temperatura de bulbo seco e inclui, além da temperatura do ar, elementos climáticos que alteram a demanda de calor ambiente como a radiação solar, vento, umidade e precipitação. Contudo, freqüentemente a zona de termoneutralidade é referida apenas em termos de temperatura do ar.

Em temperaturas inferiores o animal é compelido a produzir calor para manter sua temperatura e no caso oposto condiciona-se para eliminar o excesso.

BONSMA diz que a adaptação é a harmonia entre o animal e o meio. Isto ocorre na zona de termoneutralidade. Afastando-se desta e na dependência da distância ecológica do meio ideal a tolerância deve ser maior ou menor.

Dentro da zona de termoneutralidade, a temperatura corporal mantém-se constante com mínimo esforço dos mecanismos termorreguladores. Existe também temperaturas críticas altas e baixas. Quando ultrapassadas, o

animal sofre em seu rendimento. Um esquema da zona de termoneutralidade estabelecida pelos limites das temperaturas críticas pode ser visto na Figura 6.

Para gado leiteiro, esses limites são variáveis de acordo com a idade e o status fisiológico do animal (Quadro 3, segundo COLLIER e colaboradores).

QUADRO 3. Limites da temperatura para gado leiteiro de acordo com a idade e status fisiológicos.

Classe	Limites de Temperatura °C	
	Baixa	Alta
Bezerros (as)	13	26
Tourinhos e Novilhas	-5	26
Vacas Secas e Prenhas	-14	25
Vacas em Lactação	-25	25

A maior sensibilidade ao frio dos bezerros, é decorrente da maior superfície corporal da ausência de calor de fermentação produzido pelo rúmen, bem como, da inadequação do aparelho termorregulador.

Vários autores afirmam que é uniforme a extensão de termoneutralidade para as raças de bovinos Holandês, Jersey, Parda Suíça e Brahma. Há contudo diferenças nas temperaturas críticas altas para as mesmas, sendo respectivamente na ordem citada de 27, 30, 28, e 35°C. A Figura 7 apresenta as zonas de termoneutralidade das raças referidas, com os animais alimentados “ad libitum”. A temperatura de 18°C foi usada como referência para a avaliação do índice de termoneutralidade.

BRODY, afirma que a zona de conforto varia de 1 a 16°C para o gado bovino europeu e de 10 a 27°C para o gado zebuino.

Segundo a literatura, acima de 16°C em gado bovino europeu e 27°C em gado indiano, há ativação dos mecanismos termorreguladores verificada pelo aumento do ritmo respiratório e evaporativo; acima de 26,5°C em gado europeu e 35,0°C em gado indiano os mecanismos de compensação começam a falhar, acarretando rápido aumento da temperatura retal, declínio na ingestão de alimentos, na produção de leite e no peso corporal. Autores comentam que quanto menor a temperatura noturna, maior a tolerância à temperatura diária, em bovinos.

As raças Holandesa, Jersey, Parda Suíça e Brahma apresentam diferentes graus de tolerância ao calor, sendo a Holandesa a de menor tolerância e a Brahma a de maior tolerância. Todavia, a Holandesa tem sido bastante difundida, graças a sua elevada produtividade, ainda que sejam maiores suas exigências alimentares, sanitárias e de manejo.

Alguns autores, afirmam que os bovinos das raças européias cessam a ruminação à temperatura de 32 e 33°C.

A literatura cita que se torna muito difícil a criação de raças bovinas européias onde a temperatura média anual é superior a 18,3°C.

Baseado em vários trabalhos experimentais, se conclui que as condições mais adequadas para o gado bovino europeu correspondem à média mensal inferior a 20°C em todos os meses e umidade relativa do ar de 50 a 80%.

Nas aves, a zona de termoneutralidade varia com a idade, consumo de ração, atividade e empenamento. As aves são animais capazes de tolerar

temperaturas muito baixas, porém não muito acima da termoneutralidade. A zona de termoneutralidade das aves é de 32 e 34°C, na 1ª fase de criação (pintos) e 14 e 25; na 2ª fase de criação (adultas), sendo ideal, manter a temperatura ambiente de 20-21°C.

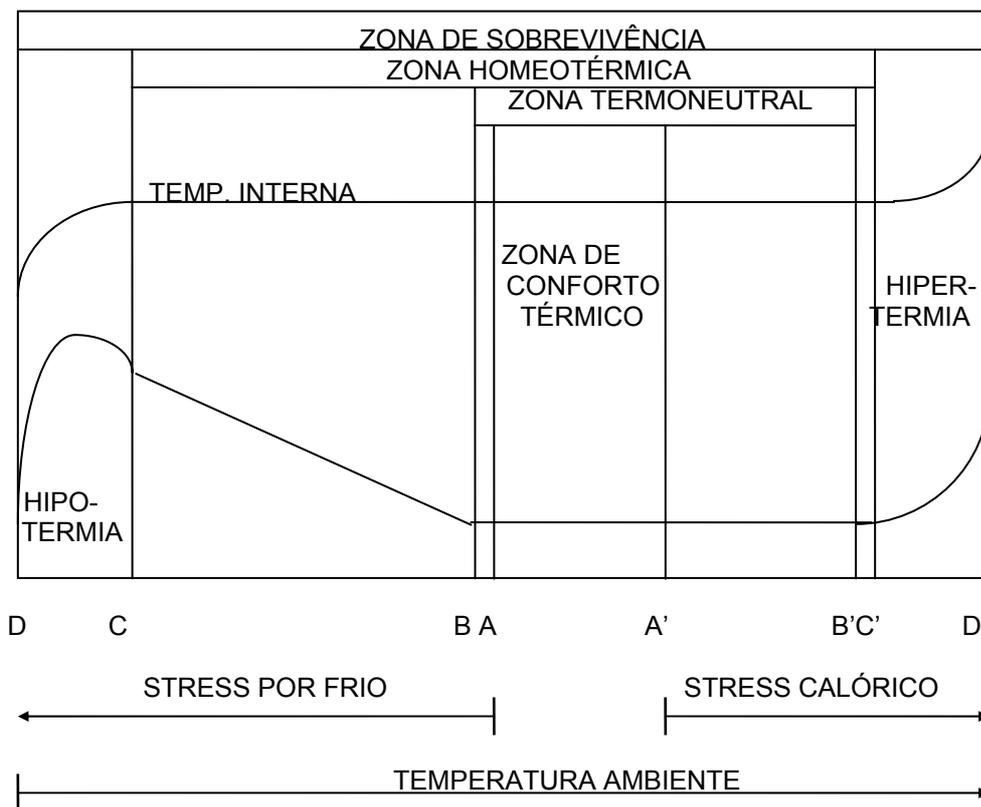


FIGURA 6. Representação esquemática das temperaturas críticas do meio ambiente e as zonas abrangidas por elas.

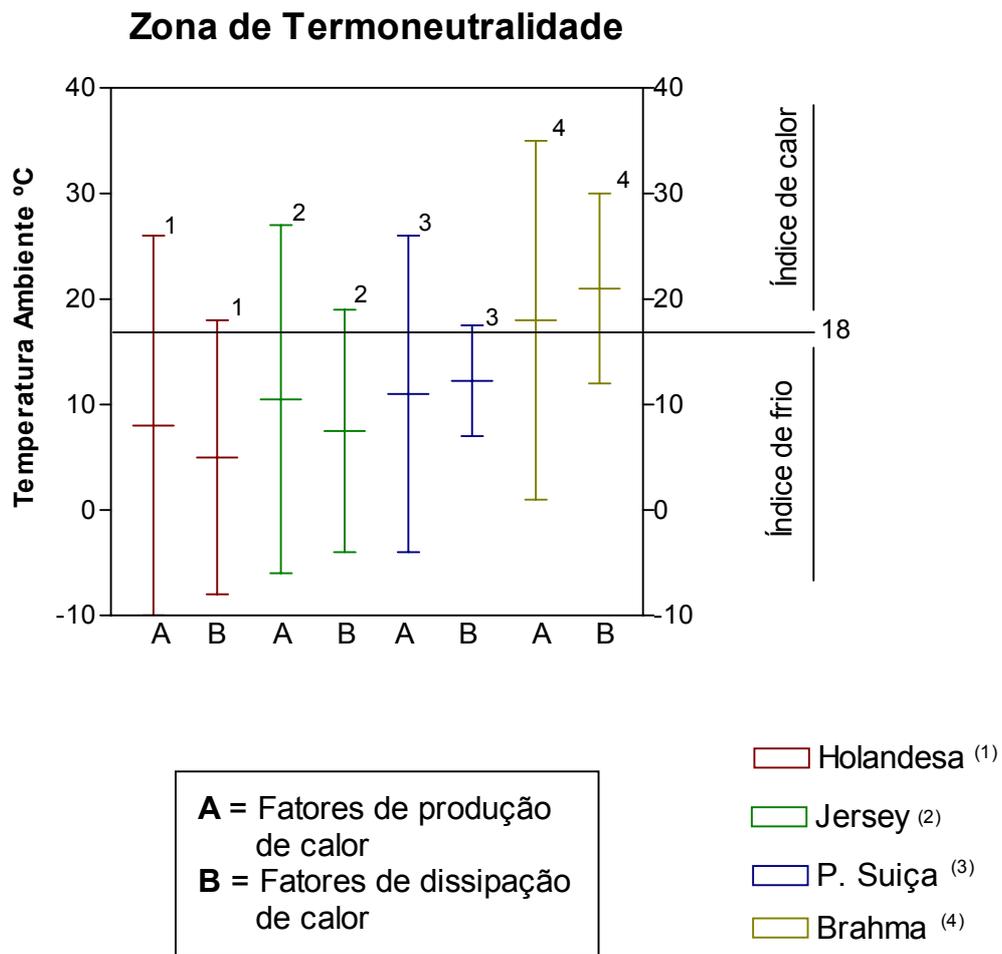


FIGURA 7. Zona de termoneutralidade de bovinos das raças Holandesas, Jersey, Parda Suíça e Brahma.

Temperatura e respostas fisiológicas

A alta temperatura ambiente associada à alta umidade do ar e à radiação solar são agentes causadores de stress térmico nos animais.

Vários estudos mostram a influência térmica do ambiente sobre respostas fisiológicas dos animais domésticos, representadas pela temperatura retal, temperatura da pele, frequência respiratória, frequência cardíaca, produção e dissipação do calor. A medida que aumenta a temperatura ambiente, notadamente a partir da zona crítica superior, aumenta a temperatura retal, a temperatura da pele e a frequência respiratória dos animais domésticos. A aceleração do pulso, embora, a priori, sendo um aspecto de menor importância que o ritmo respiratório e temperatura retal, a frequência da pulsação tende a aumentar com a temperatura ambiente; entretanto este aumento, é às vezes, de pouca intensidade sem correspondência efetiva com os aumentos da temperatura corporal e do ritmo respiratório.

A literatura cita, que a partir de 26,5°C ocorre aumento na temperatura retal, da pele e do pêlo do gado bovino europeu e no zebu, porém o aumento no segundo é menor. A frequência respiratória no europeu a 26,5°C já é acentuada e no zebu apenas a 33-35°C.

O gado bovino europeu tolera bem o frio e mal o calor, e o gado indiano bem o calor e relativamente mal o frio. BRODY demonstrou-o em ensaio no qual a -14°C, o aumento na produção de calor em relação à produção a 10°C foi, em vacas Holandesas, de apenas 2% e no zebu de 60%.

Vários trabalhos, citam dados de produção de calor e resfriamento evaporativo para gado europeu e zebuino sob temperatura de 10 a 40,5°C. Observa-se que a produção de calor do gado bovino indiano é menor que do europeu em todas as temperaturas desta faixa, e a partir de 26,6°C há queda na produção para ambas as espécies. A produção de umidade também é menor no gado zebuino que no europeu em todas as temperaturas, sendo conseqüentemente menor o resfriamento evaporativo no zebuino, por sua menor produção de calor, tem menos necessidade de resfriar-se pelos processos de resfriamento evaporativo.

Alguns trabalhos mostram, à medida que aumenta a temperatura, aumentam também as proporções de dissipação por evaporação cutânea e pulmonar, e que a partir de 34 e 35°C o resfriamento por evaporação pulmonar alcança mais de 26% do total, exigindo grande esforço da dinâmica pulmonar, em bovinos. Na Figura 8 é apresentada as proporções de dissipação térmica por evaporação pulmonar, cutânea e não evaporativa, sob diferentes temperaturas.

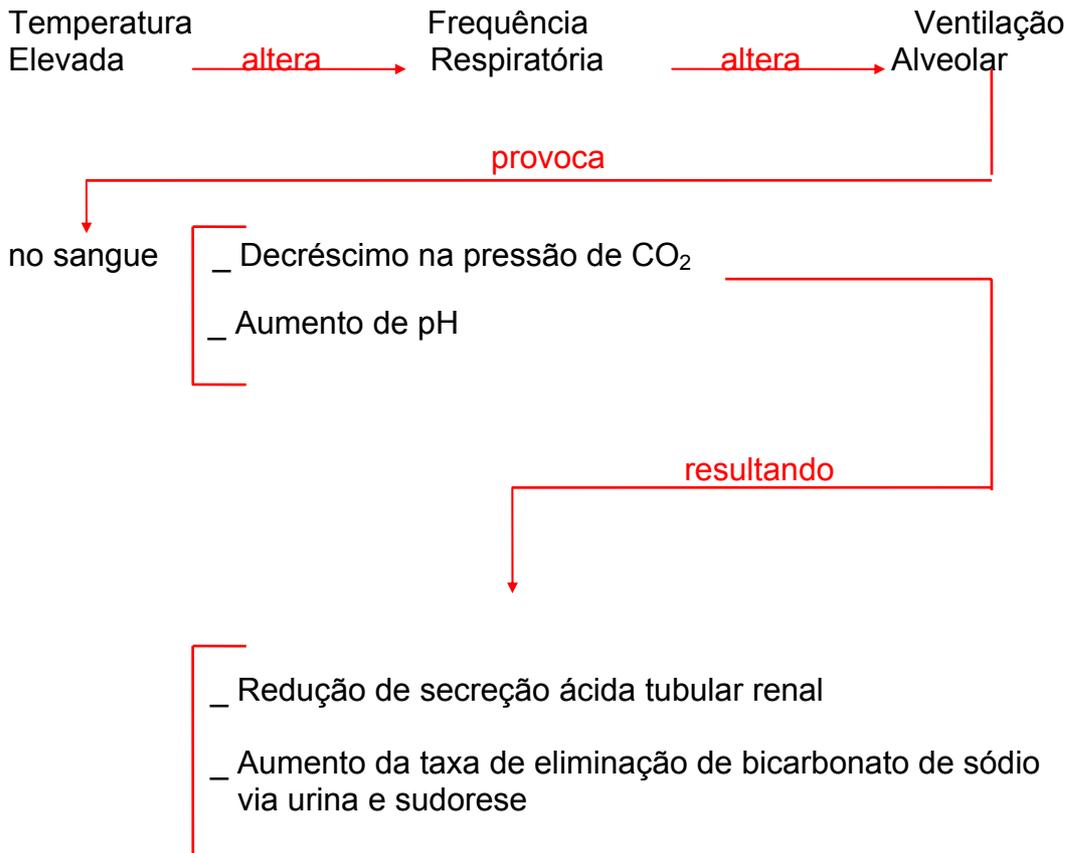
Em condições de stress calórico, as aves sofrem alterações fisiológicas como respiração ofegante, e conseqüentemente, alcalose respiratória.

Baseando-se na literatura, podemos afirmar, que a média da temperatura corporal dos animais domésticos variam entre dias, talvez, decorrentes de variações na temperatura ambiente.

Em síntese, sob condições de stress calórico, os animais (mamíferos e aves) lançam mão de mecanismos fisiológicos de perda de calor para manter a homeotermia. Todavia na dependência da intensidade do stress calórico, podem apresentar uma temperatura corporal elevada, ou seja uma hipertermia. Animais submetidos a stress calórico, apresentam aumento da frequência respiratória como um dos mecanismos fisiológicos de perda de calor por evaporação. Contudo, esse aumento na frequência respiratória tende a interferir na ventilação alveolar a qual subseqüentemente altera o pH, e às concentrações de CO₂ e O₂ no sangue.

Entretanto com o aumento contínuo da temperatura do corpo, a frequência respiratória tende a diminuir, ocorrendo um decréscimo na pressão de CO₂ e redução na secreção ácida tubular renal em razão da perda conforme o esquema abaixo (BEEDE & COLLIER).

ESQUEMA DO EFEITO DA TEMPERATURA NO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE



O aumento na taxa de eliminação de bicarbonato de sódio através da urina e sudorese pode ser uma resposta compensatória ao aumento de pH no sangue. Assim, essas alterações no equilíbrio ácido-base pode induzir à alcalose respiratória (SCHNEIDER e colaboradores) e interferir no fluxo de substratos tamponantes para as glândulas salivares (BEEDE & COLLIER).

A ampliação das perdas evaporativas com a elevação da temperatura ambiente, tendem a aumentar a eliminação de substâncias iônicas como sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca) e cloro (Cl), isto porque o aumento na reciclagem de água requer um incremento associado da reciclagem eletrolítica para mover a água através de vários fluidos para a superfície evaporativa (MATOS).

Segunda a literatura, dentre os macrominerais que tem seus requisitos alterados na hipertermia, destacam-se o K e Na, em decorrência da elevada eliminação de cloreto de potássio (KCl), bicarbonato de potássio (KHCO₃) e bicarbonato de sódio (NaHCO₃) pelo suor e urina, respectivamente.

A adaptação metabólica necessária, objetivando acomodar as alterações na utilização de nutrientes na hipertermia resulta na alteração da concentração de vários hormônios no sangue, principalmente os diretamente envolvidos com o mecanismo homeostático e com a partição de nutrientes (BAUMAN & CURRIER; BEEDE & COLLIER).

Dentre os hormônios associados com a adaptação ao stress térmico estão a prolactina, hormônio do crescimento (GH), glicocorticóides, hormônio anti-diurético (ADH), aldosterona, epinefrina, nor-epinefrina e tiroxina (TH) (BEEDE & COLLIER).

A maioria das respostas hormonais a hipertermia estão associadas a alteração na reciclagem de água e eletrolítica. Assim o aumento na concentração de ADH está claramente associado à necessidade de conservar e aumentar a ingestão de água. Do mesmo modo, a baixa concentração de aldosterona, é um reflexo da necessidade de conservar potássio (K), em razão da elevação da concentração deste mineral no suor dos ruminantes e aumentar a perda de sódio (Na) através da urina (BEEDE & COLLIER).

Segundo COLLIER e colaboradores, a função fisiológica da prolactina na adaptação ao stress térmico ainda não é conhecida, possivelmente, o aumento observado na concentração pode estar diretamente relacionado com o metabolismo de potássio (K), tendo em vista que o aumento de potássio (K) na dieta, reduz marcadamente a taxa deste hormônio no plasma de bovinos.

A literatura reporta, que a alteração nas concentrações de epinefrina e nor-epinefrina, estão provavelmente relacionadas ao aumento na atividade das glândulas sudoríparas, já que os mesmos são estimulados através da regulação adrenérgica.

Vários trabalhos citam, que as baixas concentrações dos hormônios metabólicos tais como tiroxina, corticosteróides e hormônio do crescimento, são decorrentes da redução no metabolismo, como forma de adaptação ao stress térmico.

E a primeira reação dos animais a um ambiente quente e à vasodilatação periférica, resultante da queda da pressão sangüínea com conseqüente diminuição da freqüência cardíaca. Por outro lado, uma elevação da temperatura ao nível do nódulo sino-atrial causando um aumento na freqüência cardíaca. O aumento ou diminuição da freqüência cardíaca está na dependência da intensidade de stress a que estão submetidos os animais (GAYÃO).

A temperatura da pele pode variar independentemente da temperatura retal, pois além de estar relacionada a condições fisiológicas como vascularização da pele e taxa de sudorese, por ser uma temperatura de superfície; depende principalmente de fatores externos de ambiente como temperatura e umidade do ar, radiação solar e vento. Em geral, em ambiente quente, a temperatura da pele se eleva.

Em ambiente quente de modo geral, os animais reduzem a taxa metabólica como um dos mecanismos de adaptação fisiológica para evitar a sobrecarga de calor no organismo (GAYÃO).

SEIF e colaboradores observaram, em vacas secas vazias da raça Holandesa, que a taxa metabólica reduziu-se em 15,9% com animais à temperatura e umidade relativa do ar de 32°C e 50% por cinco semanas, que quando mantidas a 18°C e 50%, pelo mesmo período.

Segundo GAYÃO, alguns estudos tem sido realizados na tentativa de se determinar a relação entre a freqüência cardíaca e a produção de calor nos animais, a fim de se verificar a possibilidade de se usar essa relação para estimar a taxa metabólica em algumas espécies. Entre eles, o de HOLMES e colaboradores,

no qual a frequência cardíaca esteve altamente (estatisticamente) relacionada com a produção de calor de bezerros Jersey entre 6 e 30 semanas de idade.

Submetidas a um stress térmico agudo (45°C por 24 horas), bodes Jamnapari aumentaram a produção de calor metabólico em 52,6 kcal/kg/dia, após serem mantidos a 18,5°C por 24 horas (JOSHI e colaboradores).

Trabalhando com cabras beduínas expostas ao sol e à sombra, DMI'EL e colaboradores verificaram uma redução de 10,7% no consumo de oxigênio das cabras ao sol, quando comparada à sombra.

Entretanto GAYÃO, trabalhando com cabritos Saanen, em São Paulo, não encontrou relação entre a taxa metabólica e frequência cardíaca. Semelhante resultado foi obtido por BROCKWAY & McEWAN os quais não encontraram relação entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio em respostas ao frio em ovelhas.

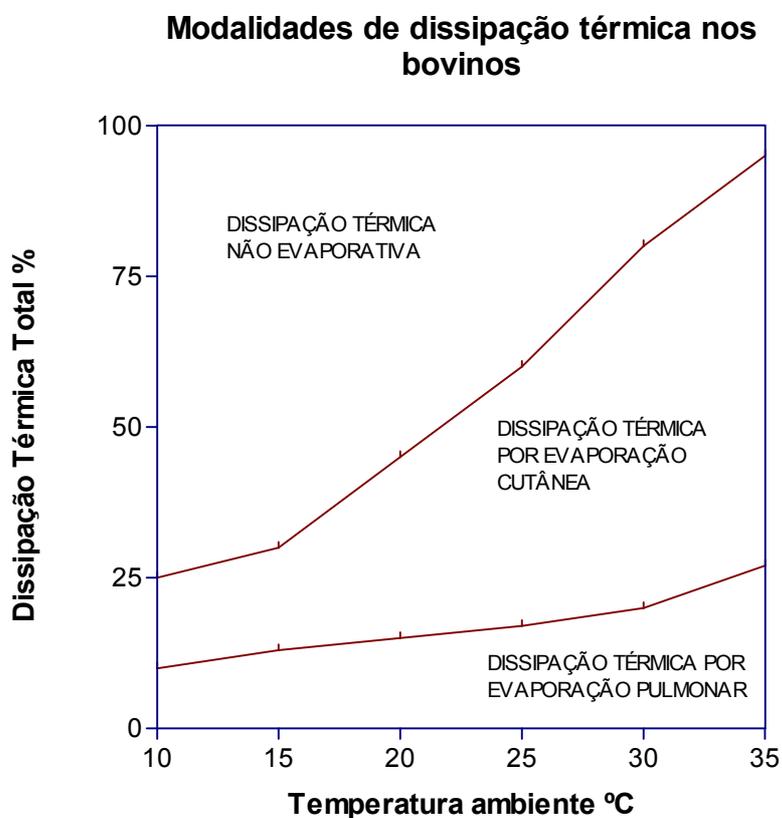


FIGURA 8. Modalidades de dissipação térmica nos bovinos, por evaporação e não evaporação.

Efeito da temperatura na ingestão de alimentos, de água e nos hábitos de pastejo

Em regiões tropicais, onde a temperatura ambiente excede por longo período de tempo, o limite de tolerância ao calor, a redução na ingestão de alimentos funciona como uma estratégia fisiológica do organismo para a homeotermia.

Alguns autores reportam, que possivelmente, o excesso de calor ambiental atue de forma direta no hipotálamo, com inibição da atividades no centro do apetite, reduzindo assim a ingestão de matéria seca.

O consumo de alimento é ainda influenciado pela composição da dieta e sistema de criação utilizado, em manejo extensivo essa inibição é resultante da redução na atividade de pastejo (BEEDE & COLLIER).

Vários estudos tem mostrado a redução expressiva na ingestão voluntária de alimentos pelas vacas leiteiras em ambiente acima de 30°C, conforme Quadro 4 (MATOS).

QUADRO 4. Efeito do stress térmico no consumo de alimentos.

Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Redução de Consumo (%)	Referências
32	20 - 50	20	DAVIS & MERILAN
32	-	20	VANSOEST e col.
32	20 - 45	15	JOHNSON & VANJONACK
37	80	15	SCHNEIDER e col.
37	-	13	MALLONÉE e col.
41	-	10	SCHNEIDER e col.

A redução no consumo de alimentos, principalmente forragens, apresentam severos problemas metabólicos que afetam a dinâmica de funcionamento do rúmem, tais como: redução na ruminação, pH, taxa de acetato:propionato, que associados a fatores neuro-endócrinos influenciam na digestão.

A literatura cita, que a queda do pH do rúmen de vacas submetidas a stress térmico, poderá estar associado a redução da ruminação, o que implica na limitação do crescimento microbiano, acarretando um maior tempo de retenção do bolo alimentar na rúmen.

Os estudos relatam, que em geral, em temperaturas elevadas a digestibilidade das forragens aumenta em bovinos, em função do maior tempo de retenção da digesta no rúmen, o que permite um maior aproveitamento da fração alimentar potencialmente digestível, entretanto a redução no consumo de forragens, resulta na perda de nutrientes totais disponíveis para o animal. Além disso, a eficiência da utilização da energia é reduzida, sendo isto devido aos elevados requerimentos para manutenção, resultante da elevada atividade metabólica

do corpo para aliviar o excesso de calor, assim a respiração acelerada pode aumentar as necessidades para a manutenção de 7 a 25% dependendo da intensidade.

Em vacas lactantes, particularmente no início da lactação, a redução no consumo de energia associado ao aumento nos requerimentos, podem acelerar o catabolismo de gordura, de tal modo que, uma oxidação incompleta de ácidos graxos leva a produção de corpos cetônicos (aceto-acético, beta-hidroxi-butilato e acetona) que quando produzidos a uma taxa maior do que eliminados, acumulam no sangue, reduzindo a sua reserva alcalina o que pode provocar acidose metabólica (COLLIER e colaboradores).

Embora a hipertermia reduza quantitativamente os ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos pelo rúmen, este decréscimo não é inteiramente resultante da baixa ingestão de alimentos, isto porque a produção aparente de AGVs foi restaurada somente parcialmente, quando bovinos em tensão térmica receberam através de fístula ruminal níveis de ingestão igual à animais na termoneutralidade (KELLEY e colaboradores).

Ensaio realizado com vacas leiteiras submetidas a altas temperaturas tem evidenciado balanço negativo de nitrogênio. A literatura reporta, que tal observação é decorrente do catabolismo de proteína, objetivando a produção de energia, cujo consumo nesta circunstância encontra-se reduzido e a exigência para manutenção elevada.

Um aumento na taxa de eficiência de utilização do nitrogênio de 5 a 15% tem sido observado, todavia, a hipótese mais provável é que tal aumento é resultante da redução no consumo de alimento, bem como, das taxas de atividades produtivas (BEEDE & COLLIER).

A absorção de nutrientes ao longo do trato gastrointestinal, ainda não tem sido bem quantificado durante o stress térmico, face às dificuldades de ser medido o fluxo sangüíneo no rúmen e intestino (MATOS). Contudo, há evidências que o fluxo sangüíneo no trato gastrointestinal inferior pode ser influenciado pela combinação entre o nível de consumo e efeito direto da temperatura, já que na hipertermia além da redução no consumo de alimento, há um aumento na vasodilatação periférica objetivando uma maior perda de calor por via evaporativa e convectiva. Assim, tal ocorrência pode provocar um decréscimo no fluxo sangüíneo no lúmen do trato alimentar e conseqüentemente uma redução na absorção de nutrientes (MATOS).

A eficiência na utilização dos alimentos está, entre outras causas, condicionada ao problema da temperatura.

Entre as altas temperaturas externas, nas quais o animal homeotérmico reduz o consumo alimentar aquém do que realmente necessita para a elaboração de utilidades; e entre as baixas temperaturas do ambiente, nas quais os animais consomem alimentos no limite da sua capacidade anatômica para manter constante a temperatura corporal, mas sem excedentes para os processos de produção, situa-se a temperatura ótima do meio para a máxima utilização dos alimentos. Tanto em temperaturas elevadas como baixas ocorre queda na produção de origem animal, seja por insuficiência de energia alimentar, seja por indisponibilidade de energia para o processo produtivo. É então fácil conceber a existência de temperatura ótima para maximizar a utilização da matéria-prima pela "máquina animal".

A literatura cita que a temperatura crítica para o consumo de alimentos por bovinos Holandeses situa-se entre 24 e 26°C, por Jerseys entre 26 e 29°C por Pardas Suíças acima de 29°C e por zebus Brahmas entre 32 e 35°C. As Holandesas diminuem o consumo em aproximadamente 20% à temperatura ambiente de 32°C, e cessam-no a 40°C; nesta temperatura a ruminação decresce.

Alguns trabalhos mencionam que temperaturas altas durante o dia e relativamente baixas durante a noite não deprimem a ingestão total de alimentos por parte dos bovinos, na mesma proporção que uma temperatura constante elevada durante as 24 horas.

A literatura reporta que uma variação diurna de temperatura de 21,5 a 38,5°C reduz de 20 a 35% a ingestão de alimentos em bovinos Holandeses, havendo pouco efeito, menos de 10% em bovinos Jerseys.

O aumento no consumo de água é a maior resposta ao desconforto térmico, onde, a água consumida é utilizada primariamente como veículo de dissipação de calor. Sob condições a campo, a ingestão aumenta rapidamente em temperatura ambiente acima de 27°C, podendo as necessidades alcançarem valores de 1,2 a 2 vezes mais do que os requerimentos da termoneutralidade (BEEDE & COLLIER).

A água é o nutriente mais importante para as vacas em stress calórico, sendo suas exigências preenchidas através da água metabólica derivada da oxidação de substratos orgânicos nos tecidos, contida nos alimentos e ingerida. A temperatura ambiente e a umidade relativa afetam os requerimentos de água, assim, a temperatura elevada aumenta a demanda por água, enquanto que umidade relativa baixa aumenta a perda de água através da respiração e transpiração (MATOS).

O nível de ingestão de alimentos, a forma física da dieta, qualidade e temperatura da água e status fisiológico do animal, influenciam na ingestão durante o stress térmico (Quadro 5 e 6) (MATOS).

QUADRO 5. Efeito da temperatura da água no consumo em vacas sob stress térmico.

	TEMPERATURA DA ÁGUA INGERIDA °C			
	10	16	22	28
Consumo Médio	24,8	27,4	29,2	31

Segundo a literatura, a ingestão de alimentos de boa qualidade, resulta em aumento da taxa metabólica e elevação no requerimento de água para o metabolismo intermediário e termorregulação. Por outro lado, alimentos fibrosos reduzem a taxa de energia e o metabolismo de água, todavia, o incremento calórico poderá aumentar a temperatura e a demanda termorregulatória por água (FINCH).

Pelo Quadro 6, constata-se que o aumento da temperatura ambiente, além de alterar o consumo, provoca uma sensível mudança na reciclagem de água pelas diferentes rotas de eliminação (urina, fezes, superfície corporal e respiração). A variação no balanço da água apresenta como consequência uma significativa alteração no balanço eletrolítico.

QUADRO 6. Balanço de água em vacas leiteiras lactantes e secas submetidas a diferentes temperaturas ambientes.

Parâmetros	Temperatura °C			Diferença em ambientes quentes
	18	20	30	
Vacas em lactação				
<u>Água consumida:</u>				
Bebida (kg/dia)	57,9		74,7	29,0
Alimento (kg/dia)	1,6		1,4	-14,3
<u>Fontes de eliminação de água:</u>				
Urina (kg/dia)	11,1		12,8	15,0
Fezes (kg/dia)	17,9		12,0	-33,0
Superfície corporal (g/m ² /h)	94,6		150,6	59,3
Respiração (g/m ² /h)	60,6		90,7	50,0
Vacas secas				
<u>Fontes de eliminação de água:</u>				
Fezes (kg/dia)		13,0	9,8	-24,6
Urina (kg/dia)		11,7	14,7	25,6
Superfície corporal (kg/dia)		10,6	29,3	176,4
Respiração (kg/dia)		7,6	11,7	53,9

O aumento no consumo de água observado com a elevação da temperatura é decorrente da necessidade de aumentar o efeito da água. Assim, para estimar este efeito, basta que se efetue a seguinte operação (LANHAN e colaboradores; MILLAN e colaboradores):

$$TC - TA = Vr \times Q = CA$$

Onde:

- TC = temperatura do corpo em °C
- TA = temperatura da água em °C
- Vr = valor respiratório em Kcal / litro
- Q = quantidade de água ingerida em litros
- CA = calor absorvido em Kcal

Os estudos mostram que bovinos do mesmo peso requerem maior quantidade de água com o aumento da temperatura. Importante é que o animal possa beber repetidamente, provocando abaixamento da temperatura corporal.

Alguns estudos, mostram que vacas europeias em lactação consomem menos água a temperaturas de 32°C ou superiores. O fato prende-se a um menor rendimento em leite e consumo de alimentos, em condições de

afrontamento térmico. As vacas indianas em contraste aumentam o consumo de água quando aumenta a temperatura ambiente. Todavia, o gado indiano consome menos água que o europeu em valor absoluto e também por unidade de matéria seca ingerida. Diferenças em consumo de água encontram-se nas diversas raças de gado bovino europeu. A conclusão das observações é que a tolerância ao calor esta associada a um baixo consumo líquido e a sensibilidade a um maior consumo.

A temperatura influi ainda nos hábitos de pastejo dos ruminantes. Verifica que o bovino tem tendência a aumentar suas horas de pastejo noturno, quando ocorrem altas temperaturas diurnas.

A literatura cita, que vacas européias pastam menos de 3 horas durante o dia, porém 3 vezes mais durante a noite, sob temperatura média diária oscilando de 29 a 32°C e noturna de 21,5 a 27°C, com temperatura média diária oscilando de 20 a 24°C, e noturna de 14 a 18°C o pastejo durante o dia e de 2 a 3 vezes o tempo despendido nos dias quentes. Estes resultados sugerem a necessidade de se adequar o manejo dos animais, para que o pastejo possa ser feito no maior número possível de horas e para que os animais desfrutem de sombras no período mais quente do dia.

Em síntese, a máquina-animal homeotérmica experimenta dificuldades para fazer a conversão de alimentos em utilidades no ecossistema de pasto nos trópicos, porque, ou não se adaptam ao calor, ou porque reduzem o consumo de matéria-prima alimentar ou ainda desviam a energia dos alimentos para outras funções prioritárias que não as de processo produtivo, mais ou menos acentuadamente de acordo com seus recursos anatomorfofisiológicos específicos, sugerindo ajustamentos estruturais e genéticos.

Efeito da temperatura na reprodução

Os fatores ambientais, principalmente os climáticos (temperatura, luz), alimentação e manejo reprodutivo, tem efeito direto sobre a performance reprodutiva dos animais. Como sabemos, fertilidade é um caráter quantitativo da baixa herdabilidade.

O ambiente exerce marcada influência sobre a vida reprodutiva, com efeitos evidentes que resultam muitas vezes na supressão ou abaixamento da eficiência reprodutiva.

A literatura mostra que a eficiência reprodutiva dos ruminantes é geralmente menor nos animais localizados nos trópicos do que aqueles de zonas temperadas. A alta temperatura da maioria dos ambientes tropicais, afeta os processos reprodutivos diretamente e indiretamente através do stress na produção.

Nos machos das espécies domésticas, altas temperaturas podem provocar: esterilidade estival, degeneração do epitélio germinativo, abaixamento da produção de sêmen, queda da fertilidade, etc. Nas fêmeas: retardamento da maturidade sexual, interferência na fertilidade do óvulo e na sua implantação no útero, interrupção da prenhez, etc. Todavia, não tem sido observado alteração significativa da prolificidade e do período de reprodução, onde espécies como a ovelha e a cabra apresentam atividade sexual ao longo do ano devido a inexistência de variações anuais significativas no fotoperíodo perto do equador.

A eficiência reprodutiva dos ruminantes nos trópicos pode ser melhorada protegendo os animais das altas temperaturas e umidade e providenciando uma alimentação adequada durante os períodos de seca.

Também através de esquemas reprodutivos de forma tal que períodos de maior requerimento nutricional dos animais coincidam com as épocas de maior

produção de forragens. Contudo, ênfase deve ser dada na eficiência de adaptação dos animais aos trópicos, não somente para assegurar a reprodução das espécies mas também para superar os níveis reprodutivos.

Efeito da temperatura no crescimento

O crescimento avaliado pelo ganho de peso, é a função fisiológica relacionada a produção de carne nos animais.

O crescimento é um conjunto de acontecimentos metabólicos controlados pela herança e pelo meio ambiente.

Alguns fatores ambientais estão relacionados a depressão do crescimento, prejudicando a produção de carne, entre eles as condições meteorológicas prevalentes que podem causar redução na taxa de crescimento pré e pós-natal.

No stress calórico prolongado o efeito catabólico e a gliconeogênese, estimulados pelos glicocorticosteróides levam a perda de peso pelos animais, pois tecidos musculares ou gordurosos são transformados em glicose para produção de energia.

Observa-se também, um efeito catabólico sobre os tecidos conjuntivos e ósseos e órgãos linfáticos, resultando em balaço negativo de nitrogênio no organismo. Dessa forma ao invés de formação de deposição de músculo ou mesmo reposição de tecido, a síntese de proteínas e lipídeos da lugar a degradação de moléculas mais simples de açúcares, resultando em inibição do crescimento.

As condições climáticas afetam a quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos, a ingestão de água, a energia potencial da forragem, o sistema termorregulador do organismo, etc. Segundo a literatura, esses fatores isoladamente e em conjunto, tem marcada influência no crescimento fetal. A temperatura é talvez o fator climático mais importante no crescimento fetal, justificando o fato de raças européias em ambientes tropicais darem bezerros menores que os nascidos em regiões temperadas. Alguns trabalhos, citam que vacas européias gestantes mantidas ao sol, apresentam temperatura retal e a frequência respiratória mais elevadas do que aquelas mantidas à sombra, e que bezerros das vacas mantidas à sombra nascem mais pesados em média, que os vacas expostas ao sol. Isso demonstra que o stress calórico parece retardar o crescimento fetal.

O crescimento pós-natal depende tanto do meio como incluindo os fatores ligados à mãe, como a idade, e habilidade leiteira e maternal, bem como os fatores genéticos. A estação em que ocorre o nascimento afeta os valores interferentes no desenvolvimento dos bezerros.

Alguns estudos afirmam, que o crescimento de raças bovinas européias diminui quando submetidas a temperatura constante de aproximadamente 24°C, cessando-o por completo a temperatura de 29 a 32°C. Outros trabalhos relatam a relação entre temperaturas ambientes variando de 15 a 35°C e os ganhos de peso de garrotes da raça holandesa com idade variando de 15 a 21 meses. Observaram que os ganhos de peso se mantiveram quando a temperatura era 26 a 29°C, porém perdas de peso diárias ocorreram durante a exposição dos animais de 32 a 35°C.

Estudos relatam o crescimento de bezerros Holandeses, Jersey e Guernsey iniciando com aproximadamente 3 semanas de idade até 15 meses, mantidas a 10°C e a 25 e 27°C (stress calórico moderado) verificaram, que o

crescimento dos bezerros submetidos ao stress calórico moderado foi deprimido quando comparado aos mantidos a 10°C.

O gado bovino Shortorn criado a 10°C com 15 a 18 meses de idade, pesam 12 a 15% mais do que quando a 26 e 28°C. Já o gado bovino bi-mestiço (5/8 Shortorn + 3/8 zebu Brahma) Santa Gertrudes cresce igualmente e mantém a mesma temperatura retal a 26,5 como 10°C.

Em ambientes quentes o consumo de matéria seca por unidade corporal, o quociente de digestibilidade e a absorção de metabólitos no intestino, são maiores no gado zebu que no gado bovino europeu. Em virtude disto, aquele acusa maior eficácia na utilização dos alimentos e um metabolismo de tipo mais baixo nos trópicos, ainda que suas médias de ganho de peso sejam menores que os dos tipos correspondentes de bovino europeu em clima temperado. Nas zonas temperadas as raças européias para carne tem crescimento mais rápido que as indianas; o contrário acontece nas regiões tropicais.

Vários trabalhos, afirmam que bovinos de raças européias leiteiras, não ganham peso quando submetidas a temperatura superior a 21°C. Com o declínio da temperatura os animais voltam a ganhar peso.

Em ovinos, o ganho de peso diário até a desmama, como também a percentagem de cordeiros desmamados, ficam diminuídos pela dificuldade dos animais em suportarem o calor ambiente. Também foi observado que nas ovelhas submetidas a temperatura elevada, além da redução de natalidade, os cordeiros nascem com pouco peso.

Em suínos, verificou-se, em observações em câmaras climáticas, que leitões de cerca de 45Kg de peso vivo apresentaram maior ganho de peso, com melhor taxa de conversão com temperatura em torno de 24°C; com leitões mais desenvolvidos pesando aproximadamente 90Kg, a temperatura mais favorável foi bem mais baixa: 15°C. Observações posteriores apresentaram resultados semelhantes: para os leitões de 45Kg a temperatura ótima foi de 21,1°C e para os mais pesados essa temperatura se aproximou de 15°C.

Em frangos de corte, a eficiência do ganho de peso e da conversão alimentar decrescem em temperatura elevada.

O crescimento (pré e pós-natal), em caprinos, também é afetado pela temperatura ambiente elevada.

Em síntese, a redução no crescimento pelo stress térmico, parece ser devida à diminuição na ingestão de alimentos, aumento da energia despendida pelo animal para perder calor e redução na quantidade de nitrogênio, gordura e água armazenada.

O crescimento compensatório é definido como aquele que ocorre de forma rápida após um período de crescimento reduzido. Este usualmente é devido à ingestão limitada de alimento, quantitativa e qualitativamente. A ingestão adequada e subsequente de alimento proporciona o crescimento compensatório. Fatores potencialmente importantes na expressão do crescimento compensatório incluem o estágio individual de crescimento dos animais, a severidade e duração da depressão ou supressão do crescimento impostos pelos estressores ambientais e a condição dos animais antes do stress (GAYÃO). Alterações das funções digestivas também podem ser fatores que influem no processo de crescimento ou ganho compensatório. A habilidade de compensar o crescimento há muito tem sido relacionada aos estressores nutricionais. Todavia, tem havido recentemente o reconhecimento da relação entre a habilidade compensatória e outros estressores ambientais (HAHN & SALLVIK).

Efeito da temperatura sobre a produção de carne e carcaça

No stress prolongado, como o calórico, a hipófise secreta menos hormônios (STH, TSH, FSH e LH). A hipófise secretando menos hormônio tireotrófico (TSH) conduzindo reduzida atividade da tireóide, esta por intermédio de seus hormônios (tiroxina, triiodotironina, etc.) estimula o metabolismo das proteínas, gorduras, carboidratos, água, minerais e energia, além da imprescindível função no crescimento. Diminui a secreção de hormônios gonadotróficos (FSH, LH), reduzindo a atividade das gônadas e a secreção de seus hormônios sexuais; e a redução da secreção do hormônio do crescimento (STH ou GH).

Hormônios sexuais oriundos da adrenal, onde o eixo hipotálamo-hipófise-cortex adrenal é desativado pelo “feedback” negativo, e em caso de esgotamento da adrenal (stress crônico), a produção desses esteróides é ainda mais reduzida. Esses esteróides tem grande efeito anabólico, estimula o crescimento e desenvolvimento da musculatura.

A temperatura ambiente influencia no desenvolvimento ponderal, crescimento dos jovens, conformação e tamanho, acabamento, conversão alimentar, manutenção do peso, taxa de crescimento do embrião, peso ao nascer, peso no pré e pós-desmame, etc.

Além das alterações citadas, existem várias outras reações fisiológicas desencadeadas pelo sistema neuro-endócrino, pelas quais o organismo tenta compensar efeitos climáticos e manter a homeotermia. No entanto, para a ocorrência de tais reações termorreguladoras é desviada energia, a mesma que poderia ser empregada para o crescimento e desenvolvimento da musculatura.

Os fatores ambientais influem significativamente na conformação do corpo, alteração na características de carcaça e qualidade da carne.

A literatura cita que bovinos de raças européias tropicais apresenta o comprimento do corpo e a altura da cernelha significativamente menores, quando comparados aos bovinos destas mesmas raças criadas em regiões de clima temperado; estas últimas desenvolvem maior esqueleto.

Segundo a literatura, são evidentes os efeitos do ambiente notadamente a temperatura sobre o teor de gordura intramuscular, cor e maciez da carne durante engorda de bovinos, suínos e ovinos.

Efeito da temperatura sobre a produção de leite

A temperatura ótima para a lactação depende da espécie, da raça e de sua capacidade de tolerância ao calor ou frio. Dentro de uma faixa determinada de temperatura as produções permanecem relativamente inalteradas (máximas e mínimas) elas decrescem rapidamente.

A literatura afirma, que a temperatura crítica para produção de leite, consumo de alimentos e aumento da temperatura retal, varia com o tamanho do animal e o nível de produção láctea. Sendo tanto baixa quanto maiores os dois elementos.

A literatura cita para vacas Holandesas que as temperaturas críticas máximas são aproximadamente de 21°C, de 24°C a 27°C para as Pardas Suíças e Jersey e de 32°C para as Brahmas. Com relação as temperaturas críticas mínimas, as vacas Jerseys diminuem a produção leiteira a 2°C, enquanto as Holandesas mantêm-se indiferentes até mesmo à temperatura de -13°C.

Na Figura 9 é apresentada um diagrama correspondente no qual se insere também o consumo de alimento.

“O stress calórico tem efeito negativo sobre o apetite”. Temperaturas altas acima da termoneutralidade do animal, observa-se redução da ingestão de forragem e inibição geral do trato digestivo.

Vários autores citam, que o decréscimo na produção de leite seria devido não só ao declínio na ingestão de alimentos ou na qualidade da forragem, mas também ao efeito do calor sobre os mecanismos fisiológicos da lactação, principalmente em relação ao baixo nível de tiroxina no sangue no verão.

A literatura comenta, que a explicação para o efeito do stress calórico na lactação reside principalmente, no fato de as reações por ele provocadas alterem todo o complexo endócrino responsável pela lactação. Tanto o início da secreção de leite quanto sua manutenção, e até mesmo o desenvolvimento da glândula mamária, são governados pelo sinergismo de um complexo de hormônios da adeno-hipófise e de outros órgãos estimulados por aqueles hormônios. Das substâncias adeno-hipofisárias destacam-se a prolactina, o hormônio somatotrófico (STH), ACTH, o hormônio tireotrófico (TSH), e o hormônio folículo-estimulante (FSH), sendo os três últimos ativos principalmente como estimulantes das glândulas adrenais, tireóide e ovários respectivamente.

Num organismo sob stress ocorre um desequilíbrio hormonal ora como conseqüência da atividade excessiva do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, ora pela produção alterada de outros hormônios fora desse eixo, quando a hipófise acha-se altamente empenhada no desencadeamento da síndrome de adaptação.

Um outro fator a ser considerado é a gliconeogênese estimulada pelos glicocorticosteróides. Estando o sangue relacionado com o leite é de se esperar que, sob estado de stress seja reduzida a disponibilidade de substratos para síntese de proteínas e lipídeos no leite, como acontece no crescimento e engorda de animais.

A Figura 10 ilustra a influência da temperatura ambiente na produção de leite em diversas raças bovinas.

Alguns autores, citam que a temperatura ótima para produção de leite em bovino europeu é de aproximadamente 10°C e a temperatura crítica máxima é de 26,5°C. Outros reportam, que a temperatura ótima para produção de leite de bovinos europeus é de 8 a 12°C, e temperatura crítica alta de 24,5 a 29,5°C.

Em bovinos, verificou-se que em condições de temperatura de 29°C e acima, diminuem de 5 a 21% em termos da energia líquida estimada consumida por dia pelo bovino. Entretanto, o rendimento da produção de energia láctea em vacas lactantes diminuiu de 20 a 30%, enquanto o nível de ingestão permaneceu 20% ou mais acima das necessidades estimadas para níveis inferiores de manutenção ou produção. Como não houve evidências de efeitos adversos da temperatura na digestibilidade de calorias, proteínas, fibras ou gorduras das reações, nem sobre a velocidade de trânsito dos alimentos pelo tubo digestivo, concluiu-se que, a tensão térmica baixou de 20 a 40% a eficiência da utilização de energia para os processos produtivos.

A tolerância ao calor varia com as diversas raças, como já foi mencionado. Em experimento realizado em diferentes combinações de temperatura e umidade, vacas tolerantes e intolerantes ao calor tiveram a mesma produção de leite. A 35°C e 25% de umidade relativa, porém, as não tolerantes apresentaram diminuição no consumo de alimentos e produção de leite, o que não ocorreu de maneira apreciável com os animais tolerantes.

A literatura, comenta que a produção de leite em vacas Jerseys e Pardas Suíças em câmaras climáticas diminuía de 50 a 75% à temperaturas superiores a 29,5°C, e que a temperatura crítica para o decréscimo da produção

está entre 21 e 26°C para vacas Holandesas e Jerseys e de 29,5 a 32°C para Pardas Suíças.

Em face de várias observações, admitem-se os seguintes valores de temperatura ambiente, acima dos quais a produção de leite, o consumo e alimentos e o ganho de peso declinam rapidamente:

Raças:

- Holandesas: entre 12 e 26,6°C (com decréscimo de 50 até 70% na produção)
- Jersey: entre 26,6 e 29,4°C
- Parda Suíça: entre 29 e 32°C
- Zebu Brahma: entre 32 e 35°C

A composição do leite é igualmente afetada pela temperatura. Em bovinos, verificou-se, que temperaturas de 21 a 27°C diminuiu a porcentagem de gordura aumentando-a contudo quando excederam a 27°C. Acima desta temperatura, houve diminuição de sólidos não gordurosos.

Em resumo, com a elevação rápida da temperatura ambiente, decrescem o consumo de alimentos e a produção de leite, nas raças européias cessando ambos quando a temperatura ultrapassa a 40,5°C. A redução da temperatura para 15,5°C a 10°C, restabelece e normaliza aquelas atividades.

Considera-se como estando entre 10 e 15,5°C a temperatura ótima para a produção de leite em vacas de raças européias.

Os caprinos, com demanda de produção, são susceptíveis ao stress por calor apesar de terem muitas características de resistência a temperaturas elevadas. Declínio da ingestão de alimentos e redução de produção (leite e ganho de peso diário) são comumente observados em caprinos estressados pelo calor. As temperaturas críticas superiores de caprinos em regime de manutenção variam de 15 a 30°C, porém ainda não foram totalmente estabelecidas para caprinos em crescimento e em lactação.

Diagrama do Efeito da Temperatura Ambiente

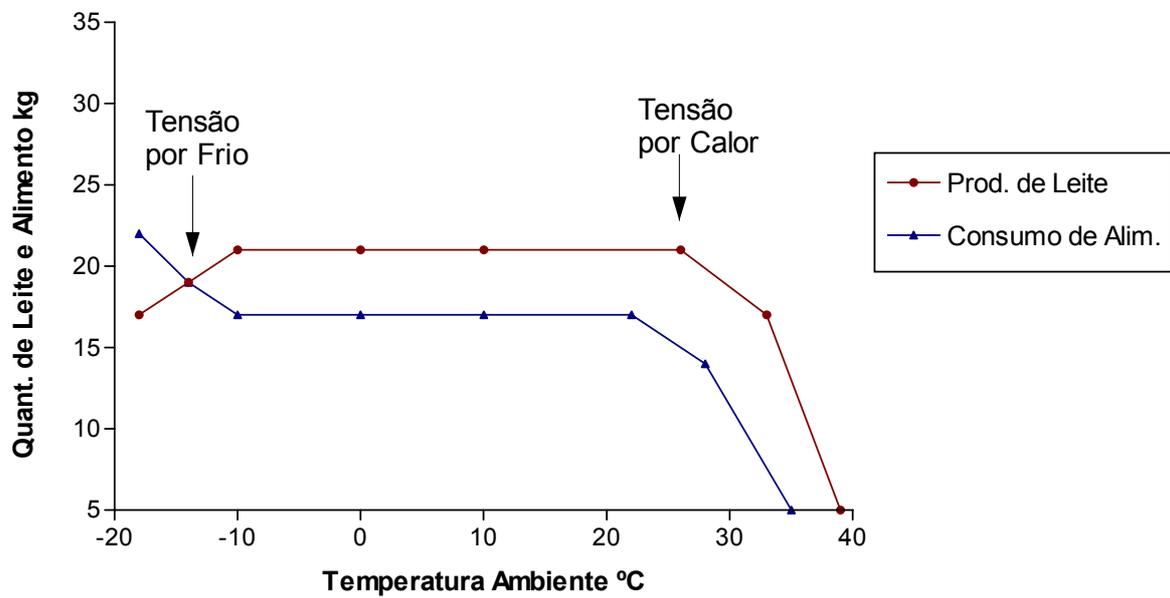


FIGURA 9. Diagrama do efeito da temperatura ambiente sobre a produção de leite e consumo de alimentos do gado bovino.

Efeito da Temperatura sobre a Produção de Leite

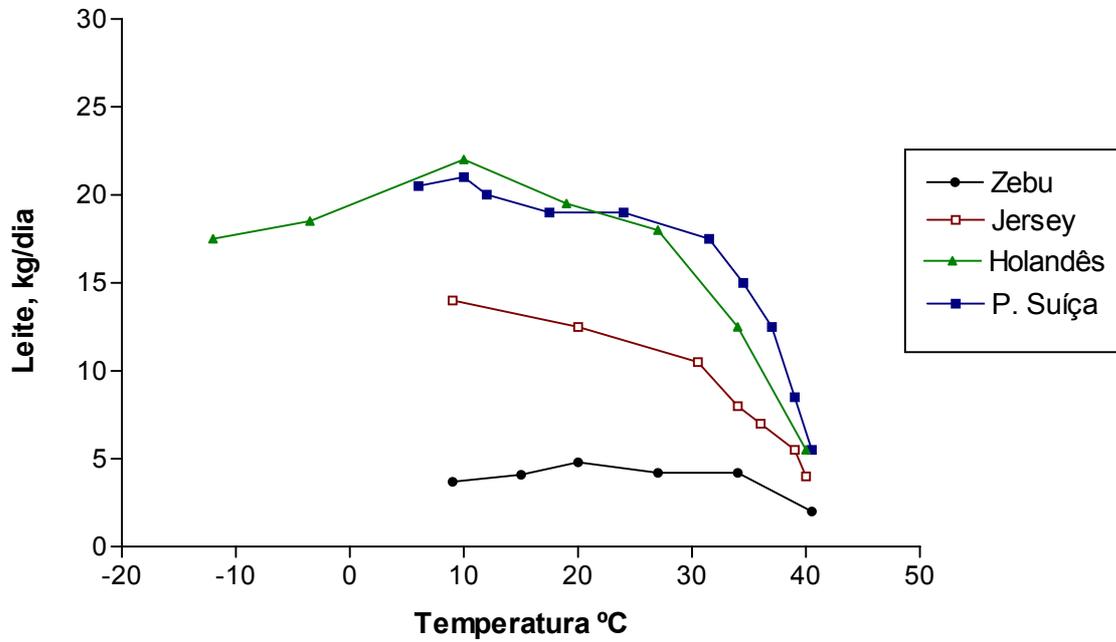


FIGURA 10. Efeito da temperatura sobre a produção de leite de vacas de diversas raças, em câmara climática com umidade relativa de 40 a 60%.

Efeito da temperatura sobre a produção de ovos e lã

As aves tem temperatura corporal elevada (galinha 41,0 a 41,8°C) e suportam uma forte hipertermia.

Embora não tenham glândulas sudoríparas, sua grande superfície corporal em relação à massa, a presença de cristas e barbelas (na proximidade do cérebro), o levantamento das asas e pernas, facilitam a termólise por radiação, convecção e condução.

As pernas são um bom isolante térmico, protegendo a ave da aquisição do calor ambiente.

O aumento do ritmo respiratório, que é máximo nas aves, e do consumo de água, muito contribuem para a termorregulação. Linhagens adaptadas ao clima quente elevam o ritmo respiratório até 400 movimentos por minuto sem demonstrar desconforto, segundo a literatura.

Todavia, à temperatura ambiente acima de 27°C, a galinha começa a mostrar alterações na temperatura corporal, e no ritmo respiratório. Menciona-se que a exposição prolongada da galinha a temperatura ambiente de 35°C e umidade de 75% lhe é prejudicial.

Na temperatura ambiente de 32°C a galinha elimina três vezes mais calor por via respiratória que a 10°C, o que contribui para o aquecimento do ambiente.

A eliminação de calor pelas aves e o seu grande número no galinheiro contribuem para a elaboração do calor e da umidade.

A faixa de conforto para a galinha situa-se entre 16,5 e 27,5°C.

A produção de ovos, na galinha, atividade reprodutiva, diminui sensivelmente com a alta temperatura ambiente. Nos trópicos a maior produção de ovos é no inverno. Verifica-se, que os ovos postos no verão, a priori, são um pouco mais leves que os postos no inverno.

A raça Legorne branca parece suportar melhor temperatura ambiente elevada do que outras raças de galinha.

A produção de lã parece encontrar no clima temperado e moderadamente seco as melhores condições de performance dos ovinos lanados. Embora a lã branca, fina, curta, densa (ovinos Merinos e Polwart) tenha as propriedades de radiação e reflexão do calor ambiente, o principal processo de termólise é a aceleração do ritmo respiratório.

Em ovinos, verificou-se que a temperatura alta ambiente, afeta o rendimento do velo, o peso e qualidade da fibra lanar.

AÇÃO DE OUTROS AGENTES DO CLIMA

Radiação solar

São importantes os efeitos da radiação sobre os animais e cuja transmissão pode ser dos seguintes tipos:

a) diretamente ao sol, parte da qual é refletida com maior ou menor intensidade conforme o pelame e a cor dos animais;

b) refletida pelas nuvens ou partículas de poeira em suspensão na atmosfera;

c) refletida pelo sol, água e objetos próximos.

A exposição do animal à radiação solar direta aumenta muito a carga de calor (carga térmica adicional) que ele recebe em relação aquela recebida da radiação solar indireta, refletida pelas nuvens, poeira no ar, solo e objetos.

A energia solar propaga-se por radiação sob forma de ondas eletromagnéticas de comprimentos diferentes, medidos pelas distâncias entre as cristas.

Além do efeito térmico, a radiação solar tem ainda uma ação química de sua radiação invisível ultravioleta e infravermelha e um efeito luminoso, visual.

A radiação química, além da conhecida ação benéfica sobre o colesterol da gordura subcutânea, transformando-o em vitamina D₃ e assim contribuindo para fixação do cálcio no organismo, tem quando muito intensa, efeito prejudicial. Esta intensa radiação química pode produzir, sobre a pele pouco ou não pigmentada, uma inflamação com exsudação serosa, conhecida como eritema solar. Há evidências que parecem mostrar que a luz ultravioleta é capaz, através de uma reação fotoquímica, de lesar os tecidos a ela diretamente expostos, chegando a produzir tremores em bovinos, ovinos, caprinos e equinos, geralmente em áreas despigmentadas ou pouco pigmentadas, como: mucosa ocular, focinho e períneo. Nas regiões de grande altitude, onde a atmosfera mais limpa aumenta a intensidade da radiação solar, e de baixa latitude, onde a proximidade do equador também a acentua, pela perpendicularidade ou pouca obliquidade dos raios solares e aumento da média diária de luz solar, é maior a incidência de tumores.

A ação luminosa da radiação solar faz-se sentir sobre o metabolismo, ativando-o. O maior número de horas de luz (primavera e verão) sensibiliza o sistema nervoso, não apenas através do globo ocular, estimulando a hipófise, e afetando através dele toda a atividade endócrina. Sobre o aparelho reprodutor, especialmente sobre os ovários, esta ação da luz é bem acentuada. Nos mamíferos, parece que a atividade sexual é controlada principalmente pela proporção de luz natural, havendo para cada espécie uma duração ótima de luz para a eficiência gametogênica mais elevada, ocorrendo fadiga ou exaustão temporária do mecanismo gonadotrópico-hipofisário após um período de atividade.

Em ovelhas e cabras, de clima temperado, verificou-se a possibilidade de conseguir-se outro período de reprodução, pela diminuição gradual das horas de luz na primavera e verão, porquanto é essa diminuição natural (outono) que determina a ovulação. Todavia, a cabra e a ovelha apresentam atividade sexual ao longo do ano devido a inexistência de variações anuais significativas no fotoperíodo em ambientes tropicais, principalmente perto do equador.

Nos bovinos o efeito da luz é diferente, favorável na primavera e verão, e menos intenso que nos ovinos e caprinos.

Na galinha consegue-se aumento na postura pelo prolongamento das horas de luz, no inverno, em clima temperado. A literatura cita, que a quantidade de luz a 22 lúmen/m² é fundamental na produção de ovos.

As condições do animal consistem na coloração dos pêlos. De acordo com os princípios físicos, as cores claras refletem maior porção de radiação solar que as escuras, conseqüentemente absorvendo menos calor.

Observou-se as respostas de bovinos de raças diferentes durante duas horas e meia sob sol de meio dia e temperatura do ar de 33°C, concluindo que a cor branca da pelagem oferece a mais alta reflexão da energia solar e a negra a menor, todavia uma pelagem curta e suave permite bom esfriamento e convecção evaporativa.

O pêlo de cor clara, branco ou creme, reflete uma proporção maior de calor através de ondas infravermelhas, do que o pêlo vermelho ou negro. A pelagem branca e lisa associa baixa elevação da temperatura corporal com atividade resfriadora, ao contrário da pelagem crespa e escura. A pigmentação negra (melanina) da pele, absorve totalmente a radiação ultravioleta anulando a ação eritematosa (queimaduras de sol). Como já foi reportado, a pele sem pigmentação é muito susceptível a queimaduras de sol e a sofrer danos por fotosensibilidade. O ideal é conjugação de pelagem branca ou creme com pele negra, característica que se apresenta na maioria das raças de bovinos tropicais.

HAFEZ realizou um estudo, comparando o tipo de pelagem de varias raças de bovinos com relação a reflexão de calor proveniente de radiação solar direta durante 30 minutos, com temperatura ambiente de 33°C. Verificou ser a pelagem branca que mais reflete calor e a preta menor, conforme Quadro 7. Segundo este autor, a pelagem curta e lisa (brilhante) facilita a dissipação de calor corporal.

QUADRO 7. Cor do pelame em bovinos e reflexão do calor da radiação solar direta.

RAÇAS E TIPO DE PELAGEM	COMPRIMENTO DOS PÊLOS (MM)	REFLEXÃO DE CALOR (Kcal/m ² /h)	TEMP. DA SUPERFÍCIE E DA PELE (°C)	AUMENTO DA TEMP. RETAL (°C)	AUMENTO DO ÍNDICE RESP. POR MIN.
Brahma (branca e pelagem lisa)	8	240	42	0,2	10
A. Angus (preta e pelagem lisa)	10	60	51	1,1	80
Shorthorn (vermelho, tam. Pequeno e crespo)	22	130	51	1,5	114
Shorthorn (rosilho, tam. grande, pelagem áspera e grosseira)	40	120	53	1,6	162

Em observações feitas na África, concluiu-se que as radiações solares podem ser absorvidas ou refletidas, segundo o tipo de pelagem. A pelagem de cor preta transforma todas as radiações em calor, havendo diferença de 40% entre a pelagem branca e pelagem preta. No mesmo ensaio foram observados valores referentes a pêlos de verão e de inverno, direção dos pêlos, pêlos longos e curtos, etc., concluindo-se que para os efeitos de radiação a cor do pêlo tem importância fundamental, sendo secundárias as outras características.

Em bovinos, verificou-se uma absorção de 78% de radiação no Afrikander vermelho e 78% a 80% em Red Shortorn.

Observação feita na África do Sul mostrou que uma vaca com pelagem castanha, exposta ao sol, absorveu aproximadamente três vezes mais calor do que o calor por ela produzido no mesmo período. Na sombra, a absorção de calor foi reduzida em cerca de 70%.

Outras observações feitas também na África do Sul, mostraram a seguinte variação na percentagem média de absorção:

- Raça Aberdeen Angus, pelagem preta - 89%
- Raça Sussex, pelagem castanha - 83%
- Raça Afrikander, pelagem vermelha - 78%
- Raça Simental, pelagem creme - 50%
- Raça Zulu, pelagem branca - 49%

Estas mesmas observações mostraram, como era de esperar acentuada variação da absorção, conforme o ângulo de incidência da radiação (de acordo com a posição do sol), conforme a Figura 11.

Nos Estados Unidos, registrou-se em 1000 unidades de radiação, essa mesma tendência com relação ao percentual de absorção do calor em função da cor da pelagem de bovinos, conforme Quadro 8.

QUADRO 8. Variação do percentual de absorção e reflexão do calor em bovinos.

RAÇA	COR	REFLEXÃO	ABSORÇÃO(%)
Aberdeen Angus	Preta	4,5	95,9
Santa Gertrudis	Vermelha	28,0	72,0
Jersey	Amarela	40,0	60,0
Zebu	Branca	53,0	47,0

Segundo a literatura, a combinação mais indicada para os trópicos é a de pêlos claros em pele pigmentada, recurso fenocrônico que se encontra nas raças zebuínas.

As pesquisas realizadas em bovinos, autorizam as seguintes conclusões relativas à radiação solar:

⇒ Na escolha das raças européias para formação de novas raças, cruzamentos, etc., no que se refere à cor para nossas condições deve-se dar preferência aos bovinos de pêlo branco e pele pigmentada;

⇒ Não há conveniência em branco com branco e preto com preto.

Vários trabalhos tem demonstrado a influência negativa, deletéria da radiação solar direta nos trópicos, sobre as respostas fisiológicas (aumento da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca) nos ruminantes. Esta situação, relaciona-se com a intensidade, o número de horas de sol e a quantidade total de radiação nas zonas tropicais a que são submetidos os animais.

Em bovinos, na temperatura mais baixa (7,2°C), a frequência respiratória, ventilação pulmonar e resfriamento evaporativo aumentaram moderadamente com o aumento da intensidade de radiação, enquanto que a temperatura retal permaneceu aproximadamente normal. Na temperatura intermediária (21,1°C) o aumento da intensidade de radiação incrementou a temperatura retal em alguns animais, mas não em outros. A radiação máxima

diminuiu a produção de calor em aproximadamente 26% nas vacas Holandesas e 12% nas Jerseys, todas lactantes. Vacas zebus Brahmas, secas, não acusaram mudanças na produção de calor. Na temperatura mais alta (26,6°C) a produção de calor ficou deprimida em 12%, 9% e 4% nas Jerseys, Holandesas e Brahmas respectivamente e a temperatura retal aumentada com exceção das vacas Brahmas. A priori, se pode concluir que as influências da temperatura e radiação tem efeito aditivo.

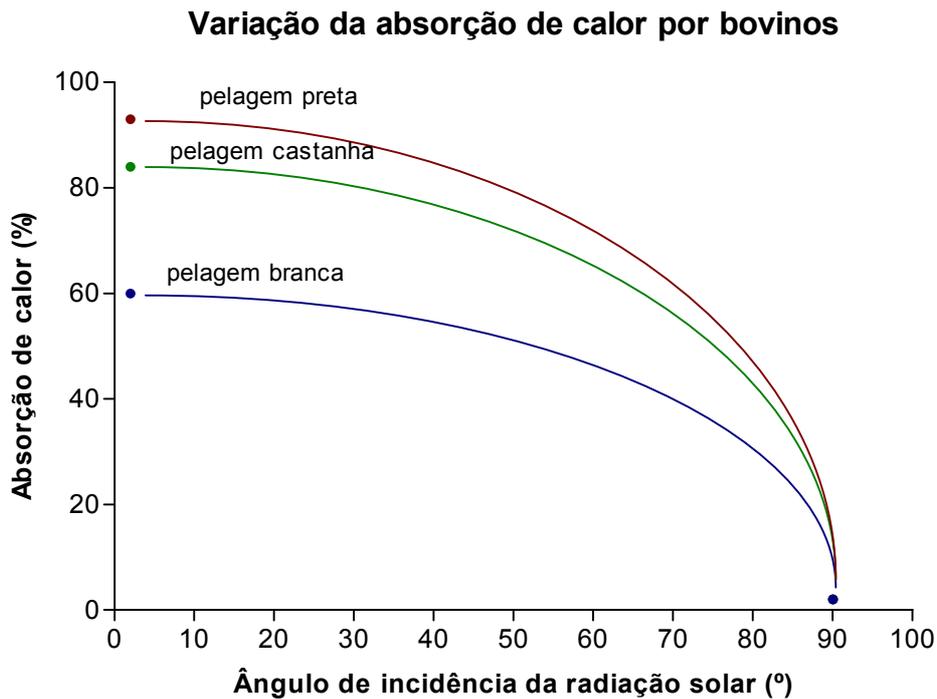


FIGURA 11. Variação da absorção de calor por bovinos, em função do ângulo de incidência da radiação solar e da cor da pelagem.

Umidade Atmosférica_

Segundo pesquisas, a “umidade absoluta” alcança seus valores máximos nas regiões correspondentes à selva úmida (clima equatorial) e diminui a medida que aumentam a latitude e a altitude ou a distância do litoral para o interior dos continentes. Os valores mínimos correspondem às regiões desérticas, ao interior dos continentes e às altas latitudes.

A umidade influi diretamente sobre os animais domésticos quando conjugada a altas temperaturas, porque acarreta dificuldade na dissipação de calor.

A literatura cita, que sob altas temperaturas a umidade tem ação efetiva, pois a maior parte da perda de calor do animal zootécnico ocorre através da vaporização de água da pele e do trato respiratório.

Observações em câmaras climáticas, com bovinos, sempre mostraram a ação desfavorável da conjugação dos fatores calor e umidade do ar elevados. Trabalho desenvolvido com vacas e bezerros da raça Jersey, mostrou que com temperatura ambiente de 40,5°C e movimento do ar de 60 pés por minuto, o aumento progressivo da umidade absoluta do ar de 6 para 16 graus por pé cúbico provocou, nas vacas, elevação de 38,6°C na temperatura retal quando a temperatura se aproximou de 41,0°C, todas as vacas mostraram sinais de aflição, evidenciada por inquietação, arquejamento, projeção da língua e abundante salivação. Nos bezerros o efeito da umidade do ar sobre a temperatura retal foi menor do que nas vacas.

Em vacas Holandesas, verificou-se que a 32,2°C e 50% de umidade relativa, o declínio da produção de leite em relação ao nível de produção sob condições de 18,3°C e 50% de umidade relativa, foi 3,6Kg/dia para vacas no começo de lactação e 1,2Kg/dia no final da lactação. A 26,6°C e 30% de umidade relativa o declínio foi somente de 2,0Kg/dia e 1,3Kg/dia para umas e outras respectivamente. O trabalho concluiu que a 32,2°C e 50% de umidade relativa, altas e médias produtoras são similares fenotipicamente, e que na seleção de animais superiores torna-se indispensável a prevalência da zona de conforto.

Estudo, relata um ensaio no qual sob baixa umidade, a energia ingerida por vacas Parda Suíça, Jersey e Holandesa, não declinou significativamente até a temperatura ambiente alcançar 35°C. Sob alta umidade, porém, a ingestão decresceu quando a temperatura ultrapassou 23,8°C, caindo acentuadamente a 35°C.

As Figuras 12a e 12b mostram a influência da umidade relativa sobre diferentes temperaturas na produção de leite e consumo de NDT de vacas das raças Parda Suíça, Jersey, Holandesa e Brahma, respectivamente. Os efeitos da umidade acima da temperatura de 23,8°C são mais acentuadas, como se pode observar.

Verificou-se em bovinos (Holandês e Jersey), a influência da temperatura do ar e da umidade relativa na temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca. Concluindo que as mudanças na temperatura do ar parecem ser a causa mais efetiva no aumento da temperatura corporal e frequência respiratória. Pela equação de regressão múltipla, 1 grau de acréscimo na temperatura do ar ocasionou aumento de 13 a 15 vezes maior na temperatura corporal em relação ao aumento correspondente a 1% na umidade relativa. Da mesma forma a mudança de 1 grau na temperatura do ar causou influência de 41 a 43 vezes maior na respiração do que a correspondente ao aumento de 1% na umidade relativa.

Observa-se que elevando a umidade relativa de 30 a 90% sob níveis de temperatura de 24 a 38°C, há diminuição evaporativa no trato respiratório do bovino europeu, sem efeito contudo aparente sobre o bovino indiano.

A evaporação cutânea em bovinos europeus fica deprimida sob umidade relativa alta, quando a temperatura do ar ultrapassa a 24°C. Em gado zebuino apenas quando ultrapassa a 32 ou 35°C.

Segundo a literatura, a umidade relativa deve ser proporcional a temperatura ambiente, conforme o Quadro 9. Em temperatura ambiente de 15 e 25°C a umidade relativa do ar deve estar em torno de 60 a 70%, nas aves.

Em síntese, a umidade do ar, expressa em umidade relativa, está estreitamente relacionada com a temperatura ambiente.

Na sua ação sobre os animais domésticos, quanto maior o valor da umidade relativa mais intensa a ação desfavorável da temperatura ambiente elevada, porquanto a grande umidade do ar dificulta a eliminação de calor corporal por evaporação.

No clima quente e seco, especialmente nos animais que suam, o calor é suportado mais facilmente.

No ritmo respiratório ocorre aceleração com o aumento da umidade do ar em temperatura elevada. Com temperatura mais baixa o efeito da umidade é muito menor.

QUADRO 9. Efeito da temperatura associada a umidade relativa para atenuar o stress calórico em aves.

Temperatura do Galpão °C	U.R. (%) máximo
15,0 ou menos	75
21,0	70
24,0	65
27,0	60
29,0	55
32,0	50

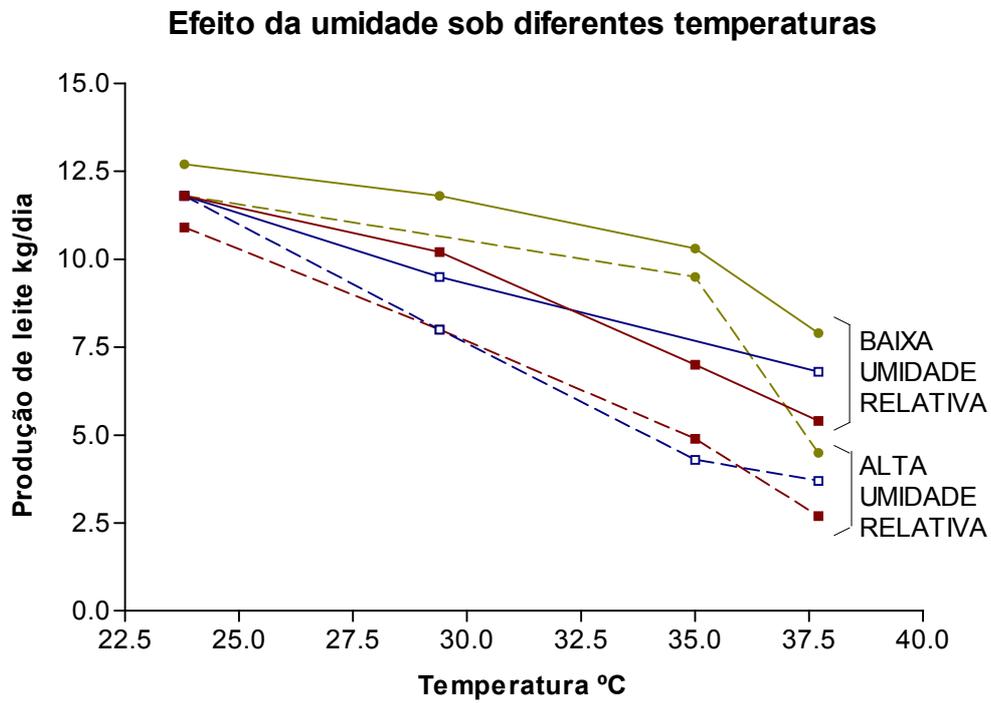


FIGURA 12a. Efeito da umidade sob diferentes temperaturas sobre a produção de leite de vacas das raças Jersey, Holandesa e Brahma.

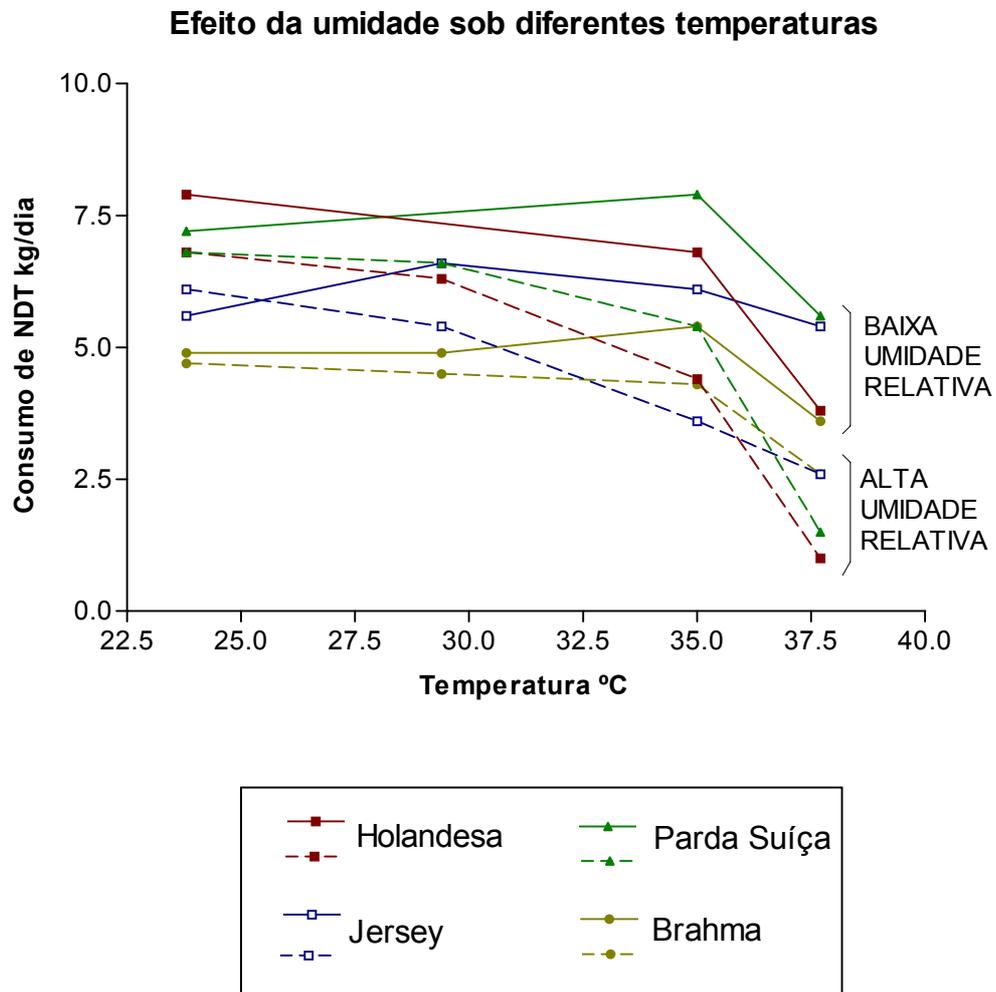


FIGURA 12b. Efeito da umidade sob diferentes temperaturas sobre o consumo de NDT de vacas das raças Parda Suíça, Jersey, Holandesa e Brahma.

Ventos e pressão atmosférica

O movimento do ar facilita a evaporação, ajudando a dissipação do calor animal.

A literatura cita, que a velocidade do vento inferior a 5km/h, cria problemas de diminuição da perda de calor por convecção; por outro lado, velocidade superior a 35km/h causa desconforto, tanto em ambiente quente e seco como quente e úmido.

A pressão atmosférica é função da altitude. Quanto maior a altitude menor a pressão atmosférica e conseqüentemente a quantidade de oxigênio. Segundo a literatura, apenas as altitudes superiores a 3000 metros apresentam efeito mensurável sobre os animais.

A deficiência de oxigênio nas altitudes elevadas tende a reduzir a eficiência de todos os processos orgânicos do animal não adaptado, reduzindo-lhe o crescimento, a produção, e interferindo na sua reprodução. O “mal das montanhas”, síndrome caracterizada por forte taquicardia, ansiedade respiratória, dificuldade de ingerir alimentos, etc., só se faz sentir a partir de 2500 metros de altitude.

Em resumo, a menor pressão atmosférica, em regiões de altitude, diminui a temperatura ambiente. Em grandes altitudes há baixa pressão atmosférica, maior rarefação do ar, e a menor disponibilidade de oxigênio acarreta respiração e hematose deficientes, podendo determinar a perturbação conhecida como “mal das montanhas”.

O vento atua sobre os animais domésticos através de sua influência sobre a eliminação do calor corporal na superfície do corpo. O vento, efetuando essa eliminação por convecção e, principalmente, favorecendo a evaporação, contribui para a eliminação do excesso de calor em ambiente de temperatura elevada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A TERMORREGULAÇÃO NOS ANIMAIS

Para a manutenção da homeostasia orgânica, ou seja, constância do meio interno, a manutenção da temperatura corpórea apresenta-se como ponto crítico, tendo em vista que variações da temperatura corpórea determinam efeitos deletérios para o organismo. Assim, quando da exposição de um animal ao seu meio, diferentes tipos de respostas são desencadeadas no sentido de procurar manter a homeotermia. Respostas comportamentais, anatômicas e endócrino-metabólicas são observadas quando da exposição ao frio e calor. Assim, exposição ao calor determina respostas entre outras, tais como: vasodilatação periférica, diminuição da taxa metabólica, sudorese, relaxamento postural. Contudo, a magnitude destas respostas está associada com o grau de temperatura, na qual o animal é exposto, permitindo, assim, que a homeostasia térmica seja mantida. Para as diferentes espécies de vertebrados superiores existe uma faixa de temperatura na qual a taxa metabólica é mínima, constante e independente da temperatura ambiente, sendo portanto chamada de taxa metabólica basal.

Esta faixa de temperatura, como já foi dito anteriormente, é denominada de zona de neutralidade térmica ou zona de conforto térmico. Dentro

desta zona, a temperatura corporal é estável desde de que o calor produzido seja igual em magnitude, ao dissipado pelo animal.

Uma das principais fontes de produção de calor no organismo animal, são os processos metabólicos oxidativos, os quais necessitam de oxigênio e, desta forma a produção de calor pode ser medida através de consumo de oxigênio que o animal gasta em determinado tempo. Por outro lado, este valor pode ser convertido em calorias ou joules, tendo em vista que num litro de oxigênio, quando queimado, é equivalente a 4,84 cal. Com relação aos mecanismos de dissipação de calor, encontramos os evaporativos e não evaporativos. Os mecanismos evaporativos dependem da diferença de pressão de vapor existente nos meios e os não evaporativos do gradiente térmico. Assim, em altas temperaturas os mecanismos evaporativos são de relevante importância para a dissipação de calor, enquanto que em baixas temperaturas a eficácia maior é devido aos mecanismos não evaporativos.

Como já foi reportado, a zona termo-neutra é delimitada pela temperatura crítica inferior, abaixo da qual o animal mantenha a homeotermia. O limite superior e denominado crítico superior e, acima do qual o consumo de oxigênio aumenta e o animal entra em hipertermia.

Em condições climáticas diversas os principais fatores externos que limitam a homeotermia são alimento e água, pois em temperaturas externas elevadas os animais necessitam de grandes quantidades de água para perda de calor por transpiração e em temperaturas baixas eles precisam de alimento para aumentar a produção de calor.

Em síntese, sob stress térmico, reações fisiológicas e comportamentais ocorrem promovendo o ajustamento e compensações às condições ambientais, de modo que o organismo funcione eficazmente. Todavia, se os processos fisiológicos e comportamentais em resposta ao stress não forem eficientes o bastante, o animal decresce o consumo de alimento para diminuir sua produção de calor metabólico e assim manter a homeotermia, mas resultando em declínio nos desempenhos produtivo e reprodutivo.

EFEITO DO CLIMA TROPICAL NA SAÚDE DOS ANIMAIS

A literatura cita, que os efeitos do clima tropical na susceptibilidade dos animais para doenças são freqüentemente mencionados, porém existem poucos fatos efetivos que mantêm este conceito, cientificamente. Todavia, existem algumas doenças que são associadas ecologicamente, por exemplo, doenças transmitidas por artrópodes. Porém este tipo de moléstia não indica uma sensibilidade alterada por causa do próprio clima.

Não é fácil responder a questão da ação do clima tropical na saúde do animal. A terminologia clima tropical não é uma unidade que poderá ser isolada e estudada. Regiões diferentes não são uniformes, e por isso não tem sentido falar de clima tropical típico. O clima varia com fatores não alteráveis e por variáveis. A interação desses fatores resulta em microclimas específicos em localidade específicas. Todavia climas tropicais exibem algumas características comuns.

A flexibilidade da terminologia do clima tropical, a variabilidade dos agentes não permite uma análise exata de fator por fator dos efeitos do clima na saúde. Os estudos, reportam que as várias combinações e seqüências dos elementos de um clima como umidade, aridez alternada e temperatura podem ter um efeito na saúde dos animais. Em regiões onde existem flutuações estacionais,

as doenças e parasitos alteram-se em sua prevalência. As vezes uma doença pode estar presente em cada animal susceptível num período do ano e ausente em outro período do ano. Em alguns casos, onde a temperatura e umidade relativa persistem altas, uma doença ou parasito podem ser tão prevalentes, que não é possível manter os animais nesta região. Nesta situação dois fatores podem ser envolvidos: os vetores apropriados tem condições ótimas de multiplicação e o ambiente tem efeito adverso no próprio animal.

Praticamente todos os parasitos desenvolvem uma fase de seu ciclo biológico fora do hospedeiro, antes de se tornarem infecciosos para outro hospedeiro. Durante esse período, a capacidade de seu desenvolvimento aumenta com a elevação da temperatura ambiente. Nas regiões tropicais com mais chuva, os parasitos fora do hospedeiro, encontram condições ideais quase o ano inteiro. Nestas circunstâncias, o número de parasitos que sobrevivem no meio ambiente é alto, eles se desenvolvem rápido e populações grandes são estabelecidas. Também em áreas com período seco longo e período de chuva curto, as fases de vida do parasito, fora do hospedeiro, podem explorar os períodos chuvosos. Durante os períodos secos, os parasitos adultos são protegidos no hospedeiro.

Outro fator responsável por infecções parasitárias é a prevalência de má nutrição nos trópicos. Animais que tem alimentação adequada podem compensar melhor os efeitos prejudiciais dos parasitos como anemia e hipoalbumemia. Animais, que não recebem alimentação adequada, exibem produtividade reduzida e a maioria das vezes morrem depois de infestados com poucos parasitos.

Os sistemas da agricultura rudimentar tradicional, geralmente praticados nos países dos trópicos, contribuem também ao parasitismo. Contudo, os fatores responsáveis por esse tipo de moléstia devido ao próprio clima tropical. Muitos destes problemas podem ser solucionados com manejo adequado.

Porém interessante é tentar avaliar os efeitos do clima na susceptibilidade dos animais às doenças.

É sabido, que os ruminantes nativos de regiões tropicais apresentam mais resistência a alguns tipos de parasitos do sangue. Porém isto pode ser considerado um fenômeno evolucionário, deixando de existir uma interação entre parasito e hospedeiro, transformando-se em simbiose.

O sistema imunológico do animal, e o fator limitante, que interfere na capacidade específica de um animal se defender contra doenças. Esse mecanismo defensivo dos animais, limita a invasão dos microrganismos patogênicos e assiste na eliminação dos mesmos.

Imunidade humoral é o componente do sistema imunológico responsável pela produção de anticorpos ou imunológicos. Os anticorpos são proteínas que neutralizam e assistem na eliminação e destruição de bactérias, vírus e outros agentes causadores de doenças. São conhecidos vários tipos de imunoglobulinas em ruminantes, especialmente IgM, IgG, IgA e possivelmente IgE.

Ruminantes recém-nascidos recebem grande quantidade de anticorpos através do colostro durante as primeiras 24 a 48 horas. O recém-nascido não está produzindo anticorpos. O animal também pode produzir anticorpos depois de um contato inicial com um antígeno. No primeiro caso, se usa a terminologia “imunidade passiva” e no segundo “imunidade ativa ou adquirida”.

O colostro é essencial para a sobrevivência e bom desenvolvimento do recém-nascido num ambiente cheio de agentes patogênicos. Recém-nascidos que não recebem colostro tem agamaglobulinemia, os que não recebem quantidade adequada de colostro tem hipogamaglobulinemia.

É interessante observar, se um clima tropical tem efeito na capacidade do animal de se proteger contra doenças, é provável que o clima influencia na produção de anticorpos do mesmo.

Os anticorpos do colostro são obtidos do sangue da mãe e se o clima tropical tem efeito no nível dos anticorpos no soro, também deve influenciar na quantidade de imunoglobulinas no colostro. O animal mostrando poucos anticorpos no sangue deve apresentar níveis mais baixos de anticorpos no colostro. O recém-nascido, recebendo esse colostro, vai obter quantidade de imunoglobulinas inadequadas. Por conseguinte, durante os primeiros dias de vida o recém-nascido vai ter menos capacidade de se defender contra doenças.

Desnutrição é um grande problema nos países tropicais, por isso é interessante avaliar a influência dos diferentes níveis nutricionais no sistema imunológico do animal. Tem sido observado que animais mal alimentados são mais susceptíveis a moléstias. Os agentes imunológicos que devem influenciar nesta susceptibilidade são muito pouco estudados.

Os animais além de possuir no sistema imunológico o componente hormonal também possuem o componente funcional celular. Este último tem a mesma importância no controle de moléstias e é provável, segundo a literatura, que a desnutrição influencia mais neste braço do sistema imunológico.

Em humanos é bem conhecido, que a deficiência nutricional oprime as respostas imunológicas celulares e causa uma susceptibilidade maior para muitas moléstias infecciosas. Em ruminantes, a deficiência de proteína, provavelmente influencia nas respostas imunológicas celulares. Isto deve explicar a alta incidência de paratuberculose em ruminantes de várias regiões tropicais.

É conhecido que a capacidade de resposta imunológica de um animal é controlada geneticamente. As células brancas também liberam substâncias que regulam a produção de anticorpos e outros tipos de respostas imunológicas. É possível que em clima tropical tenha um efeito direto nas células do tipo linfócitos.

O conhecimento das células do sangue e os componentes das membranas, chamados receptores, parece fundamental para compreender a susceptibilidade dos animais a doenças. Susceptibilidade, neste sentido, é a finalidade com que o hospedeiro envolve o agente patogênico. Resistência é a falta desta afinidade ao agente patogênico.

É habitual que alguns animais não se infectam quando outros tem infecções bem leves ou mesmo graves. Estes animais podem ser de raças diferentes ou da mesma raça. É importante estudar a susceptibilidade genética dos animais. Hoje se tem conhecimentos mais adiantados a respeito dos antígenos das células brancas do sangue que influencia na susceptibilidade potencial do animal. Estes antígenos das células brancas são chamados do complexo de histocompatibilidade maior. Estudos em bovinos mostram que vários grupos de antígenos das células brancas ocorrem regularmente em bovinos com leucemia.

A literatura cita que, ovinos infectados com *Haemonchus contortus* e que tinham células vermelhas do tipo A possuíam menos vermes que animais com células vermelhas do tipo AB. Foi postulado que as células AB liberam ao parasito mais oxigênio e conseqüentemente mais destes parasitos sobrevivem neste tipo de ovino. *Haemonchus contortus* é um dos parasitos mais importante em ruminantes nos trópicos e é possível imaginar a seleção dos animais com mais resistência contra esse tipo de parasito.

Em resumo, a ocorrência tanto de ectoparasitos como de endoparasitos, causam prejuízos à exploração dos animais domésticos, e é bem maior nos climas quentes e úmidos e mesmo nos climas úmidos mesotérmicos. Os tipos de clima da maior parte do Brasil, enquadram-se nesses dois grupos da classificação de Köppen.

Muitas moléstias dos animais domésticos são peculiares ao ambiente tropical ou de maior incidência nele: a tristeza bovina (anaplasmosose e babesiose) veiculada pelo carrapato, exigindo que contra ele seja feita a premunicação nos animais importados de regiões sem carrapato, sem o que não sobreviverão a peste bovina, que ocorre na Índia e outros países da Ásia, responsável pela proibição da importação para o Brasil de bovinos zebus daquele continente; outras doenças, embora não sendo privativas do ambiente tropical, como aftosa, brucelose, etc., tem grande incidência nesse ambiente pela maior dificuldade de seu controle e erradicação em face de condições sócio-econômicas e educacionais inferiores, ocasionando em última análise, menor desenvolvimento tecnológico nas atividades pecuárias.

Em resumo, o assunto saúde do animal nos trópicos é complexo. Segundo JOHSON, não existe um elemento do clima tropical que sirva para estudo do efeito do clima na saúde. Menos entendido é o efeito direto do clima tropical na capacidade de um animal prevenir doenças. Doenças tropicais podem ser, as vezes, associadas com fatores do ecossistema. As doenças podem ser parcialmente associadas com manejo específico dos animais nos trópicos. Um ambiente tropical pode ser favorável para o desenvolvimento de alguns tipos de agentes causadores de doenças ou de seus vetores.

O sistema imunológico é um mecanismo específico que um animal tem para limitar infecções. Estudos mostram que a mudanças climáticas nas próprias regiões tropicais podem ser associadas como uma diminuição na quantidade de anticorpos produzidos por estes animais. O nível de anticorpos que passam ao recém nascido, via colostro, deve ser um reflexo da quantidade de anticorpos no seio da mãe.

Novos conhecimentos, a respeito dos antígenos celulares e suas funções como receptores do sistema imunológico irão permitir a seleção dos animais mais resistentes contra várias doenças prevalentes nos trópicos.

ÍNDICES DE CONFORTO OU AMBIÊNCIA

A ambiência é formada por diversos elementos que circundam o ser vivo em determinado local. São principalmente os macrofatores que formam as macro regiões climáticas (latitude, altitude, vento, relação terra e mar); mas são os elementos climáticos como temperatura, umidade relativa, precipitação, luz, radiação, vento, e pressão barométrica, que agem diretamente sobre o animal e indiretamente sobre fatores de disponibilidade e qualidade de alimento, e do metabolismo em si, bem como manifestação de ecto e endoparasitismo, doenças tropicais e principalmente dificuldades na reprodução.

Se a produção animal é fruto da maior atividade de uma das funções fisiológicas (exemplo: leite que é fruto da função da secreção láctea na vaca ou cabra leiteira), vemos o elemento temperatura do ar tem uma influência negativa no metabolismo e na reprodução dos animais domésticos. Estas que são justamente as duas funções das quais depende toda a produtividade dos animais.

A Temperatura do Ar

Medida com um termômetro de bulbo seco fora do vento e da radiação, é uma determinação média de como está a situação. A temperatura do ar é o que envolveria o corpo do animal se não houvesse vento nem radiação, nem alteração da umidade relativa ou pressão barométrica. O ideal para os animais domésticos é que haja um gradiente de $6^{\circ} + 6^{\circ}\text{C}$ entre a temperatura central do corpo e a superfície da pele e desta para com o ar. Assim o fluxo do excesso de calor corpóreo caminhará naturalmente para fora e toda reação química exergônica poderá ser realizada sem causar superaquecimento no corpo do animal. A temperatura do ar é um elemento muito usado para definir ambientes, contudo a luz, a radiação, a umidade relativa, a precipitação, a pressão barométrica, o vento e a altitude podem alterar todo este quadro.

A temperatura do ar, radiação e umidade relativa são os elementos que mais podem interferir na produção animal. A umidade relativa do ar associada à temperatura do ar alta é o pior ambiente e quando associada à falta de sombra, a radiação vem completar o quadro de impossibilidade de termorregulação dos animais.

Vento e Altitude

Estes elementos, componentes de um microclima, são vistos como meios para a termorregulação. Quanto maior a altitude, menor a temperatura ambiente.

A movimentação do ar vem a ser um meio de termorregulação às vezes essencial pois, a retirada do calor corpóreo do animal nos trópicos é condição básica da produtividade animal.

Precipitação

Analisando o elemento precipitação, pode-se dizer que é benéfico enquanto refresca a superfície do animal, mas sob o ângulo de maior umidade relativa do ar, passa a ser maléfico para o animal sob stress calórico. A condução causada pela chuva é mais eficiente do que a evaporação pulmonar e superficial. Portanto após a chuva mesmo com umidade maior, o animal molhado perde calor para o ambiente sendo assim beneficiado.

Estudo da Ambiência: Índices e sua Determinação

Para determinar a ambiência, serão estudados três índices:

1) ÍNDICE DA TEMPERATURA DO AR E UMIDADE (ITU)

$$\text{ITU} = T_{bs} + 0,36 T_{po} - 330,08$$

Onde:

ITU = índice de temperatura do ar e umidade em graus Kelvin (°K)

T_{bs} = temperatura do ar em °K

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho em °K

Este índice é muito usado, mas não é confiável, pois ele não detecta o efeito da radiação.

Quando o ITU for menor ou igual a 72 o animal está em conforto, e quando o ITU for maior que 76 significa que a ambiência está sendo bastante prejudicial.

2) ÍNDICE DA TEMPERATURA DO GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$$

Onde:

T_{gn} = temperatura do globo negro em °K

Este índice é muito mais eficiente do que o ITU. Usando ITGU, está-se englobando não só a temperatura do ar mas também o efeito da radiação, da umidade relativa, da pressão barométrica e o efeito do vento.

Quando:

ITGU < 72 : o ambiente é propício para qualquer criação de animais europeus:

72 a 76: os animais elevam a frequência respiratória (FR) sem afetar basicamente a homeostase;

76 a 82: os animais elevam a FR, sua temperatura corpórea (tc) e há necessidade de manejo diário, alimentar e reprodutivo cuidadoso para se obter sucesso;

82 a 86: somente com meios artificiais de termólise, haverá produção condizente com o potencial genético;

ITGU > 86: caso quase insuportável. Economicamente será difícil obter sucesso com os animais de grande precocidade e produção.

3) CARGA TÉRMICA RADIANTE (CTR)

As fontes de radiação térmica que envolvem os animais em qualquer ponto do espaço constituem um dos fatores mais importantes do ambiente. É inquestionável que as trocas térmicas por radiação entre os animais e o ambiente assumem uma importância fundamental em climas tropicais. Em muitos casos, constituem elas a diferença entre um ambiente favorável e outro insuportável. Ao efeito conjunto dessas fontes de radiação térmica chamamos Carga Térmica Radiante (CTR).

A determinação da CTR é freqüentemente feita através de um globo negro.

O globo constitui um modelo físico do animal a ser estudado, trocando energia radiante com o meio ambiente e equilibrando a energia absorvida pelas perdas através de convecção.

Este terceiro índice não é de ambiência como um todo mas sim, é uma determinação da carga térmica adsorvida da radiação direta, ou indireta, ou até refletida. A CTR é calculada assim:

$$CTR = 1,053 \times B \times v^{1/2} (T_{gn} - T_a) + \sigma (T_{gn} + 273,2)^4 = W/m^2$$

Onde:

B= parâmetro de troca térmica, onde B = 13,462 para globos de 15cm de diâmetro.

v = velocidade do vento em m/s

σ = constante de Stefan-Boltzmann, onde $\sigma = 5,6697 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$

Entretanto, esta equação implica na suposição de que toda troca térmica não-radiante processa-se no globo apenas por convecção forçada. Tal restrição é fundamental, porque é muito freqüente a ocorrência de casos nos quais a velocidade do vento é muito baixa ou nula, tal como acontece no interior de ambientes fechados, como câmaras climáticas por exemplo. Em conseqüência a termólise por convecção passiva ou natural torna-se predominante, ao mesmo tempo em que a convecção forçada tende a zero. Isso introduz um erro importante na determinação da CTR pela equação apresentada, a qual indicará então somente as trocas térmicas efetuadas por radiação, uma vez que não prevê as trocas por convecção natural.

MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS NOS TRÓPICOS (Desenvolvido em campo)

Na prática da produção animal, a sobrevivência ou persistência sozinhas não podem ser usadas como medida de adequação uma vez que a produtividade é que constitui o objetivo. Podem existir relações negativas entre algumas medidas de adaptação e a produtividade.

Em clima tropical quente, via de consequência, um animal adaptado é, comumente mais produtivo do que um não adaptado.

Nas regiões tropicais como já foi falado, são observados lentas taxas de crescimento e baixa produção láctea. O tipo de animal necessário aos trópicos, segundo YOUSEF, deveria possuir:

- a) alta eficiência na utilização de alimentos;
- b) habilidade para promover a perda de calor corporal eficazmente;
- c) habilidade para conservar a produção corporal de calor permitindo que os processos produtivos ocorram num nível normal, mesmo quando a temperatura do ar é alta;
- d) isolamento contra a radiação solar (características de pele e pêlos);
- e) habilidade para suportar um alto grau de desidratação e elevação da temperatura corporal e
- f) possuir um alto grau de resistência às doenças mais comuns.

Avaliação da Adaptabilidade

McDOWELL, cita que seria ideal que as determinações da adaptabilidade de um animal a um determinado ambiente guardassem alta correlação com o rendimento ou desempenho produtivo.

DAVIS e colaboradores medindo a taxa metabólica através de calorimetria indireta em fêmeas bovinas da raça Hereford, propuseram a seleção de animais adaptados à produção em climas quentes, através da habilidade para manter sua taxa metabólica constante.

Como já foi reportado, a adaptabilidade é em parte um fator geneticamente controlado através de vários atributos anatomofisiológicos que influenciam a produção ou a eliminação de calor corporal. ARRUDA & PANT comentam que é importante a seleção de animais que tenham eficientes mecanismos de dissipação de calor (eficiência na termólise), para o desenvolvimento de tipos mais adaptados aos trópicos, por conseguinte, mais produtivos.

Bianca *in* VILLARES, define animal tolerante ao calor como o de habilidade para manter a temperatura corpórea sob temperatura ambiente elevada, apresentando ainda normais os processos fisiológicos e produtivos. A temperatura retal seria o melhor índice para estimar a tolerância ao calor. Outros autores adotam ainda a frequência respiratória.

Para PAYNE & HANCOCK, tolerante é o mais próximo do normal mantém sua produção, a despeito da temperatura retal ou frequência respiratória.

A temperatura corporal é um dos parâmetros mais evidentes a representar o tipo de resposta aos efeitos do clima no processo de aclimação (EDHOLM). BACCARI Jr. comenta que na avaliação da adaptabilidade, a medida

mais comumente utilizada é a temperatura corporal e mais precisamente sua termoestabilidade. ARRUDA e colaboradores citam que uma menor elevação da temperatura retal é considerada como índice de melhor adaptabilidade. ARRUDA & PANT reportam que a temperatura corporal em si foi uma boa medida, pois mostrou alguma tendência definida e parecem ser o melhor índice para medir a adaptabilidade ao calor de caprinos e ovinos, no Nordeste do Brasil.

BACCARI Jr., comenta que a maior parte das avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes pode incluir-se em duas classes: “adaptabilidade fisiológica”, que descreve a tolerância de um animal a um ambiente quente mediante, principalmente, modificações no seu equilíbrio térmico; e “adaptabilidade de rendimento”, que descreve as modificações do rendimento do animal experimentadas em um ambiente quente. De maneira geral, os pesquisadores preocupam-se com:

- 1) identificação de raças ou estirpes que demonstram modificação mínima no equilíbrio térmico do organismo quando sob stress e
- 2) identificação de atributos fisiológicos a anatômicos associados com a promoção da perda de calor.

Supõe-se a existência de uma correlação altamente positiva entre as modificações mínimas no equilíbrio térmico e o rendimento em climas quentes. Com base nessa premissa, desenvolveram-se testes de campo e em câmaras climáticas como auxílio à seleção animal.

Como já foi citado anteriormente, existe acentuada diferença na reação fisiológica dos animais domésticos em relação ao clima de modo geral e particularmente à temperatura ambiente, em consequência de diferenças nas suas características hereditárias.

MEDEIROS, comenta que os estudos dos graus de resposta dos animais aos ambientes quentes tem sido relacionados com uma ou mais variáveis climáticas sobre limites relativamente estreitos. O mesmo informa, que tais relações são informativas mas não se prestam a generalizações de meio ambiente ou entre animais. Todavia, não é fácil expressar e medir a magnitude de tolerância ao calor dos animais e os índices de variação que se tenciona levantar periodicamente, dada a limitação dos métodos utilizados.

Teste e Métodos de Adaptabilidade

1) Teste de RHOAD (Prova de Ibéria)

Neste teste idealizado para bovinos, determina-se o quanto a temperatura retal dos animais excede a 38,33°C. Os animais das raças escolhidas ou dentro de determinada raça são expostos a radiação solar direta num dia claro, luminoso com temperatura do ar entre 29 e 35°C. Os animais podem ter água à disposição. Toma-se a temperatura retal às 10 e às 15:00 horas repetindo-se o procedimento por três dias. Obtêm-se uma temperatura retal média (Tr) final de cada animal, ou grupo de animais, a qual é utilizada na seguinte fórmula:

$$CTC = 100 - [18 (Tr - 38,33)]$$

Onde:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,33°C

18 = constante

Tr = temperatura reta média final

38,33 = temperatura retal considerada normal para bovino

O resultado é expresso como uma porcentagem da eficiência em manter a temperatura retal em 38,33°C. Quanto mais elevado o coeficiente, maior grau de tolerância. Trabalhando com animais de diferentes raças e grau de “sangue”, RHOAD obteve os seguintes coeficientes, conforme Quadro 10:

QUADRO 10. Aplicação do teste de RHOAD em bovinos de diferentes raças e graus de sangue nos Estados Unidos.

GRUPOS GENÉTICOS	CTC
Brahma	89
½ Brahma - Angus	84
5/8 Brahma - Angus	84
Sta. Gertrudes (5/8 Shortorn-3/8 Brahma)	82
½ Afrikander - Angus	80
Jersey	79
¾ Angus - ¼ Brahma	77
Hereford	73
¾ Angus - ¼ Afrikander	72
Angus	59

Como se vê, houve grande variação entre as raças e tipos, apresentando o zebu o maior coeficiente de tolerância ao calor e a raça Aberdeen Angus da Escócia e de pelagem toda preta, o menor. Das raças européias, a que mostrou melhor coeficiente foi a Jersey.

A frequência respiratória contada nas mesmas horas da temperatura retal, pode ser utilizada como critério adicional para se estabelecer diferença entre dois animais que mostram o mesmo aumento na temperatura retal. O animal com o menor aumento na temperatura retal e a menor frequência respiratória é considerado mais tolerante ao calor.

Em São Paulo este teste foi aplicado com temperaturas médias diferentes, conforme Quadro 11.

QUADRO 11. Aplicação do teste de RHOAD em diferentes raças bovinas no Estado de São Paulo.

RAÇAS	TEMPERATURA (°C)
Pindamonhangaba	30,5
Schwyz	88,9
Guernsey	82,6
Holandês preto e branco	81,7
Nova Odessa	31,0
Guzerá	91,2
Gir	88,5
Flamengo	72,7
Aberdeen Angus	62,8

A comparação entre vacas cruzadas Hariana x Holandesa, Hariana x Schwyz e Hariana x Jersey, quanto a tolerância ao calor, foi efetuada por GOEL, mediante o teste de RHOAD. Não houve diferença entre os três grupos de animais quanto aos coeficientes, nem correlação significativa entre estes e os índices para a cor do pelame, área superficial por unidade de peso corporal, consumo de água ou de alimento.

KUNDU & BHATNAGAR utilizaram o teste de RHOAD para estudar a tolerância ao calor, de vacas cruzadas e sua relação com a produção de leite. A ordem quanto ao mérito para a tolerância ao calor foi:

Schwyz - Tharparkar	80,31%
Holandês - Sahiwal	80,18%
Schwyz - Sahiwal	78,61%
Holandês - Tharparkar	77,57%
Jersey - Tharparkar	77,57%

Não foi observada uma tolerância específica de correlação entre tolerância ao calor e produção diária de leite. Apenas as vacas dentro do grupo Jersey - Tharparkar mostraram uma relação positiva significativa (+0,17) entre tolerância ao calor e produção de leite, com um coeficiente de determinação muito baixo (0,0289). Os autores argumentam que o coeficiente de tolerância ao calor teve pouco efeito sobre a produção de leite e que a seleção de vacas cruzadas, se baseada na tolerância ao calor, pode não resultar necessariamente em seleção para alta produção de leite.

De acordo com BIANCA, o teste de RHOAD apresenta duas principais limitações:

- 1) as condições ambientes não são suficientemente padronizadas e
- 2) o valor 38,33°C considerado a temperatura retal média normal de bovinos, não leva em conta as variações devidas a idade, raça, nível de alimentação, nível de produção, etc.

Por exemplo, animais jovens possuem temperatura corporal normal mais elevada que os adultos e assim o teste tende a mostrar valores falsamente baixos, para animais jovens, por seu mais alto nível inicial de temperatura corporal. Da mesma forma o teste tende a mostrar valores falsamente altos para animais cuja temperatura corporal normal foi inferior a 38,33°C.

Além dessas limitações, FARIAS comenta o não aproveitamento, para a determinação do ritmo respiratório, assim os indivíduos que conseguem evitar ou atenuar a hipertermia à custa da aceleração do ritmo respiratório (mostrando, portanto, dificuldade de suportar o calor, por deficiência de outros aspectos mais eficientes do aparelho termorregulador), apresentarão maior coeficiente; com referência a este aspecto vale a pena mencionar que aqui no Brasil CHIQUILOFF verificou, que novilhas Gir podem tolerar grandes variações na temperatura corporal sem revelar desconforto fisiológico e aceleração do ritmo respiratório.

No sentido de evitar a segunda limitação do teste de RHOAD, AMAKIRI & FUNCHO utilizam a temperatura retal inicial tomada pela manhã, descartando o valor arbitrário 38,33°C e considerando a temperatura retal da tarde. Nesse caso a fórmula a ser apreciada seria:

$$CTC = 100 - [18 (T_{15} - T_{10})]$$

Onde:

T_{15} = temperatura retal tomada às 15:00 horas
 T_{10} = temperatura retal tomada às 10:00 horas

BENEZRA, aproveitando os dados referentes ao ritmo respiratório, também introduziu modificações na determinação do coeficiente de tolerância ao calor pelo teste de RHOAD, tornando-a mais sensível e utilizável também com animais estabulados durante as horas mais quentes do dia:

$$CTC = \frac{TC}{38,33} + \frac{NR}{23}$$

Onde:

TC = temperatura retal
 NR = número de respirações por minuto obtidos no teste
 38,33 e 23 = valores normais

Quanto mais próximo de 2 (dois) o coeficiente encontrado, maior a capacidade de tolerância ao calor, já que 2 seria o valor mínimo só obtido nos animais que mantivessem normais sua temperatura retal e respiração.

VILLARES, em Botucatu (SP), usou o teste de BENEZRA em zebuínos e na raça Chianina e os resultados obtidos são apresentados no Quadro 12, no qual são comparados os zebuínos com os bovinos da raça Chianina.

Analisando os dados, verificamos que, em umidade relativa do ar alta e baixa, o zebu mais adaptável do que o Chianina quando a umidade relativa do ar é alta; porém, quando a umidade é baixa ambas se equivalem.

QUADRO 12. Aplicação do teste de BENEZRA em bovinos no Estado de São Paulo.

RAÇA	UMIDADE RELATIVA DO AR	
	+ de 60%	- de 60%
Zebuina	2,591	2,611
Chianina	3,132	2,827

O coeficiente, ainda pelo método de Benezra, pode também ser calculado de outra maneira:

$$CTC = \frac{NR - 23}{10 (TC - 38,33)}$$

Quanto menor o coeficiente obtido, maior a tolerância ao calor. Entre animais com valores NR aproximados terá menor CTC o que apresentar maior elevação da temperatura retal. Este segundo método de Benezra, baseado na relação entre os aumentos da respiração e da temperatura retal, parece levar a resultados duvidosos.

Segundo FARIAS, para a avaliação do poder de adaptação a ambientes de temperatura elevada podem ser usadas as reações na temperatura retal, respiração, pulsação e a capacidade termorreguladora, através do índice de termorregulação (Índice de termorregulação de ITTNER & KELLY). Este índice pode ser obtido em função da recuperação à sombra, ao fim de uma hora, da temperatura retal ao sol:

$$I = \frac{d}{e} \times 100$$

Onde:

d = representa o decréscimo médio da Tr, à sombra, após uma hora de decorrido o exercício ao sol

e = elevação média da Tr logo após o exercício em relação à Tr inicial anterior ao exercício, à sombra.

CHIQUELOFF, no ambiente de Pedro Leopoldo, em Minas Gerais, obteve os seguintes valores para este índice:

Guernsey	55,70%
Gir	50,75%
Schwyz	46,51%
Jersey	35,87%
Holandesa (preta e branca)	33,33%

Segundo FARIAS, o índice da raça Gir inferior ao da raça Guernsey, o resultado da temperatura retal mais elevada naquela raça mostra que o valor da temperatura retal, por si só, não é suficiente para avaliar a capacidade de adaptação ao clima quente. CHIQUILOFF, cita que as novilhas Gir, mesmo com temperatura retal elevada, não demonstraram desconforto e aceleração do ritmo respiratório. Considerando o cômputo das várias reações, temperatura retal, respiração e pulsação, CHIQUILOFF situa as raças leiteiras européias estudadas na seguinte ordem, quanto a sua adaptação ao clima de Pedro Leopoldo, com disponibilidade de sombra (temperatura média do ar, à sombra 22,2°C, umidade relativa média de 67% e altitude de 700 a 770 metros): Schwyz, Jersey, Guernsey e Holandesa preta e branca.

Pela aplicação da fórmula de ITTNER & KELLY, MEDEIROS no Sudoeste de Goiás, verificou que o caprino Bhuj exibiu o índice de termorregulação mais alto (95,20%), o ovino lanado o mais baixo (55,55%), ocupando os ovinos deslanados (Deslanado de Morada Nova e Santa Inês) posições intermediárias (86,09 e 73,29%, respectivamente).

2) Método de Bonsma

BONSMA desenvolveu um método em bovinos, que fornece informação sobre a capacidade geral de adaptabilidade do animal em climas quentes. O método é também conhecido como o “teste de feltagem”.

O método consiste em tornar-se uma amostra de pêlos do animal, umidecê-los e esfregá-los entre as mãos. Se os pelos formarem uma massa firme, não se enrolarem uns aos outros, constituem pêlos curtos, lisos. Ao contrário, se se enrolam caracterizam pêlos longos, lanuginosos. De acordo com BONSMA, um pelame lanuginoso associa-se à baixa e o liso à alta tolerância ao calor. Assim, o exame de uma amostra de pêlos seria um meio simples para julgar indiretamente a tolerância ao calor, como o mérito de ser aplicável a animais bem jovens.

Em bovinos Shorthorn na Austrália, FINCH verificou que animais com pêlos longos e lanuginosos tiveram o ganho de peso negativamente afetado e garrotes com pelagem branca ganharam 0,13kg a mais por dia que os negro-avermelhados. Estes resultados evidenciaram que a cor da pelagem é um atributo que, interagindo com o tipo de pelame, exercem influência sobre a performance dos bovinos sob “stress” pelo calor.

3) Teste do Dowling

O teste da “eficiência do resfriamento” de DOWLING, baseia-se na capacidade de o animal dissipar o calor corporal excedente. Os animais são exercitados num dia quente por meia hora até a temperatura retal (Tr) alcançar cerca de 40°C. A seguir, são levados para a sombra, onde se procedem as tomadas de Tr em intervalos regulares (20-30 minutos) para se verificar a habilidade de cada animal na recuperação da Tr inicial. O animal com o maior decréscimo de Tr é considerado dotado da maior eficiência de resfriamento.

DOWLING testou dois grupos de animais da raça Shorthorn, um com pêlos longos e amedulados e outro com pêlos curtos e medulados. Verificou demonstrarem os animais do grupo 2 (dois) maior capacidade de dissipação de calor, sendo, portanto, mais tolerantes.

A comparação de bubalinos das raças Jafarabad, Mediterrâneo e Murrah foi efetuada por VILLARES, verificando não haver diferença entre raças, quanto à tolerância ao calor. Na comparação entre bovinos e bubalinos, VILLARES verificou que os bovinos da raça Nelore tiveram maior tolerância ao calor, seguindo-se os mestiços bovinos (3/4 Chianina x 1/4 Guzerá; 3/8 Chianina x 3/8 Zebu x 1/4 Charolês) como intermediários, e os bubalinos Jafarabad, em último lugar, como menos tolerantes ao calor.

BACCARI Jr. submeteu bubalinos da raça Mediterrâneo ao teste de DOWLING e correlacionaram os resultados com o ganho de peso de verão, de dezembro a fevereiro. Obteve um coeficiente de correlação $r = -0,69$ ($P < 0,05$) demonstrando que aproximadamente 48% da variação do ganho de peso foram explicados pela habilidade de tolerância ao calor. A correlação foi negativa no sentido de que, em geral, animais que recuperaram a temperatura retal inicial (estatisticamente) mais rapidamente exibiram maior ganho de peso.

MEDEIROS utilizou o teste de DOWLING, com a seguinte metodologia: após tomada da temperatura retal (Tr) dos animais à sombra, foram eles submetidos a um exercício forçado ao sol durante 10 minutos, tempo suficiente para que entrassem em hipertermia. A seguir, foram novamente conduzidos para a sombra, onde, após nova tomada da Tr, permaneceram em repouso, repetindo-se as mensurações da Tr de 15 em 15 minutos até 75 minutos. Os resultados do teste de DOWLING, utilizando-se o “teste” para amostras dependentes, mostraram que o ovino lanado (3/4 Corriedale x 1/4 Romney Marsh) não recuperou a temperatura real inicial (anterior ao exercício) mesmo após 75 minutos de repouso à sombra. O caprino Bhuj recuperou-se aos 45 minutos, enquanto que os ovinos deslanados (Morada Nova e Santa Inês) recuperaram-se aos 60 e 75 minutos de repouso, respectivamente.

4) Teste de RAUSCHENBACH & YEROKHIN

Com base numa crítica dos métodos existentes na determinação da tolerância ao calor, RAUSCHENBACH & YEROKHIN propuseram um novo procedimento para estimativa da tolerância ao calor em bovinos, suínos e ovinos.

Desenvolveram fórmulas usando o índice de tolerância ao calor (ITC), de acordo com a espécie animal analisada, assim:

Bovinos : ITC = 2 (0,6 t₂ - 10dt + 26)

Suínos : ITC = 2 (0,7 t₂ - 10dt + 22)

Ovinos : ITC = 2 (0,5 t₂ - 10dt + 26)

Onde:

dt = diferença entre a temperatura corporal (retal) a temperatura elevada (tarde) e temperatura corporal pela manhã (zona de termoneutralidade)

t₂ = temperatura do ar a tarde

A estimativa da tolerância ao calor de vacas Guernsey e Schwyz em lactação, foi efetuada por BACCARI Jr. obtendo os índices 75,4 para Guernsey e 87,8 para Schwyz, concluindo-se possuírem as vacas Schwyz maior tolerância ao calor. Vacas Jersey revelaram-se mais tolerantes ao calor (88,4) que vacas Guernsey (79,2) segundo o trabalho de BACCARI Jr.

Mediante o teste de RAUSCHENBACH & YEROKHIN, BACCARI Jr. estudou a tolerância ao calor em bezerros zebus e sua correlação com o ganho de peso. A raça Nelore exibiu o mais alto índice de tolerância (77,2) seguida da Gir (74,6) e da Guzerá (69,7). Para as três raças agrupadas, o coeficiente de correlação entre tolerância ao calor e ganho de peso à desmama, foi $r = 0,56$ ($P < 0,01$) demonstrando que 31% da variação do ganho de peso puderam ser explicadas pela tolerância ao calor.

5) O Modelo de FRISCH & VERCOE

As taxas de crescimento das raças bovinas européias são menores nas regiões tropicais que nas temperadas. As raças zebuínas estão bem adaptadas aos trópicos, no que se refere a sobrevivência, mas suas taxas de crescimento são também inferiores na zona temperada. Buscando analisar os motivos das baixas percentagens de crescimento, de ambos os tipos raciais, e determinar a melhor maneira de formar raças que cresceriam bem nas condições australianas, FRISCH & VERCOE estabeleceram um modelo simples para auxiliar na explicação de como os diferentes tipos de raças crescem com diferentes condições ambientais. Nesse trabalho o crescimento foi o único elemento da produtividade tomado em conta, contudo os autores advertem que os outros fatores devem ser considerados para decidir qual a raça mais adaptada a um conjunto particular de condições.

Os principais fatores ambientais identificados como causadores de diferenças marcantes, entre raças, quanto ao crescimento foram: o carrapato dos bovinos, os helmintos gastrintestinais, as elevadas temperaturas ambientes e a radiação solar, a ceratoconjuntivite infecciosa e as flutuações em qualidade e quantidade das forragens. As raças de *Bos indicus*, utilizadas no estudo, foram a Brahma e a Afrikander e a *Bos taurus* a Hereford x Shorthorn (HS) e ainda os cruzamentos entre ambos os tipos raciais: Afrikander x HS (AX) e Brahma x HS (BX).

A Figura 13 é uma representação esquemática do modelo, cada coluna está composta de seguimentos que representam a proporção de peso vivo aos 15 meses, relacionada com cada fator e que juntos, são os causadores de todas as diferenças de peso vivo entre as raças criadas em condições ideais. O seguimento inferior representa o peso aos 15 meses de cada raça criada nas condições de campo da Estação Experimental de Belmont, situada no trópico de capricórnio, Queensland, Austrália. Os pesos médios (kg) para cada raça: HS 260,

Brahma 275, Afrikander 285, AX 310 e BX 320. Estes pesos refletem as percentagens de crescimento comparativo das raças que pastam juntas em condições de escasso controle de carrapatos, helmintos gastrintestinais; mesma carga de calor e sem que nenhum animal recebesse suplementação alimentar ou tratamento contra a ceratoconjuntivite infecciosa.

Cada um dos outros seguimentos representa a diferença de peso vivo aos 15 meses, atribuível a fatores limitantes genéticos ou ambientais para o crescimento. A amplitude dos correspondentes seguimentos varia segundo as raças, o que indica que cada fator limitante afeta o peso vivo em grau diferente segundo a raça. Com base em experimento realizado por TURNER & SHORT, os autores deste modelo observaram que os aumentos de peso vivo durante um período de 27 semanas devido a banhos carrapaticidas a intervalos de três semanas, foram de 27kg para a HS, 10kg para AX e 3kg para BX. Estas diferenças eram as causadoras de aproximadamente 40% das diferenças médias entre a HS e a BX em peso vivo aos 15 meses, em condições de campo. Embora os banhos aumentassem os ganhos em todos os grupos cruzados não resultavam em rentabilidade, já que unicamente produziam um pequeno aumento de ganho nos animais HS e AX, em comparação com as BX sem banhar. Nos animais Brahma e Afrikander, o efeito do banho será proporcionalmente inferior.

Ainda com base no experimento de KURNER & SHORT, os autores observaram que o aumento de peso devido ao controle de helmintos gastrintestinais foi de 18kg para as HS, 22kg para as AX e 1kg para as BX. Também, neste caso, a vermifugação torna-se antieconômica, já que as BX conseguem aquele nível de crescimento sem receberem anti-helmínticos. Estes níveis de tolerância aos helmintos contribuíram com 30% da diferença observada entre a HS e a BX, e mais da diferença observada em condições de campo entre a AX e a BX em peso vivo. O efeito dos helmintos sobre os Brahma foi proporcionalmente inferior ao caso dos BX.

As elevadas temperaturas e a radiação solar afetam, em vários graus, as diversas raças. Tomando por base trabalhos experimentais, os autores relatam que as diferenças na tolerância ao calor contribuem com 15% da diferença de peso vivo dos animais HS e BX no campo.

Com relação a ceratoconjuntivite, concluiu-se que só exerce efeito importante no bem-estar do rebanho nas HS.

As raças reagem diferentemente às quantidades e qualidades das forragens disponíveis. FRISCH & VERCOE, cita que os animais AX e BX tem a capacidade de alterar o índice metabólico com maior rapidez que o HS para adaptar-se a disponibilidade de alimentos (o que poderia ter importância especial durante os períodos da seca). Estas disposições na utilização das forragens contribuem em proporção diversa, segundo as flutuações do estado nutricional, para a distinção de peso vivo entre HS e os BX. Os autores estimam a diferença em 10%, nas condições existentes em Belmont, Austrália.

Cada um dos fatores limitantes ambientais contribuem em menor ou maior grau para determinar o crescimento dos diversos genótipos, principalmente devido a uma redução na ingestão de alimentos. Em condições de campo, em que intervém carrapatos, helmintos gastrintestinais; o calor, nutrição e a ingestão de alimentos, a percentagem de crescimento dos HS apresentará uma notável depressão. Os Brahma dificilmente serão afetados enquanto os animais AX sofrerão mais que os BX. Apesar do pequeno efeito dos fatores limitantes ambientais sobre ingestão voluntária de alimentos dos Brahma, estes nas condições de Belmont, somente crescem marginalmente melhor que os HS e muito mais lentamente que os AX e BX. Em ausência de tais fatores limitantes, os Brahma comem cerca de 20% menos alimentos que o HS de igual peso vivo. Este

foi o único fator identificado que contribui para a sua pequena percentagem de crescimento. Em condições de campo, a percentagem de crescimento dos HS é baixa porque os fatores limitantes ambientais limitam a ingestão. A percentagem de crescimento dos Brahma é baixa porque a ingestão voluntária de alimentos é inerentemente baixa.

Esta ingestão de alimento dos BX acha-se mais ou menos num ponto intermediário entre a dos HS e a dos Brahma. Foi herdada do genitor Brahma a aptidão para fazer frente às dificuldades ambientais e, por consequência, a ingestão de alimentos e o crescimento somente se reduzem marginalmente em presença daquelas dificuldades. Isto representa, termos simples, o que, com frequência, chama-se heterose dos mestiços. A combinação das características produtivas (ingestão e percentagem de crescimento inerentemente elevados) e as características de adaptação (resistência aos fatores limitantes ambientais) é o que confere, aos BX os atributos essenciais para uma percentagem de crescimento elevada em condições tropicais.

Os AX não estão tão bem adaptados como os BX às condições de Belmont. Não obstante, a ingestão voluntária de alimentos é maior nos BX, mas inferior nos HS. Na ausência dos fatores limitantes do meio tropical, cabe esperar que os AX cresçam mais rapidamente que os BX, mas menos rapidamente que os HS, já que a ingestão voluntária de alimentos é neste caso, o principal fator determinante da ordem de classificação quanto à percentagem de crescimento. Quanto as consequências práticas, FRISCH & VERCOE aceitam que, se pudessem identificar os principais fatores limitantes ambientais, sua importância relativa e as raças que podem fazer face a tais fatores, seria possível, em primeiro lugar, prognosticar a ordem da percentagem de crescimento que se espera dos diversos tipos raciais e, em segundo lugar, combinar mediante cruzamento, as resistências complementares de duas ou mais raças para obter um animal mais produtivo para um determinado ambiente. Ademais, poder-se-iam determinar as proporções desejáveis de atributos de produção e de adaptação. Nos ambientes tropicais mais favoráveis, os animais $\frac{1}{2}$ "sangue" *Bos taurus* x *Bos indicus* podem ser os de crescimento mais rápido, ou talvez, os de um $\frac{1}{4}$ de sangue *Bos indicus*, quando as cargas de parasitas são leves e a nutrição é boa. Mas, à medida que os fatores limitantes ambientais se tornam mais rigorosos, especialmente o componente nutricional, pode fazer falta um animal de $\frac{3}{4}$ de sangue *Bos indicus* ou mais.

Ainda, segundo os autores, a percentagem de crescimento é somente um dos componentes da produtividade e em toda decisão deverá ser considerada também a aptidão reprodutiva, o temperamento e outros fatores.

Modelo das razões das diferenças ao crescimento das diferentes raças

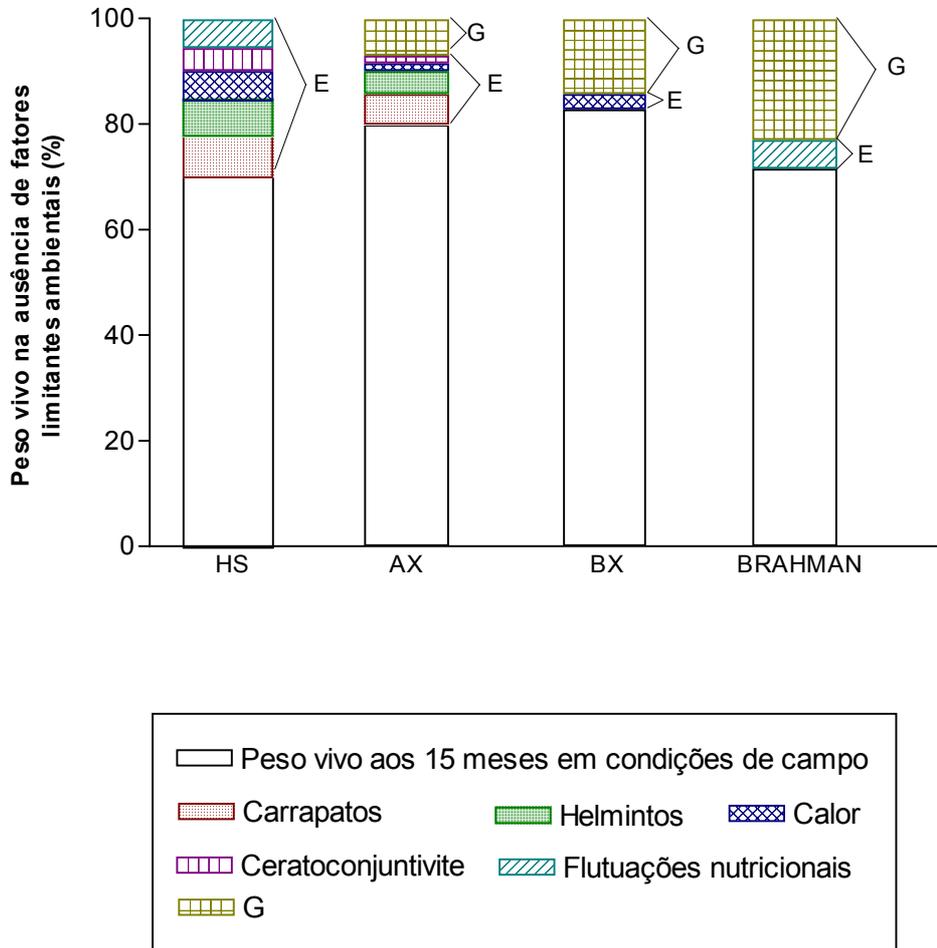


FIGURA 13. Modelo as razões das diferenças quanto ao crescimento das diferentes raças.

G: Diferença em peso vivo devido a diferenças genéticas quanto ao apetite.

E: Diferença em peso vivo, devido a diferenças genéticas, quanto à resistência aos fatores limitantes ambientais.

6) Outros Testes e Métodos

SILVA propõe o melhoramento do gado de corte tropical pela seleção simultânea para peso e tolerância ao calor. O autor trabalhou com garrotes e novilhas, da raça Canchim, os quais foram expostos à radiação solar direta por 7 horas, sendo considerado o índice de tolerância ao calor, principalmente a magnitude do aumento na temperatura retal (Tr), do início ao fim do período de exposição à radiação. O ganho de peso foi calculado para o período da desmama (210 dias) aos 18 meses. Os resultados demonstraram, de maneira geral, que os animais com os maiores aumentos de Tr, durante os dias quentes, tiveram relativamente as mais baixas taxas de ganho. A herdabilidade de aumento na Tr foi $0,44 \pm 0,27$.

FINCH, com base na hipótese de que os mecanismos evaporativos de dissipação de calor nos bovinos estariam favoravelmente relacionados a uma temperatura corporal mais estável e ao ganho de peso, estudaram as respostas de sudorese e sua relação com a temperatura retal, tempo de permanência ao sol no pasto e taxa metabólica. Foram utilizados animais Brahma, Brahma x Hereford-Shorthorn e Shorthorn. Os autores verificaram, que entre animais, a relação entre taxa de sudorese e temperatura retal média foi negativa e sua relação com o tempo gasto ao sol no pasto foi positiva, levando à conclusão que essa medida de taxa de sudorese foi um bom indicador da habilidade termorreguladora dos bovinos. Contudo, a taxa de sudorese dos garrotes não guardou relação com o tempo de pastejo ou ganho de peso. A taxa de sudorese correlacionou-se negativamente com a taxa de pastejo ou ganho de peso. A taxa de sudorese correlacionou-se negativamente com a taxa metabólica entre animais dentro de raças, sugerindo que pode ser difícil combinar as características desejáveis de boa adaptação ao calor com um alto potencial metabólico em bovinos.

Na Austrália, TURNER estudou a variação genética da temperatura retal em vacas e sua relação com a fertilidade. A fertilidade foi medida como o sucesso ou insucesso em produzir um bezerro, a termo, em duas linhagens de animais *Bos taurus* (Hereford x Shorthorn) e quatro linhagens de *Bos indicus* x *Bos taurus* onde se incluíram o Afrikander, o Brahma, o Sahiwal, o Hereford e o Hereford x Shorthorn. A depressão da fertilidade devida a susceptibilidade ao calor foi de 0,15 a 0,25 nas linhagens britânicas e 0,10 nos cruzados com sangue zebu. Mesmo nos cruzados zebus, relativamente tolerantes ao calor, e sob calor moderado no Trópico, tanto a temperatura retal média quanto sua variabilidade genética dentro de um rebanho teve grandes efeitos sobre a reprodução. A herdabilidade da temperatura retal foi 0,25 e sua correlação genética com fertilidade foi de 0,76. Com base na relação temperatura retal e fertilidade verificou-se serem os mais portadores de sangue zebu mais tolerantes ao calor que os de sangue *Bos taurus*.

Trabalhando no ambiente subtropical da Flórida, BADINGA relacionou os elementos climáticos à fertilidade em novilhas e vacas em lactação das raças Holandesa, Jersey e Schwys, principalmente durante os meses de stress calórico. Os autores verificaram que as taxas de concepção das vacas em lactação diminuíram bruscamente, quando a temperatura do ar máxima no dia posterior ao da inseminação artificial excedeu 30°C. Em contraste, as taxas de concepção das novilhas não declinaram até 35°C. As novilhas tiveram as mais altas taxas de concepção para todos os serviços (50%), do que as vacas em lactação (34%) e sofreram apenas ligeira depressão da fertilidade durante os meses de verão. As novilhas requereram 1,5 do serviço por concepção comparados com 2,3 para vacas em lactação. Os animais Jersey apresentaram taxas de concepção mais altas

(45%) que os Schwyz (41%) e Holandesa (39%). Dos resultados dos autores poder-se-ia concluir, com base na fertilidade que as novilhas são mais tolerantes ao calor que as vacas em lactação e que a raça Jersey é mais tolerante ao calor que a Schwyz e a Holandesa, pela ordem.

Na avaliação da adaptabilidade, a medida mais comumente utilizada é a temperatura corporal e mais especificamente sua estabilidade (termoestabilidade). Todavia, outras medidas e fatores devem ser levados em consideração como a taxa de sudorese, características da pele e dos pêlos, a idade e a raça dos animais, o nível nutricional e de produção, o comportamento, a resistência a endo e ectoparasitos, a performance reprodutiva e produtiva (BACCARI Jr.).

AS FORMAS DE ACLIMAMENTO

A introdução de raças de regiões temperadas, em regiões tropicais e subtropicais, regiões portanto heteroclimáticas, não se processou tão comodamente. Ela teve frente a hostilidade do clima, e de outros fatores dele decorrentes. O aclimamento, como resultado da aclimação, se apresenta diferente, conforme o seu processamento: transplantação de raças entre regiões homoclimáticas ou transplantação entre regiões heteroclimáticas.

As diferentes formas de reação dos animais e as diferenças climáticas maiores ou menores dão margem a diferenças de aclimamento. É que este pode não apresentar dificuldade ou pode-se dar após um processo de adaptação, com a vitória e multiplicação das formas adaptadas, a exclusão das outras; ou finalmente pode fracassar. No primeiro caso houve semelhança de climas; nos dois outros, as regiões eram heteroclimáticas.

Por isso, quando se transporta uma raça, de sua região de origem, para outra com clima igual ou diferente, cinco eventualidades podem ocorrer (DOMINGUES):

- 1) Os animais se adaptam, e sua descendência modifica-se no processo de adaptação.
- 2) Os animais se adaptam tão bem que se dá até melhoramento no sentido produtivo.
- 3) Os animais se adaptam, mas com a perda de suas qualidades produtivas.
- 4) Os animais adaptam-se individualmente, ficando sua descendência sujeita a um novo processo de ajustamento ao meio.
- 5) Os animais não se adaptam.

No primeiro caso, estamos em face do aclimamento hereditário. No segundo caso, que deve ser estudado com o primeiro, há também um aclimamento hereditário, mas no qual os animais apresentam certo melhoramento nas qualidades produtivas.

O aclimamento hereditário ou genético é fácil no caso da transplantação de raças entre regiões homoclimáticas; e os exemplos disso temos

na aclimação das raças européias, em geral, nos Estados Unidos, na Argentina, no Uruguai, na Nova Zelândia, no Canadá. No segundo caso, como foi dito, é também um aclimamento genético, verifica-se porém uma variação vantajosa nas qualidades econômicas dos animais, tratando-se, por isso, de uma naturalização cujo exemplo temos no zebu, de adaptação vitoriosa no Brasil Central, visto como houve certo melhoramento na sua qualidade econômica, peso e rendimento em carne.

Aclimamento Hereditário e Naturalização

Diz-se que houve aclimamento hereditário, quando estamos em face de uma vitória dos animais em aclimação. Houve adaptação. O conjunto desses animais adaptados pode constituir ou não uma variação da raça importada, ou uma ligeira variante dela. Tais sejam os limites e a importância dessas variações, poder-se-á ter até uma nova raça, o que ocorreu, por exemplo, primitivamente, com as raças em sua expansão, ao se disseminarem em outras áreas geográficas.

A adaptação ao meio não foi o resultado de simples ajustamento somático. Ela se manifestou na geração seguinte, descendente de animais importados. Certas aptidões ocultas da raça, em face de novas condições do meio, exteriorizam-se, e o criador insula e multiplica as melhores expressões dessa variação, justamente aquelas que ajudam a vitória na adaptação.

A raça, antes de passar ao novo meio, era portadora, em estado potencial, dessa possibilidade de ajustamento por via de uma variabilidade hereditária de que podem surgir formas adaptativas até então inexistentes.

Na naturalização, que é uma forma de aclimamento genético, a raça se aclima sem haver, propriamente, um processo de variabilidade. Ou, se há, e melhor, zootecnicamente. Sua adaptação é pronta e sem o mais leve afastamento do padrão da raça; quando os climas são semelhantes, é o que ocorre mais freqüentemente. Como o caso das raças zebuínas no Brasil, e ainda das raças transplantadas da Europa para os Estados Unidos, e algumas delas para a Austrália, Canadá, Argentina e Uruguai. Os animais se aclimam geneticamente, até melhorando suas qualidades produtivas, pois que encontram no novo meio aquelas condições ambientes de seu país nativo, ou mesmo melhores.

A naturalização é um processo mais rápido, mais fácil, mais simples. Mas sua ocorrência na maioria das vezes, só se verifica quando as regiões são homoclimáticas.

Aclimamento Degenerativo

Nesse terceiro caso, temos a degeneração da raça. Houve adaptação, mas com perda de suas qualidades produtivas. Biologicamente a raça está aclimada, mas degenerou sob o ponto de vista zootécnico. As nossas raças crioulas ou nativas estão neste caso. A degeneração é uma forma de aclimamento hereditário, mas em sentido negativo (perda das qualidades econômicas).

Uma raça pode aclimar-se “degenerando”, no sentido zootécnico. Quer dizer, diminuindo exageradamente suas qualidades produtivas. Os animais vivem e se reproduzem, mas produzem mal. Não se pode dizer que tenha faltado à raça, assim aclimada, aquela capacidade de variação no sentido adaptativo. É um

processo incompleto de aclimamento, que não se estendem as qualidades produtivas, e então o animal é de baixa produção.

Esse é o caso das chamadas raças crioulas, em todos os países, raças nativas de bovinos, de carneiros e cabras do Nordeste, de cavalos, de galinhas, etc. Ninguém pode negar que tais animais estejam adaptados. Sua adaptação é até das mais notáveis, sua produção zootécnica é que se tornou inferior. Como produzem pouco ou ruim, o homem diz que degeneraram, porque perderam suas qualidades econômicas, ganhando em rusticidade, em constituição orgânica robusta.

Em geral, isto ocorre quando os animais são entregues à seleção natural; quando o homem deixa de agir como condutor do processo de adaptação e de seleção. Deste modo dá-se a perda das faculdades produtivas, nesses animais. Ou dizendo melhor, para vitória sobre o meio, sobrevivem os animais de baixa produção, menos exigentes quanto às condições de criação. Daí a degeneração, mas também a adaptação.

Como se vê, no caso de aclimamento propriamente da raça, adaptação permanente, temos três eventualidades, e em todas houve aclimamento hereditário, que se pode diversificar em :

- 1) Aclimamento direto da raça com alterações, que não a desfiguram, e com manutenção das qualidades produtivas (aclimamento genético).
- 2) Aclimamento direto com melhoramento sensível, das qualidades produtivas (naturalização).
- 3) Aclimamento com perda das qualidades produtivas (aclimamento degenerativo).

Acomodação ou Aclimamento do Indivíduo

Esta forma de aclimamento, consiste em uma acomodação do indivíduo, que sofre pequenas variações ou modificações, de tal sorte a permitir sua permanência e relativa prosperidade no novo meio. Tais variações, como se sabe, não chegam a alterar a herança biológica do animal, não são hereditárias. Sua descendência, para sobreviver, terá de passar novamente pelo processo de acomodação somática.

A acomodação não passa, então de uma adaptação individual. É o resultado puro e simples de faculdades reguladoras, próprias do organismo, capazes de corrigirem, normalmente até certo ponto, as deficiências e perturbações, que possam sobrevir no funcionamento da máquina viva. É uma regulação ou adaptação funcional, isto é, de funções. Também podemos denominá-la aclimação somática ou ainda fenotípica. Segundo BAUR, aclimação modificada. A denominação modificada vem do fato de ocorrerem variações, que não passam de modificações. É fenotípica ou somática porque só interessa ao soma, ao fenótipo. Finalmente, diz-se individual, porque não é da raça.

Geralmente esta é a forma comum em nossas tentativas de introdução de raças de ruminantes de origem européia, nas condições tropicais. Os reprodutores importados “acomodam-se” ao nosso meio, e seus filhos refletem o mesmo processo biológico, de aclimação somática ou modificativa.

Falência da Raça

Os limites entre a acomodação e a ausência de adaptação (falência da raça) não são fáceis de estabelecer. Mas em qualquer dos dois casos, a raça deixa de interessar.

Dá-se a falência da raça quando, na tentativa de aclimação, ou, não se passa da acomodação dos animais importados, ou nem esta chega a ocorrer. Nem as animais importados resistem ao clima que lhes é impróprio, nem sua descendência.

Bom exemplo disto são repetidos ensaios de aclimação, de certas raças no Brasil, normalmente na região Nordeste e Norte. A vida dos reprodutores ali importados, de raças de corte européias, mostra-se precária, sua fisiologia é perturbada de modo que nem desenvolvem-se nem chegam a gerar, e se o conseguem, são descendentes de crescimento retardado, produtividade baixa ou nula. Trata-se de uma inadaptabilidade da raça.

Aclimação Indireta

Na aclimação é possível estabelecer uma distinção, considerando-se o processo que ela deve seguir o seu processo para se tornar vitoriosa. Podemos importar animais, e ensaiar a aclimação da raça em estado de pureza. Mas, muitas vezes, importam-se os machos para cruzá-los com fêmeas nativas (locais).

Ao primeiro passo chamei de aclimação direta e, ao segundo, aclimação indireta.

Na aclimação indireta procuramos contornar os percalços da adaptação de certas raças, empregando o cruzamento da raça de fora, com animais da região, biologicamente aclimados. Cruzamento absorvente ou formativo.

Sua aclimação vai ter, como base de segurança, a rusticidade dos animais locais (nativos) - qualidade hereditária. Juntar as qualidades econômicas da raça melhorada e importada, com a rusticidade da raça nativa. Dessa mistura de fatores genéticos surgem diversas formas biológicas, entre as quais algumas se mostram vitoriosas e produtivas, no novo meio.

Segundo a literatura, procedendo-se a uma seleção dirigida dessas formas, teremos obtido o plasma germinal, que nos garantirá o êxito da aclimação.

Segundo DOMINGUES e outros, o aclimamento indireto é o caminho com maiores probabilidades de êxito nos trópicos. É que toda mestiçagem é uma fonte de formas diferentes e novas. Sabemos que a seleção não cria nada. A mistura de estirpes diversas provoca sempre uma multiplicidade de mixovariações (BAUR). Se surgem formas novas, nas quais juntamos a carga genética de animais adaptados ao meio tropical com aquelas outras dos animais melhorados de climas temperados, é possível que entre elas haja algumas capazes de vitória no nosso meio e capazes de pela sua produção, satisfazerem aos criadores.

Fatores de Êxito na Aclimação

Há fatores ou condições que facilitam a ambientação (aclimação). Esses fatores podem ser assim agrupados (FARIAS):

- a) **Relativos ao ambiente (clima):** é claro que quanto maior for a semelhança entre os dois ambientes mais fácil será a aclimação; a ambientação mais fácil ocorre entre ambientes idênticos, isto, no nosso caso, só ocorre com animais de outros ambientes equatoriais, tropicais e subtropicais; todavia, uma semelhança não muito acentuada também contribui para facilitar a ambientação, assim, em princípio é mais aconselhável, por exemplo, importarmos animais do sul que do norte dos Estados Unidos; a introdução dos animais sendo feita no período do ano em que o clima do novo ambiente mais se assemelha ao da região de origem dos animais, também facilita a ambientação; portanto no Brasil, a introdução de animais de clima temperado deve ser feita no início do inverno; assim, os animais não passam bruscamente para um clima totalmente adverso. Em tempo, informo que os animais europeus apresentam, a priori, melhor desempenho zootécnico, nas regiões subtropicais, e nas regiões serranas (tropical de altitude) do Brasil.
- b) **Relativos ao animal:** há espécies, raças e indivíduos que, mesmo não sendo de origem tropical apresentam maior tolerância a esse ambiente; muitas vezes, entretanto, esse aspecto não apresenta maior importância, porque entre as raças aperfeiçoadas as diferenças são pequenas, quase sempre dizendo respeito a um só aspecto do ambiente (tolerância à temperaturas elevadas, por exemplo nas raças Schwyz e Jersey), nem sempre justificando a preferência de outras altamente especializadas, embora de difícil aclimação (Holandesa, por exemplo); outro fator do animal que se menciona é a sua idade; os animais jovens, embora não muito novos, para que já tenham resistência suficiente, são considerados os que tem maior facilidade de se ambientarem.
- c) **Relativos ao criador:** aqui estão incluídas as medidas relativas ao transporte dos animais, que deve ser confortável e, se possível, rápido, medidas de ordem sanitária, vacinação, etc., e todas as medidas relacionadas com o melhoramento do meio ambiente, principalmente a alimentação, manejo reprodutivo e conforto térmico e melhoramento genético dos animais.

INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA REPRODUÇÃO DE RUMINANTES

1) *Produção de Sêmen*

As temperaturas ambientes superiores a 29°C influenciam a produção e a qualidade do sêmen. Parece existir também uma relação positiva entre o número de espermatozoides anormais e mortos e o nível da temperatura ambiente. A umidade se converte em outro inibidor adicional quando superior a 70% com temperaturas de 27°C ou mais elevadas (McDOWELL).

RATHORE afirma que em carneiros há o desprendimento do acrossoma. O calor ocasiona ainda uma diminuição da atividade do sêmen a níveis mínimos, apresentados pelo baixo valor dos índices de frutose. O pH do esperma se eleva diante do calor.

Outt *in* MÜLLER submeteu carneiros da raça Southdown a duas temperaturas, uma de 32° e outra de 10°C, e observou as condições físicas do sêmen conforme Quadro 13. Verificou-se que o volume, motilidade, concentração e percentual de espermatozoides anormais sofreram a influência da temperatura alta.

Isto leva a concluir que a ação deletéria do calor pode levar o animal à esterilidade de verão. Em continuidade a este estudo, foram acasaladas 20 ovelhas com animais provenientes dos dois grupos e obteve-se os seguintes resultados: a 32°C obtiveram uma percentagem de fecundação de 26% e a 10°C obtiveram uma percentagem de fecundação de 64,2%. Conclui-se ser a esterilidade de verão responsável pela baixa qualidade do material fecundante, devido a degeneração testicular.

QUADRO 13. Efeito da temperatura sobre as condições físicas do sêmen de ovinos.

GRUPO DE CARNEIROS	VOLME DE SÊMEN COLETADO (ml)	MOTILIDADE DO SPTZ (%)	CONC. DE SPTZ (10.000/ml)	SPTZ ANORMAIS (%)
Ambiente a 32°C	0,77	41,8	243,3	36,9
Ambiente a 10°C	0,98	73,3	343,5	6,4

A bolsa escrotal dos ruminantes dispõe de mecanismos capazes de evitar o sobreaquecimento dos testículos. Mediante a ação de tais mecanismos, a temperatura crítica para que se inicie a sudorese é mais baixa no escroto que no tronco. E podem relaxar-se os músculos suspensores para permitir que abaixe a bolsa escrotal, facilitando seu resfriamento por condução. Apesar destas características, a qualidade do sêmen dos ruminantes varia em relação inversa a temperatura ambiente.

Os experimentos realizados em câmaras climáticas tem demonstrado que o stress térmico não prejudica gravemente a libido dos ruminantes, embora anule a libido nos carneiros não tosados. Contudo o calor persistente das regiões tropicais tende a reduzir a atividade sexual dos machos, notadamente nas explorações extensivas.

Estudos tem mostrado que quanto maior a temperatura, maior o número de espermatozoides anormais e mortos. Tem sido observado o efeito negativo imediato das temperaturas extremamente altas sobre a espermatogênese, em ovinos. Em temperatura moderadamente alta, estendendo-se por vários meses, o efeito é deletério. A variação do retorno a fertilidade normal está em função da raça.

A literatura reporta que a quantidade do sêmen, bem como o volume do ejaculado nos bubalinos, tem seu pico na primavera e o ponto mais baixo durante o verão.

Alguns trabalhos citam que o plano nutricional alto ou baixo pode aumentar a susceptibilidade as altas temperaturas com efeito na espermatogênese em caprinos e ovinos.

Vários autores comentam que nos climas quentes a amplitude de cobertura de lã da bolsa escrotal nos carneiros influi sobre a percentagem de células anormais (periformes) que aparecem no sêmen. As raças com bolsa escrotal providas com lã abundante, exemplo Romney Marsh, são susceptíveis de uma maneira especial. Apesar que a bolsa escrotal com lã é mais característico de

umas raças do que outras, a variação que aparece dentro das raças pode ser importante para o rendimento dos carneiros (HAFEZ).

Trabalhos efetuados na Austrália com carneiros Merino demonstram que a percentagem de células anormais era superior nos carneiros com abundância (7 centímetros ou mais) de espessura de lã na bolsa escrotal. Após 15 dias de exposição a 40°C, este grupo apresentava uns 23% de células anormais do sêmen, enquanto os carneiros com uma cobertura intermediária (3 centímetros) de lã na bolsa escrotal apresentavam somente 7% de células periformes. Apesar do sêmen parecer normal em ambos os grupos, 28 dias após a exposição ao stress térmico se chegou a conclusão que a proporção de células anormais que apareciam no sêmen dos carneiros com grande cobertura de lã alteraria a eficiência da reprodução. (RATHORE)

Em um estudo em carneiros sujeitos ao aumento progressivo de luz (de 8 para 16 horas/dia durante 3 meses) HAFEZ faz o seguinte comentário:

- 1º) 12 horas diárias de iluminação resultou em estímulo ótimo para a espermatogênese;
- 2º) a massa testicular foi maior quando a contagem era máxima, e
- 3º) a manutenção de um fotoperíodo constante por 35 a 40 dias resultou em declínio na espermatogênese.

Em resumo, em temperaturas altas os testículos perdem peso e os túbulos seminíferos entram em degeneração. Em consequência, o animal produz sêmen de qualidade inferior. O calor ainda reduz o volume total de sêmen, concentração, motilidade, movimentos de ascensão e favorece o aparecimento de espermatozoides anormais (MÜLLER). Vários trabalhos tem demonstrado que os mais comuns são os efeitos discretos do meio ambiente não provocando a inteira espermia, mas prejudicando sobremaneira a qualidade do sêmen.

2) Reprodução nas Fêmeas

2.1. Puberdade

A estação de nascimento afeta a idade que a puberdade ocorrerá principalmente em animais nas quais a reprodução é controlada clinicamente. Observa-se que em raças de caprinos e ovinos sujeitos a alta estacionalidade sexual, sofrendo anestro estacional, podem vir a apresentar o primeiro estro no segundo ano de vida, notadamente em climas temperados.

2.2. Estação sexual

A atividade sexual nos mamíferos é primariamente controlada pela taxa de luz-noite e sob certas condições experimentais e totalmente dependente nesta taxa. A natureza e duração da estação sexual de qualquer espécie e relacionada a extensão de sua domesticação, origem geográfica e reprodução biológica inerente. A incidência estacional do estro em ovinos é inversamente relacionada ao comprimento do dia e latitude. Em zonas tropicais, onde a duração do dia é constante qualquer atividade do aparecimento do ciclo estral está relacionada à temperatura ambiente, precipitação e disponibilidade de alimento. Em certos países, ovinos tem sido severamente selecionados para obtenção de

nascimentos no outono; fazendo com que não se perceba a relação entre a estação sexual e o comprimento do dia. No Equador, onde o comprimento do dia é constante, qualquer atividade estacional sexual é provavelmente condicionada pela temperatura, precipitação pluviométrica, condições de pastagem e nutrição. O início da estação sexual em ovinos tem sido modificado experimentalmente pela alteração do fotoperíodo.

THWAITES expôs ovinos Merino a fotoperíodos equatoriais artificiais. Após um ano sua característica normal de acasalamento estacional foi relacionada a qualquer fator externo climático. Estes resultados podem explicar as observações que raças britânicas (com estação sexual estacional) transferidas para regiões equatoriais produziram cordeiros em todas as épocas do ano, entretanto, com uma baixa percentagem de parição no total.

O rendimento da reprodução de ovinos no sul dos Estados Unidos exibe umas pautas estacionais determinadas. Isto se aprecia não somente no número de ovelhas no cio, mas também na taxa de ovulação.

O aparecimento do estro em caprinos, geralmente ocorre no final do verão ou outono, em zonas temperadas. Em geral, como em ovinos, o fotoperíodo é considerado como elemento controlador do aparecimento do estro. Em regiões equatoriais, onde há pequena variação no fotoperíodo durante o ano, a alimentação seria o agente principal da estacionalidade. Contudo, a estacionalidade parece estar também relacionada com o tipo ou raça do que só apenas com o fotoperíodo ou alimentação, pois segundo a literatura, observa-se a persistência parcial da sazonalidade em animais de raças de climas temperados nos trópicos.

Estudos feitos na Venezuela, citam que as cabras das raças Alpina, Toggemburg, Saanen, Branca Alemã e Poitevine, ciclam nos meses de junho à novembro com 80% dos estros.

Sob condições de Brasil Central, constata-se para tipos ou raças européias, maior frequência de aparecimento de estro no verão-outono (período de dezembro-abril, com mais de 75% de ciclos).

Alguns trabalhos reportam, que para tipos ou raças nativas dos trópicos, a ocorrência ou não da estacionalidade sexual, dependerá do maior ou menor grau de seleção dos animais considerados. Muitas raças ou tipos nativos de caprinos, também mostram sazonalidade sexual.

A estação de monta em caprinos decorre, a priori, da ocorrência ou não da estacionalidade sexual. No Hemisfério Norte, existe uma estação de acasalamento definida de setembro à dezembro (outono), em razão da marcante sazonalidade.

No Brasil, considerando-se a região e tipo ou raça, encontramos ou não uma estação de monta "definida". No Estado do Rio de Janeiro, MEDEIROS e colaboradores, constataram que mais de 80% das coberturas em cabras da raça Anglo-nubiana, ocorreram de janeiro a junho. Segundo estes autores, não foi observado a manifestação do estro nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro.

Nesse mesmo Estado, BENTO reporta que 48% dos estros cobertos ocorreram no período de março a maio, em caprinos da raça Parda Alemã.

No Estado de São Paulo, SANTIAGO trabalhando com as raças Saanen, Toggemburg e Anglo-nubiana, registrou que 60% das coberturas ocorreram no período compreendido entre março e maio. Esse autor salienta que para os países abaixo do Equador, o estro das fêmeas caprinas aparece entre os meses de fevereiro e julho, mais intensamente em março, abril e maio. De agosto a janeiro, a ocorrência do estro é mais espaçada, e se dá em menor número de fêmeas. JARDIM e colaboradores, também no Estado de São Paulo observaram que as coberturas nos animais comuns, sem raça definida, ocorreram praticamente

durante o ano, mas com maiores frequências nos meses de janeiro a março (44,2%). No rebanho de mestiços Anglo-nubianos, o período de cobertura ocorreu no período compreendido entre janeiro e maio, totalizando 76%. Esse autor, reporta que no Estado de São Paulo, as cabras comuns apresentam estro durante todo o ano, de modo que podem parir em qualquer época, havendo contudo maior frequência de parições em alguns meses. Para as cabras de raças exóticas, a maior densidade de cobertura é no final do verão e outono. Na Bahia animais comuns apresentam estro em duas épocas de cobrição (uma de outono a novembro e outra de março a maio), visto que as condições exploratórias tem desnível marcante entre os meses com referência alimentação (SILVA FILHO & REAL). Esses mesmos autores informam que essas duas épocas de monta estão relacionadas com o índice pluviométrico da região. No Ceará, estudos vem demonstrando inexistência de periodicidade da época de monta, em raça Moxotó. Segundo Guimarães FILHO, não havendo no Nordeste a influência do fotoperíodo, torna-se teoricamente mais fácil a escolha das estações de monta de maneira a contemplar os eventos cobertura, parição e desmama com épocas que lhes sejam favoráveis. Na prática contudo, isto é muito difícil, se não existe simultaneamente, um programa de suplementação alimentar das matrizes e crias.

Segundo VIEIRA, na região Sul do Brasil (região subtropical), a incidência de estro é registrada nos meses de janeiro, fevereiro e março, quando 80% das cabras são cobertas. MOUCHREK & MOULIN, avaliando o comportamento sexual de fêmeas caprinas comuns (sem raça definida), no Estado de Minas Gerais, reportam que a maioria das coberturas ocorreram no período de janeiro a julho, com considerável incidência de estros cobertos, quando o fotoperíodo é decrescente. Segundo esses autores, não houve manifestação de estros no final do inverno e durante toda a primavera, embora com registros de precipitações pluviométricas e disponibilidade de alimentos. Dizem ainda, que em climas temperados e subtropicais, o fotoperíodo condiciona a cabra a se comportar como poliéstrica estacional. A frequência de manifestação de cio aumenta à medida que diminui o comprimento do dia. Neste caso, o auge da estação reprodutiva ocorre nos meses de outono (quando os dias são mais curtos, estendendo-se pelo inverno). Essa norma de estacionalidade é seguida de acordo com TRALDI, pela maioria das cabras criadas na região Centro-sul do Brasil, as quais apresentam ciclos estrais de fevereiro a julho, com maior incidência em abril.

2.3. Ciclo estral e ovulação

Segundo a literatura, as variações estacionais na duração do ciclo estral e a duração do estro não são marcantes nas espécies com ciclos curtos ou vivendo perto do Equador.

Estudos citam que o instinto sexual fica diminuído em stress térmico, assim como é retardada a maturidade sexual. A duração do ciclo estral se prolonga, e que os ovários em certas ocasiões estão em relativo repouso.

Segundo HAFEZ, altas temperaturas não afetam a duração do ciclo estral em ovinos. Já em bovinos, o stress calórico causa uma diminuição na duração do estro e um aumento na incidência de ovulação silenciosa (“estro silencioso”). A literatura reporta, que o calor provoca maior número de ovulação, porém com estros silenciosos, que constitui um inconveniente, principalmente se a inseminação artificial for utilizada.

McDOWELL, reporta que o stress térmico intenso provocará o desaparecimento do estro e também a ovulação nos bovinos e ovinos. As

temperaturas elevadas causam também uma redução do período durante o qual pode-se apreciar visivelmente o estro e ainda diminui a sobrevivência embrionária.

A estação do ano influencia a taxa de ovulação, é que a taxa de ovulação tende a ser maior no meio da estação sexual e decai ao final.

2.4. Fertilização, gestação, desenvolvimento e sobrevivência do feto

Segundo McDOWELL os efeitos do stress térmico sobre a fertilidade de ovinos se manifestam durante um período relativamente curto depois da fertilização. Evitando o stress térmico durante este período crítico tem se melhorado a taxa de reprodução em ovinos. Este mesmo autor, relata que no Sul dos Estados Unidos tem-se melhorado a taxa de reprodução em ovinos, e a sobrevivência dos cordeiros quando as ovelhas são mantidas estabuladas antes e depois da cobertura.

Outt *in* MÜLLER fez um estudo sobre o acasalamento de ovelhas mantidas a 31,5°C e 8°C, conforme o Quadro 14. Tanto machos como fêmeas foram submetidos à temperaturas altas e baixas, bem como os acasalamentos tiveram o mesmo procedimento. Foi observado que as melhores condições reprodutivas foram obtidas quando os machos e fêmeas puderam ser mantidos a 8°C. A eficiência reprodutiva ficou prejudicada, ora na alta temperatura, ora pela baixa temperatura a que estava submetida a fêmea.

QUADRO 14. Eficiência reprodutiva de ovinos submetidos a várias temperaturas.

CARNEIROS	OVELHAS MANTIDAS A 31,5°C		OVELHAS MANTIDAS A 8°C	
	31,5°C	8°C	31,5°C	8°C
Número de ovelhas	10	10	10	10
Número de serviço por parto	2,8	2	5,3	1,9
% de fecundação (1º serviço)	50,0	40,0	50,0	60,0

Vários estudos demonstram que a temperatura ambiente é o componente climático mais importante afetando o crescimento pré-natal.

Os efeitos da temperatura na prenhez e sobrevivência embrionária variam com as espécies, temperatura, período de exposição, duração e estágio da prenhez. Temperaturas extremamente altas diminuem a fertilidade, aumentam os abortos e absorção embrionária.

Segundo MULLER o stress calórico causa a displasia placentária, que em muitas casas culmina com abortos precoces.

MIES FILHO cita que ovelhas mantidas a altas temperaturas durante as duas primeiras semanas de gestação, tiveram alto índice de mortalidade embrionária.

O stress térmico durante a prenhez pode causar má formação do feto em algumas espécies. Os efeitos são dependentes do estágio da gestação na época da exposição. Segundo a literatura, a severidade dos defeitos é usualmente menor quando a exposição ocorre após o desenvolvimento embrionário.

McDOWELL comenta, que embriões de ovinos submetidos a uma temperatura que supera em 1,1°C a normalidade do organismo durante o começo de seu desenvolvimento (1º e 2º divisão celular), não serão capazes de sobreviverem, apesar de uma exposição similar durante fases avançadas não terem afetado a sobrevivência embrionária.

Este mesmo autor reporta que, ovelhas mantidas durante os três últimos meses de gestação a uma temperatura de 40°C por 11 horas por dia pariram cordeiros menores que as ovelhas testemunhas, apesar do stress térmico intenso não ter provocado aborto.

A literatura cita que os cordeiros nascidos na Austrália durante os meses de verão são menores que os nascidos nos meses mais frescos. Os animais nascidos durante as estações quentes podem continuar ou não sendo menores durante toda sua vida segundo o nível de alimentação que podem receber posteriormente.

Ovelhas prenhes expostas as altas temperaturas experimentais pariram cordeiros miniaturas, sendo a redução de peso proporcional ao período de exposição.

YEATES demonstrou que este nanismo é um efeito específico da temperatura e não um efeito concomitante da redução do consumo alimentar. O calor induziu anões semelhantes a miniaturas proporcionais, distintos de cordeiros de pernas alongadas de ovelhas subalimentadas. O mecanismo entretanto, não é claro, pode ser ligado a defeitos placentários, um suprimento reduzido de sangue, uma insuficiência da pituitária ou um excesso de esteróides adrenais.

Outro fator importante da ação do calor é a diminuição do peso ao nascer do feto. MARSHANG e colaboradores comentam que o baixo peso do bezerro ao nascer decorrente do stress térmico, não significa apenas serem eles mais susceptíveis a doenças e mais difíceis de serem criados, mas que também se caracterizavam por uma baixa fertilidade mais tarde.

Após o nascimento o neonatal (recém-nascido) deve passar por ajustes termorregulatórios para as condições flutuantes ambientais, contrastando com a constante temperatura e suprimento nutricional no útero durante a gestação. A eficiência de tais ajustes depende primeiramente no grau de maturidade fisiológica das espécies ao nascer.

Os ruminantes são susceptíveis a temperaturas ambientes baixas; a temperatura retal dos cordeiros cai de 2 a 3°C na primeira hora após o nascimento.

Em clima temperado, a baixa temperatura é considerada como causa principal da morte de cordeiros.

Recém-nascidos não são também bem adaptados a sobreviver em altas temperaturas no início da vida. Os cordeiros entre 2 e 7 dias de idade não podem sobreviver mais do que cerca de duas horas a 38°C, ou mais do que 3 horas de exposição a radiação solar. Isto levaria a admitir que o mecanismo termorregulador não estaria desenvolvido em ruminantes jovens (recém-nascidos) e, por isso, tomaria considerável tempo para ajustar as variações diurnas normais.

Existe uma escassez de dados sobre termorregulação em animais jovens, como cabritos e cordeiros recém-nascidos. Há pouca informação sobre o limite superior de temperatura ambiente, sob que os cabritos possam manter sua homeotermia.

Estudos demonstram que a temperatura retal obtida três horas depois do nascimento foi positivamente relacionada com o peso ao nascer de cordeiros, e

que os que morreram tinham significativamente menor temperatura retal do que aqueles que sobreviveram. Isto deve se uma associação indireta. Cordeiros com menor peso ao nascer apresentaram não só maior mortalidade do que aqueles com maior peso, mas também menor temperatura corporal. A mortalidade pode estar diretamente relacionada com o menor peso ao nascer.

Após o nascimento o suprimento continua rigoroso de glucose e outros nutrientes obtidos da mãe. Para preparar para o novo ambiente, o feto acumula grandes quantidades de glicogênio no fígado, nos músculos esqueléticos e cardíacos durante a última parte da gestação. Essas reservas de carboidratos são utilizados rapidamente após o nascimento essa taxa declina muito mais rápido a temperatura ambiente baixa. Daí qualquer stress coloca o neonatal sob uma necessidade nutricional rigorosa que deve ser fornecida para sobreviver.

2.5. Comportamento sexual

Vários trabalhos citam que em condições de calor intenso há redução do nível de libido no macho, de modo geral, e que a queda de temperatura diminui o nível de atividade sexual no macho.

Segundo FRASER, a atividade sexual do macho é menor durante as horas de maior radiação solar, podendo ocorrer impotência sexual. Este mesmo autor relata que durante o período de luz diurna prolongada, a atividade sexual e potência do macho estão relativamente mais fracas, voltando ao normal no período de luz própria da estação sexual. Comenta ainda, que as raças ovinas, que mantêm atividade sexual durante o ano todo, acasalam na maioria das vezes no nascer do sol ou no pôr-do-sol, particularmente o último.

A literatura reporta que o início do estro em ovelhas, usualmente ocorre à noite, fazendo com que a maior incidência de acasalamentos sejam no período perto do amanhecer.

MIES FILHO relata que 75% do estro em ovinos das raças Merino, Romney Marsh e Corriedale ocorre à noite, no Sul do Brasil.

Vários estudos mostram que uma redução nas horas de luz tem induzido com sucesso respostas fotoperiódicas e comportamentais do estro. Um aumento progressivo nas horas diárias de escuridão tem levado com sucesso o estro ao fim.

Em resumo, os efeitos do clima, notadamente as temperaturas altas afetam a vida reprodutiva dos animais, suprimindo ou baixando a eficiência reprodutiva. A performance produtiva dos animais domésticos, são dependentes do bom funcionamento reprodutivo. A reprodução é a mais importante das funções dos animais.

Como a maioria das características reprodutivas são de baixa herdabilidade, significando que o ambiente influencia na sua exteriorização, todas as técnicas de manejo passam pela melhoria das condições de alimentação, controle sanitário, conforto térmico e manejo reprodutivo.

ASPECTOS DE UMA ABORDAGEM PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO DA BOVINOCULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Baseando-se nas pesquisas e estudos sobre os fatores climáticos (temperatura, umidade relativa, radiação solar, ventos e pressão atmosférica) que influenciam diretamente a produção animal, NASCIMENTO e colaboradores fizeram um ensaio sobre um ensaio inicial sobre zoneamento ecológico de bovinos, de caráter exclusivamente climático. Com o objetivo de propiciar tanto quanto possível e de maneira global, um ambiente de razoável correlação positiva com as predisposições genéticas dos bovinos, no Estado de São Paulo.

Conforme a literatura, a intensidade da radiação solar tem diferenças significativas entre a zona tropical e a zona temperada. O Estado de São Paulo, localizado em zona tropical e subtropical foi considerado neste estudo como possuindo um único tipo de radiação solar. Este fator ficou assim ausente nas normas do presente zoneamento climático.

Isto não implica na interferência da radiação solar na atividade pecuária, mas no reconhecimento em termos práticos, da uniformidade de sua ação no conjunto ecológico do Estado. A radiação tem contudo influência ponderável na indicação de tipos de gados (NASCIMENTO).

Os ventos ficaram também ausentes nas considerações desse relatório, pois seus limites críticos estão abaixo e acima de 5km/h e 35km/h, os quais ocorrem mas apenas excepcionalmente e por períodos relativamente curtos em São Paulo.

As cotas altimétricas de São Paulo ficam muito aquém da cota crítica (2500 metros), sendo que as maiores altitudes para o criatório não atingem 2000 metros.

Não havendo assim interferência negativa da pressão atmosférica na criação de bovinos em São Paulo, este elemento ficou ausente nas normas do presente zoneamento.

A umidade atmosférica alta interfere negativamente no desempenho produtivo dos animais segundo a literatura. Sua ação é mais intensa quando associada as altas temperaturas ambientes e seus efeitos já são acentuados a partir de 23,8°C.

A literatura cita, que sob alta umidade já a 23,8°C declinou a energia ingerida por vacas europeias. Sob baixa umidade a ingestão manteve-se normal mesmo à temperatura de 35°C.

Umidade relativa de 73,5% com temperatura elevada, prejudica os processos fisiológicos dos bovinos europeus, não sendo muito afetados os zebuínos, com pré-disposição a ambientes deste tipo.

O litoral paulista com umidade relativa de 80% em geral, altas temperaturas e regime de chuvas permanente (com excedente hídrico de 300 mm no período considerado seco seria facultado, apenas para a criação de zebuínos.

As umidades relativas nas outras regiões de São Paulo, menos elevadas que do litoral não aparecem com elemento restritivo no zoneamento climático. Assim, apenas no litoral este fator apresentou importância no presente estudo.

Por ser a temperatura um componente do clima de maior importância na exploração pecuária foi considerado um fator essencial neste ensaio.

As isotermas de São Paulo segundo o mapa do Instituto Agrônomo de Campinas, são da ordem de 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23°C.

A) Isotermas que caracterizam as regiões dos bovinos europeus (clima x exploração bovina), conforme NASCIMENTO e colaboradores.

- ⇒ A temperatura crítica para lactação de vacas Holandesas é de 21°C e de 24 a 27°C para Jersey e Parda Suíça;
- ⇒ O baixo índice de tiroxina no sangue nas temperaturas críticas e superiores, impede uma produção láctea conveniente em vacas européias;
- ⇒ A temperatura crítica para o consumo de alimentos em vacas Holandesas é de 24 a 26°C e em Parda Suíça de 29,5°C;
- ⇒ Temperaturas de 21 a 27°C diminuem a porcentagem de gordura do leite. Acima de 27°C há diminuição de sólidos não gordurosos;
- ⇒ Torna-se muito difícil a criação de raças européias onde a temperatura média anual é superior a 18,3°C;
- ⇒ As condições mais adequadas para o gado europeu, correspondem à média mensal inferior a 20°C em todos os meses e umidade relativa de 50 a 80%;
- ⇒ No Ceilão, apenas quando a temperatura média anual é inferior a 21°C, os bovinos europeus conseguem desenvolver-se normalmente;
- ⇒ Na prova de tolerância ao calor os bovinos europeus apresentam os mais baixos índices;
- ⇒ Bovinos Shorthorn ganham pouco peso a 26°C e eficiente a 10°C;
- ⇒ A 19,9°C em Sertãozinho, São Paulo, bovinos europeus apresentaram pouca eficiência em prova de ganho de peso.

Os dados supra aconselham propiciar os isotermas de 14 até 19°C para o gado europeu e seus mestiços.

B) Isotermas que caracterizam as regiões de zebuínos (para o zebu Brahma).

- ⇒ As isotermas mais altas de São Paulo são inferiores às médias anuais das suas regiões de origem;
- ⇒ A zona de conforto está entre 10 e 27°C;
- ⇒ A temperatura crítica alta é da ordem de 35°C;
- ⇒ A prova de tolerância ao calor oferece o mais alto índice;
- ⇒ A produção de calor orgânico é menor que no europeu;
- ⇒ Há menor exigência de refrigeração corpórea;
- ⇒ Em ambientes quentes a eficiência nutricional é maior que no europeu.

As considerações supra indicam as isotermas de 21, 22 e 23°C como plenamente adequados aos zebuínos.

C) Isotermas que caracterizam as regiões dos mestiços (cruzas europeu x zebuino).

⇒ Os mestiços europeus x zebu tem tolerância ao calor intermediário às duas espécies ascendentes;

⇒ Na prova de tolerância ao calor (prova de Ibéria), os mestiços apresentam índices intermediários, o zebu Brahma - 93, e o europeu Hereford - 73 e o Aberdeen Angus - 56.

Aos cruzados serão assim destinadas as áreas abrangidas pelas isotermas superiores a 19°C e inferiores a 21°C.

Segundo NASCIMENTO, a região litorânea paulista pela alta umidade relativa, fica excluída como área adequada a bovinos europeus, ainda que possa abranger isotermas inferiores a 21°C.

Este autor comenta, que as observações e as provas de adaptabilidade (tolerância ao calor) permitem afirmar que os animais com 50% ou mais de “sangue” zebuino (zebu-europeu), podem ocupar área destinada aos zebuínos sem maiores inconvenientes de ordem zootécnica. O mesmo será dito de bovinos com mais de 50% de sangue europeu, em relação as áreas mapeadas para gado europeu.

As linhas das temperaturas médias iguais (isotermas) não esclarecem sobre a ocorrência de máximas, eventualmente representando temperaturas críticas. A predominância dos períodos de conforto no total do ano pode contudo ser estabelecida pelas isotermas, pois parte do ano a temperatura estará abaixo da média, parte acima e parte em torno da média. Há assim duas ocorrências de temperatura favoráveis contra uma ocorrência de temperatura desfavorável. Acresce que estando a temperatura crítica para os bovinos europeus de modo geral, segundo pesquisas, situada de 21 a 27°C, há nas zonas para eles mapeadas uma larga margem de conforto térmico, já que suas isotermas tem por limite superior a de 19°C.

Mesmos nos períodos críticos, apenas em algumas horas do dia o desconforto afrontará aos bovinos europeus ou cruzados. Com o declínio da temperatura à tarde, o equilíbrio fisiológico é restabelecido conforme pesquisas.

Pelas observações efetuadas, o pastejo noturno é um valioso recurso prodigalizado aos animais nas estações em que a temperatura se mostra desfavorável.

As médias das máximas nos meses mais quentes do Estado de São Paulo, não ultrapassam a 32°C. Nas regiões de origem dos zebuínos, as médias das máximas nos três meses mais quentes atingem aproximadamente a 40°C. O excesso térmico não se apresenta assim como fator negativo, para o gado de origem indiana em São Paulo.

Nos meses mais frios, as médias das mínimas ainda se mantêm dentro dos limites do conforto térmico para os bovinos europeus mestiços e zebuínos. Excepcionalmente para zebuínos as médias mínimas podem revelar-se

abaixo do limite de conforto (10°C), ocorrência contudo de curtos períodos que não suscitam maiores problemas no processo criatório.

Segundo NASCIMENTO o objetivo desse estudo, foi propiciar um ambiente de razoável correlação positiva com as predisposições genéticas dos bovinos. Uma harmonia climática assim estabelecida, faculta aos rebanhos um adequado desempenho produtivo.

A EFICIÊNCIA DOS RUMINANTES PARA UTILIZAR ALIMENTOS NOS TRÓPICOS

De longa data, a pesquisa científica tenta fazer modificações na composição bromatológica da biomassa alimentar e ajustamentos anatomofisiológicos e genéticos na máquina animal para melhorar a eficiência de utilização dos alimentos forrageiros, sobretudo pelos ruminantes nos trópicos, com as seguintes observações (VILLARES).

- 1) A elevada produção de biomassa de gramíneas forrageiras nos trópicos, por mercê da riqueza de energia radiante, utilizada fotossinteticamente por plantas C₄, não encontra paralelo quantitativo, mas revela insuficiência protéica original, além de eventual carência mineral, que podem ser facilmente corrigidas, com o objetivo de aumentar a eficiência de utilização da energia preexistente.
- 2) As máquinas-animais homeotérmicas experimentam dificuldades para fazer a conversão de alimentos em utilidades no ecossistema de pasto nos trópicos, porque, ou não se adaptam ao calor, ou porque reduzem o consumo de matéria-prima alimentar ou ainda desviam a energia dos alimentos para outras funções prioritárias que não as do processo produtivo, mais ou menos acentuadamente de acordo com seus recursos anatomofisiológicos específicos, sugerindo ajustamentos estruturais e genéticos.
- 3) A seleção de zebuínos, um ecotipo do trópicos, para mais elevado consumo de alimentos e correspondente eficiência de sua utilização, seria alternativa promissora, desde que fossem devidamente conhecidos a natureza e o sentido das mudanças de sua estrutura anatomofisiológicas, para fins de seleção, havendo já alguns ensaios experimentais indicativos no Brasil.
- 4) Operação de cruzamentos entre bovinos europeus e zebuínos é outra alternativa para rápida modificação na máquina-animal, com acerto o emprego de mestiços, havendo agora algumas observações experimentais auspiciosas no Brasil.
- 5) Neste momento, procuram-se critérios anatomofisiológicos, devidamente comprovados para alcance de seleção germinal, mediante ajustamentos que compatibilizem comportamento e desenvolvimento nos trópicos.

MANEJO AMBIENTAL (BANHOS E SOMBREAMENTO) PARA A PRODUÇÃO DE LEITE NOS TRÓPICOS

A alta temperatura ambiente e umidade assim como a radiação solar, são elementos climáticos estressantes associados com baixas performances do gado leiteiro. As vacas de raças leiteiras, quando em lactação, são particularmente sensíveis ao stress térmico devido possivelmente a sua função produtiva especializada e a sua alta eficiência na utilização dos alimentos.

Os animais absorvem calor do ambiente além daquele produzido no organismo (metabolismo energético). Durante o dia, quase todo o calor absorvido do ambiente pelos animais provém da radiação solar, direta ou indireta.

Os animais sob condições de pasto aberto vêm-se expostos a:

- 1) Radiação solar direta, sendo que parte das ondas se refletem segundo a cor e outras propriedades do pelame, e as restantes são absorvidas sob a forma de calor;
- 2) Radiação solar refletida nas nuvens e outras partículas da atmosfera, uma parte da qual pode ser refletida pelos pêlos dos animais e
- 3) Radiação solar refletida pelo solo e outros objetos que rodeiam o animal.

A radiação procedente do sol, do céu e dos objetos podem somar-se ao calor do próprio animal.

Trabalhos realizados em regiões de clima quente tem demonstrado que vacas que dispõem de acesso à sombra no verão podem produzir até 21,5% a mais de leite que suas congêneres mantidas ao sol durante as horas mais quentes do dia. A sombra pode reduzir de 30 a 50% a carga de calor sobre os animais.

Trabalho realizado no México, verificou o efeito de banhos refrescantes das 12 às 13 horas, sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa, Schwyz e cruzadas holandês - zebu. O uso dos banhos refrescantes levou a um aumento da produção de leite de 7% nas vacas de raças especializadas e 19% nas cruzadas, em comparação com vacas do grupo testemunha, não submetidas aos banhos refrescantes. A taxa de fertilidade foi maior para as vacas banhadas (76% nas raças especializadas e 65% nas cruzadas) que nas homólogas sem banho (20% nas especializadas e 37% nas cruzadas). O número de serviço por concepção foi menor nas tratadas (1,3 nas especializadas, 1,5 nas cruzadas) que nas do grupo testemunha (4,8 nas especializadas e 2,6 nas cruzadas). O trabalho foi realizado em região de clima tropical sub-úmido, Awo.

Durante o verão no Missouri, foi estudado o efeito da aspersão de água à sombra sobre a produção de leite de vacas holandesas. As vacas foram divididas em dois grupos; um grupo dispõe de aspersão de água das 11 às 17:30 horas, sempre que a temperatura do ar excedeu 27°C. O outro grupo, também com acesso à sombra mas não à aspersão, serviu como controle. A produção de leite foi registrada diariamente. Verificou-se que esta foi significativamente superior para as vacas com aspersão quando comparada às vacas controle. A temperatura retal das primeiras foi inferior às das últimas. As temperaturas médias máximas e mínimas durante o estudo foram 26,8 e 17,9°C enquanto os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) foram 73,9 e 65,8, respectivamente. Os autores ressaltam que a aspersão foi benéfica mesmo durante um verão relativamente moderado e que o ITU média de 73,9 foi apenas ligeiramente superior ao ITU considerado crítico, de

valor 72 a partir do qual a produção de leite começa a declinar. Levando-se em conta as pesquisas disponíveis até o momento, conclui-se que para as raças puras o oferecimento de sombra propicia um aumento na produção de leite. A aspersão de água também é benéfica.

De um modo geral, recomenda-se o seguinte manejo ambiental para vacas leiteiras nos trópicos úmidos, no sentido de minimizar os efeitos do stress térmico (BACCARI Jr.):

a) Prover sombra para as vacas. O sombreamento pode ser provido por árvores (sombreamento natural) ou abrigos (sombreamento artificial).

No caso de sombreamento natural indica-se a utilização de árvores preferencialmente com copa frondosa e alta (3 metros no mínimo).

Em se tratando de sombreamento artificial, recomenda-se para os abrigos uma altura de 3,70m do nível do solo ao ponto mais baixo do telhado, e a largura de 13,12m. Cada vaca deve dispor de 3,72m² ou, preferivelmente 4,64m² de piso utilizável. O piso deve ter pelo menos, a espessura de 10,2cm de concreto reforçado com um declive de 1,5 a 2%. Para melhor aeração, o abrigo para sombra deve ser constituído a uma distância mínima de 16,4m das árvores, edifícios ou outros obstáculos que possam interferir na ventilação natural. A cobertura deverá ser de telha francesa ou materiais com propriedades refletivas como o alumínio ou metal galvanizado branco. A orientação do abrigo deverá ser leste-oeste, no sentido do eixo longitudinal do telhado. Alimento e água devem ficar à disposição das vacas à sombra sob o abrigo. Recomenda-se ainda, o uso de lanternim e se foi utilizada a telha de cimento-amianto esta deverá ser pintada de branco na parte superior.

b) Prover aspersão de água. As vacas devem ser aspergidas com água fria, regularmente, quando a temperatura do ar ultrapassar 27°C.

A aspersão direta de água sobre as vacas conduz o calor da superfície corporal para o ambiente, e leva os animais a evaporarem mais umidade da pele permitindo que as vacas utilizem o resultante calor latente de evaporação para o resfriamento do corpo. Isto faz com que diminuam as compensações induzidas pelo calor como o decréscimo na ingestão de alimentos, alterações hormonais e outros fatores que resultam numa produção de leite diminuída, de modo que a energia utilizada para os processos de resfriamento do corpo possa ser poupada para as funções produtivas.

c) Hora das ordenhas. Trabalhos experimentais demonstraram que quando a temperatura do ar é superior a 25°C, as vacas pastam bastante das 6 às 10 horas da manhã, reduzem muito o pastoreio das 10 às 16 horas, quando procuram sombra. O pastejo é reiniciado às 16 horas indo até às 20 horas, ficando muito reduzido daí em diante, principalmente da meia-noite às 6 horas da manhã. Portanto, quando as vacas são mantidas, também em regime de pasto, recomenda-se para as ordenhas os períodos de menor intensidade de pastejo. Entre as ordenhas as vacas devem ter acesso à sombra, com água e alimento suficientes.

ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE A PERFORMANCE DE BOVINOS LEITEIROS NOS TRÓPICOS (EMBRATER)

A) Bovinos zebuinos, azebuados e comuns.

- ⇒ Potencial limitado para produção de leite;
- ⇒ Apresenta variabilidade genética na maioria das características de importância econômica;
- ⇒ Progresso pela seleção é lenta (resposta demorada);
- ⇒ A priori não são capazes de melhorar suas produções com melhoria das condições de meio ambiente;
- ⇒ Apresenta grande rusticidade (adaptabilidade);
- ⇒ Tem grande importância como raça e/ou tipo base, para programas de cruzamento com raças europeias (especializadas);
- ⇒ Não devem ser subestimados; apresentam adaptação, baixo custo e patrimônio genético nacional.

B) Bovinos de “baixa” cruza (tropical - europeu) com menos de 50% de gens europeus.

- ⇒ Apresentam maior variabilidade genética do que animais de “alta” cruza e animais puros europeus, na maioria dos caracteres de importância econômica;
- ⇒ Apresentam relativamente melhor eficiência reprodutiva, do que os animais europeus puros ou mestiços de “alta cruza” (europeus - tropical e/ou zebu), em condições de manejo, controle sanitário e alimentação inferior;
- ⇒ De modo geral, capazes de se adaptarem as situações variáveis de meio ambiente.

C) Bovinos de “média” mestiçagem (1/2 - 5/8 “sangue” europeu - comuns/zebu).

- ⇒ Apresentam de modo geral, produção de leite superior aos animais de “baixa” mestiçagem; animais azebuados, zebrus puros e comuns;
- ⇒ Apresentam relativamente melhor eficiência reprodutiva do que animais europeus puros, e de “alta” cruza (europeus - zebu e/ou comuns) maior que 5/8 de gens europeus) nos trópicos;
- ⇒ Apresentam boa adaptação em climas tropicais, notadamente os animais em torno de 1/2 europeu - tropical.

D) Bovinos europeus de “alta” cruza (maior que 5/8 de gens europeus) e puros.

- ⇒ Sua utilização tende a ser limitada, as situações mais favoráveis, quando as condições climáticas, e notadamente a alimentação, controle sanitário e instalações, além das condições sócio-econômica-cultural da região e do centro consumidor;
- ⇒ É indispensável controle sistemático de doenças e de endo e ectoparasitas;
- ⇒ Animais europeus, apresentam problemas de crescimento, baixa fertilidade, baixa produtividade, alta mortalidade, principalmente na 1ª idade, alta

ocorrência de abortos, comparado com animais zebus, azebuados, comuns, de baixa mestiçagem e média mestiçagem nas condições de criações nos trópicos.

Todavia esses animais podem apresentar uma boa performance nos trópicos com melhorias das condições do meio ambiente, principalmente com melhoria das condições de alimentação, controle sanitário e proteção das altas temperaturas (conforto térmico).

MÉTODOS PARA MELHORAR A PRODUÇÃO DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS NOS TRÓPICOS

1) Substituição do rebanho existente (local/regional - nativo) por rebanho especializado (aclimação direta), via de consequência o europeu.

Neste método deve ser considerado, a adaptação, alterações nos métodos de manejo, alimentação, sistema de criação e controle sistemático de ecto e endoparasitos e doenças infecto-contagiosas. Este é um método muito oneroso, a princípio.

2) Programa de cruzamento (aclimação indireta).

A alternativa que se apresenta para reunir produção e adaptação em um só animal é o uso de cruzamentos entre raças que apresentam variáveis graus dessas habilidades.

A) Reunir num só animal, características fundamentais de duas ou mais raças, ou obter combinações de efeitos novos;

B) Obtenção da heterose dos caracteres de importância econômica;

C) Reunir em um único animal, rusticidade/adaptação + produtividade, dos animais tropicais e europeus, respectivamente;

D) Base para criação de novas “linhagens” que venha a ser utilizado no desenvolvimento de nova raça ou tipo.

A variação genética entre raças pode ser usada de três maneiras:

1- Cruzamento absorvente.

Recomenda-se o cruzamento absorvente, utilizando-se fêmeas do rebanho e machos da raça desejada. Contudo esta modalidade de cruzamento só assegura bons resultados em ambientes propícios para a criação de raças especializadas.

2- Pela combinação das características importantes formando uma nova raça - Formação de raças sintéticas.

Através da complementação desejável entre as raças existentes, visando a incorporação da adaptabilidade e produtividade pode-se formar novas raças, como exemplo desse procedimento temos as raças Lavínia, Pitangueiras, Jamaica Hope, etc.

Contudo o programa de formação de novas raças requer um tempo excessivamente prolongado e uma população base numerosa, havendo ainda a perda de grande quantidade da eventual heterose obtida na primeira geração. Sem contar com a depressão provocada pela consangüinidade que eventualmente seria utilizada em programas dessa natureza.

Afora desses aspectos, existem nos trópicos os grandes problemas sócio-econômico-culturais e políticos, que praticamente invalida programas de pesquisa de longa duração.

3- Uso permanente do cruzamento entre duas ou mais raças.

Uma das soluções, em países de clima tropical, para reunir produtividade (raças de clima temperado) e adaptabilidade (raças tropicais), em bovinos leiteiros.

Em geral, usa-se a combinação de duas raças de desempenho antagônicos, através do cruzamento simples ou rotativo.

No cruzamento simples de duas raças ocorre a maximização da heterose dos mestiços F1, para características de desempenho direto das matrizes, havendo, ainda, a necessidade de manutenção de um estoque de matrizes de raça pura (zebuino ou taurino). Contudo, no cruzamento rotativo de duas raças, ao cabo de algumas gerações, obtêm-se apenas cerca de 67% da heterose máxima, mas ele apresenta a grande vantagem em relação ao cruzamento simples de aproveitar as fêmeas mestiças, dispensando a necessidade de matrizes puras após a 1º geração, fato este de grande interesse econômico.

O sucesso na exploração dessas formas de cruzamento está ligado à escolha de raças que possuam adequado nível de complementação, em relação às características desejáveis. Dentre os grupos genéticos disponíveis considerando-se o desempenho em ambiente tropical, conforme a Quadro 15, as raças européias indubitavelmente, apresentam maior produtividade, precocidade e eficiência reprodutiva, enquanto as raças nativa e zebuínas em contrapartida apresentam melhor adaptação e pior desempenho em relação aos aspectos de produção e precocidade. Deve ser considerado que as raças nativas tropicais, em decorrência da maior adaptabilidade tendem, em geral, a mostrar maior eficiência reprodutiva do que as raças zebuínas.

A orientação para maximizar a heterose deve ser conduzida para aumentar a heterose dos mestiços pelo uso de raças, valor genético aditivo. Entretanto, é necessário que elas apresentem o máximo de diferenças genéticas entre si, principalmente em características determinadas, em grande parte, por efeitos genéticos não aditivos (dominância, sobredominância e epistasia).

Os resultados de pesquisa sobre heterose nas principais raças leiteiras especializadas em zona temperada, mostraram que os efeitos da heterose são mais intensos em relação a sobrevivência de bezerros, eficiência reprodutiva e produção de leite, enquanto o peso corporal, porcentagem de gordura, persistência da lactação e eficiência alimentar demonstraram efeitos de vigor híbrido menos pronunciados.

Em regiões tropicais o cruzamento com raças taurinas e zebuínas ou nativas, verifica-se evidência de alto grau de heterose para performance reprodutiva e produção de leite, enquanto a duração do período de lactação é muito pouco influenciada pela heterose.

Em resumo, três (03) pontos devem ser considerados em um plano de cruzamento para os trópicos, a seguir:

1º) Mestiços de 1º geração (F1), parece atender aquilo que técnicos e criadores buscam (produtividade e rusticidade);

2º) A medida que aumenta o “grau de sangue” (% de gens) de uma das raças cruzantes (de modo geral as européias) aumenta-se os inconvenientes, e nem sempre, a qualidade da raça predominante;

3º) Ideal parece ser conservar ou fixar através de geração sucessiva a heterose, demonstrado na geração F1.

QUADRO 15. Desempenho geral de diferentes raças bovinas leiteiras em condições satisfatórias de manejo em ambiente tropical.

RAÇAS	DESEMPENHO NOS TRÓPICOS			
	PRODUTIVO	REPRODUTIVO	ADAPTATIVO*	PRECOCIDADE
Européias	++	+	--	+
Zebuínas	-	-	+	-
Nativas	--	+	++	--

* Adaptação em termos de: tolerância ao calor e resistência aos endo e ectoparasitos.

CONSIDERAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE RAÇAS OU TIPOS DE BOVINOS DE LEITE PARA OS TRÓPICOS

- A)** A combinação preferida para a formação de novas raças é a 5:3 (5/8 europeu+3/8 tropical).
- B)** Os trabalhos vem mostrando “correlação” (equilíbrio) entre fração gênica 5/8 europeu + 3/8 tropical (produtividade + rusticidade).
- C)** Um processo lento e dispendioso, porém justificado, quando não existem raças melhoradas adaptados as condições locais e baixa produtividade da raça ou tipos nativos tropicais.
- D)** As diferenças em produção leite, reprodução das crias nas raças parentais de clima temperado (européia), que são evidenciados na GF1 (1/2 Holandesa x 1/2 tropical/ zebu) excedem em produção de leite ao F1 (1/2 Jersey x 1/2 tropical), enquanto para reprodução e teor de gordura observa-se o inverso.

Baseando-se em levantamento de dados sobre a performance de bovinos leiteiros cruzados em clima tropical, POLASTRE retirou as seguintes conclusões:

- 1) As características que envolvem aspectos de adaptabilidade e eficiência reprodutiva revelam maior proporção de heterose do que a produção de leite, sendo que as características que abrangem taxa de crescimento e qualidade do leite apresentam menores níveis de heterose.
- 2) Parece que há interação raça e/ou grau de sangue versus ambiente, principalmente, quando estas variáveis são muito discrepantes. Assim as recomendações de genótipos devem ser específicas para dado ambiente. Na falta de maior evidência experimental, sugere-se pesquisas neste caso para aumento da produtividade de animais.
- 3) Em condições práticas para a pecuária nacional, para níveis de ambiente e manejo prevalentes, é recomendável o cruzamento, visando maior retorno econômico dos animais. O cruzamento rotacional embora não explorando o máximo de vigor híbrido, deve ser difundido entre os pecuaristas, em virtude principalmente, da utilização das fêmeas mestiças nessa estratégia.
- 4) Deve ser buscado, em programas de seleção, a elaboração de índices de seleção englobando eficiência reprodutiva, produção de leite, tolerância ao calor e endo e ectoparasitos. Todavia, antes que se tenha estudos genéticos e econômicos desses aspectos, sugere-se a continuidade de programas de seleção dentro das raças puras, principalmente nas raças zebuínas, que ainda estão num estado genético que deixa muito a desejar, embora as pesquisas revelam a existência de variabilidade genética possível de ser usada para a elevação de seu potencial genético.

Em resumo, o uso de cruzamentos entre animais nativos ou zebuínos com taurinos tem sido amplamente difundido para o clima tropical, com as seguintes considerações:

- a) Há evidência mostrando a superioridade de F1 (raça europeia x tropical) principalmente quando a raça tropical apresenta características leiteiras e/ou produz leite.

A produção de leite, reprodução e sobrevivência das crias da geração F1 (europeu - tropical), tem sido normalmente melhor que a média dos pais, não raro melhor que o “pai maior”, principalmente quando a raça ou tipo tropical são animais bem selecionados.

- b) Há um declínio considerável na produção da geração F2 (3/4 europeu - 1/4 tropical).

A produção de leite, reprodução e a sobrevivência das crias, regredem em direção à média dos pais (geração paterna inicial) europeu - tropical, com back-crossing, porém os sistemas de cruzamentos rotacionais (alternados), parecem ser práticos para maximizar a heterose.

- c) A formação de novos tipos raciais, parece ser opção prática para produção de leite nos trópicos.

SELEÇÃO PARA ADAPTAÇÃO DE BOVINOS AOS TRÓPICOS

Apesar da existência de uma vasta literatura a respeito dos aspectos fisiológicos da adaptação aos trópicos de animais domésticos em geral e dos bovinos em particular, poucos tem sido os trabalhos publicados a respeito dos aspectos genéticos envolvidos. Mais raros ainda, são aqueles sobre processos seletivos neste sentido.

O primeiro a se preocupar com o problema parece ter sido RHOAD, o qual sugeriu serem de origem genética as diferenças observadas entre animais com respeito à tolerância ao calor. Este autor apresentou um índice de tolerância ao calor, que se tornou bastante popularizado apesar de suas deficiências.

SEATH foi provavelmente o primeiro a estabelecer os componentes genéticos da variação de características associadas à termorregulação, tendo sido estimado a herdabilidade da temperatura retal e da frequência respiratória de vacas Jersey e Holandesas. LEGATES apresentou novas estimativas desses componentes, também para gado leiteiro, e SILVA obteve estimativas de herdabilidade e das correlações genéticas dessas características e de outras para gado de corte.

Há na literatura ainda, referências a respeito dos aspectos genéticos de outras características associadas à adaptação, como a taxa de hemoglobina e as dimensões das glândulas sudoríparas.

Posteriormente, foram obtidos índices de seleção envolvendo a temperatura retal, frequência respiratória, taxa de hemoglobina e ganho de peso após a desmama, em bovinos de corte.

Os resultados dos trabalhos referidos acham-se sumarizados no Quadro 16 .

QUADRO 16. Herdabilidade de características associadas à adaptação de bovinos a ambientes tropicais.

CARACTERÍSTICAS	h ²	ANIMAIS E CONDIÇÕES
Temperatura retal	0,15 - 0,31	Gado leiteiro estabulado
	0,30	Gado leiteiro câmara climática (41°C, 34mmhg pressão de vapor)
	0,22	Gado leiteiro; campo
	0,11 ± 0,16	Canchim, campo
Aumento na temp. retal após exposição ao sol	0,44 ± 0,28	Canchim, campo
Frequência respiratória	0,77 - 0,84	Gado leiteiro estabulado
	0,34	Gado leiteiro câmara climática (41°C, 34mmhg pressão de vapor)
	0,54	Gado leiteiro, campo
	0,59 ± 0,28	Canchim, campo
Aumento da frequência resp. após exposição ao sol	0,43 ± 0,27	Canchim, campo
Taxa de hemoglobina	0,00	Vacas Holandesas, campo
	0,10	Vacas Jersey, campo
	0,24 - 0,26	Raças diversas, campo
	0,55 ± 0,27	Canchim, campo
Dimensões das glândulas sudoríparas	0,50 - 0,70	Vacas Frísias e Ayrshire, Escócia
Posições dos pêlos	0,18	Vacas Frísias e Ayrshire, Escócia
	0,40 ± 0,16	Vacas Jersey, campo
Taxa de sudação	0,22 ± 0,15	Vacas Jersey, campo
Espessura da capa do pelame	0,22 ± 0,14	Vacas Jersey, campo
Comprimento dos pêlos	0,05 ± 0,10	Vacas Jersey, campo
Pigmentação da epiderme	0,05 ± 0,04	Vacas Jersey, campo
Pigmentação do pelame	0,36 ± 0,15	Vacas Jersey, campo

Em sua grande maioria, as pesquisas a respeito dos aspectos genéticos da adaptação tem envolvido características tais como a taxa de hemoglobina, frequência respiratória e temperatura retal. Segundo SILVA, estas não são características adequadas para serem consideradas num programa de seleção, particularmente devido a constituírem de fato sintomas de ordem geral, cuja variação pode ser decorrência de um número grande de fatores, outros que não a capacidade de tolerância ao calor.

Entre os aspectos que interessam diretamente aos organismos que vivem em ambientes tropicais, destacam-se os relacionados à proteção contra a radiação solar e a eficiência da termólise.

Os primeiros envolvem a posse de um pelame de características altamente reflectantes à radiação térmica e de ondas curtas, conjugado com uma epiderme de elevada emissividade nessas faixas de onda - o que implica em altos níveis de atividade melanogênica. Isso tem sido demonstrado experimentalmente.

Já a eficiência da termólise envolve diversas características do pelame (pequena espessura da capa; pêlos curtos, denso e bem assentados) e uma elevada capacidade de sudação. Existe na literatura um número considerável de trabalhos evidenciando a importância do pelame para o relacionamento entre os organismos e o meio ambiente. O exame da espessura do pelame especialmente no verão, deve ser considerado, embora não pareça ter grande influência respiratória, suas relações com os valores sanguíneos parecem ter sido revelados.

Tentativas para se relacionarem os dados de espessura do pelame e peso dos pêlos x temperatura retal, frequência respiratória, não oferecem resultados uniformes.

Porém a espessura do pelame parece estar correlacionada com os valores sanguíneos (números de glóbulos vermelhos, hematócito e hemoglobina) havendo uma tendência para os animais de maior espessura apresentarem, no verão ou em câmara climática (40°C), por período de três horas de exposição, valores hemométricos mais baixos.

A influência da espessura do pelame parece ser efetiva nas temperaturas mais elevadas do verão e mais intimamente ligada com as quedas nos valores sanguíneos que propriamente com as elevações da temperatura retal e da frequência respiratória.

Alguns estudos nos valores hemométricos observados nos meses mais quentes coincide com a maior frequência respiratória e cardíaca.

É de supor que essas quedas nos valores hemométricos se relacionam à menor habilidade dos animais em perderem água através da superfície cutânea. Assim sendo, tendo dificuldade para eliminar calor corporal através da eliminação de água pela pele, os animais tenderiam a ter a temperatura corporal, a frequência respiratória e cardíaca elevadas e uma hemohidratação.

O zebu, provavelmente, por possuírem características que facilitam essa perda de calor (maior número de glândulas sudoríparas, maior superfície cutânea, pêlos curtos e menor espessura), não só apresentam menores valores de temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca, com menor tendência ou quase nenhuma, à hemohidratação, que os bovinos europeus nos climas quentes.

Vários trabalhos tem evidenciado cada vez mais a importância da sudação para os processos adaptativos nos bovinos.

Na UNESP de Jaboticabal, São Paulo, SILVA vem desenvolvendo nos últimos anos uma linha de trabalho envolvendo os problemas adaptativos dos bovinos, nos seguintes aspectos:

- a) determinação das características morfofisiológicas associadas à adaptação, que sejam mais relevantes e susceptíveis de serem selecionadas;
- b) determinação da variabilidade fenotípica e genética dessas características nas populações, assim como as suas correlações entre si e com a produção;
- c) estudos de comportamento na pastagem e relação desse comportamento com os aspectos adaptativos;
- d) estudos de alguns fatores ambientais relevantes, particularmente associados à radiação solar;
- e) avaliação de animais visando seleção para características ligadas à adaptação.

Importância da Sudação

A importância da evaporação cutânea como mecanismo de termólise nos bovinos é indiscutível. Foi observado que a 38°C praticamente todo calor orgânico dissipado era por via evaporativa e que, mesmo a 24°C, mais de 40% desse calor era eliminado por essa via.

Vários estudos tem citado a associação entre as glândulas sudoríparas e o seu grau de tolerância ao calor, e trabalhos mais recentes tem evidenciado experimentalmente a importância da taxa de sudação como indicador da resposta termorreguladora dos bovinos.

SALINOS acompanhou vacas Jersey e Holandesas malhadas de preto (HPB) e de vermelho (HVB) durante um ano, em São Paulo, determinando sua taxa de sudação a intervalos quinzenais. As vacas Jersey apresentaram as maiores taxas médias de sudação ($142,2 \pm 1,9 \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$), seguindo-se ($120,0 \pm 2,1 \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) da HVB e ($114,8 \pm 1,9 \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) da HPB. A variação individual dentro de raças foi considerável, bem como as diferenças entre as relações do ano e estágios de lactação.

HOLTZ FILHO & SILVA, trabalhando em São Paulo com vacas da raça Jersey, encontraram um coeficiente de herdabilidade de $0,222 \pm 0,155$ para a taxa de sudação, resultado não muito elevado.

Nota-se entretanto, que está bem próximo das estimativas obtidas geralmente para a produção leiteira, cujo melhoramento genético tem obtido sucesso considerável nos últimos 50 anos.

Desenvolvendo um estudo a respeito da taxa de sudação, SALINOS observou uma variação considerável nas características do pelame e da pele de vacas Jersey, particularmente no que se refere ao grau de pigmentação melanínica.

Com base nessas observações, ARANTES NETO procurou em termos quantitativos a variação de algumas das características do pelame mais importantes para a adaptação a ambientes tropicais, no gado Jersey, incluindo o nível de pigmentação melanogênica.

As seguintes características foram consideradas:

- a) espessura da capa do pelame;
- b) comprimento dos pêlos;
- c) ângulo de inclinação dos pêlos;
- d) pigmentação da epiderme e
- e) pigmentação do pelame.

No que se refere às três primeiras características, vários trabalhos tem evidenciado a sua importância para a eficiência da transferência de calor do organismo para o meio ambiente.

ARANTES NETO reporta que o efeito da estação do ano foi a principal fonte de variação da espessura do pelame e da inclinação dos pêlos, que apresentavam valores mais elevados no inverno. O comprimento dos pêlos foi afetado da mesma forma.

O nível de pigmentação melanínica, tanto da pele como do pelame, foi significativamente maior no verão. É geralmente suposto que a atividade melanogênica em mamíferos aumenta, quando há exposição a uma maior irradiância ao nível da banda ultravioleta.

A idade afetou significativa e negativamente o comprimento e a pigmentação dos pêlos; à medida que aumenta a idade, estes tornam-se mais

claros e mais curtos. SILVA supõe que pode tratar-se do resultado de uma seleção natural favorecendo os indivíduos mais aptos à vida em clima tropical, embora tais alterações ocorram sem dúvida ao longo do tempo num mesmo indivíduo. No Quadro 17 acha-se o coeficiente de herdabilidade das características estudadas por ARANTES NETO.

QUADRO 17. Coeficiente de herdabilidade de cinco características da pele e do pelame de vacas Jersey.

CARACTERÍSTICAS	h^2	Erro Padrão
Espessura do pelame	0,224	\pm 0,148
Comprimento dos pêlos	0,050	\pm 0,107
Inclinação dos pêlos	0,400	\pm 0,164
Pigmentação da epiderme	0,047	\pm 0,044
Pigmentação do pelame	0,355	\pm 0,152

Com base nos coeficientes de herdabilidade e na correlações genéticas, fenotípicas e ambientais dos dados referidos por HOLTZ & SILVA e ARANTES NETO, SILVA e colaboradores procuraram determinar os méritos genéticos aditivos (MGA) de touros da raça Jersey, relativamente a algumas características ligadas à adaptação, empregando o método de Melhor Predição Não-Viciada, a fim de poder classificar os touros para fins de seleção.

Segundo SILVA, a fim de poder classificar os touros para fins de seleção, houve necessidade de ser estimado o valor do MGA global, isto é, do mérito genético agregado, como recomenda HENDERSON.

Não dispondo dos valores econômicos relativos das cinco características da pele e do pelame consideradas, SILVA assumiu os mesmos como iguais entre si e unitários, variando apenas o final de cada um, conforme a direção desejada da seleção.

Por, exemplo, o aumento na espessura do pelame e no comprimento dos pêlos tem efeito negativo sobre o conforto térmico dos animais nas condições tropicais, por conseguinte foram considerados iguais a -1. Da mesma forma, o ângulo dos pêlos deve ser o mesmo possível, portanto o seu valor econômico é -1. Com respeito à pigmentação da epiderme, o valor deve ser positivo, já que quanto mais intensa a pigmentação, melhor a proteção proporcionada; por outro lado, a pigmentação do pelame deve ter um valor negativo, pois nas condições tropicais é mais vantajoso um pelame claro.

Com base nesses valores econômicos, SILVA e sua equipe calcularam o MGA agregado de cada touro classificando os animais em ordem decrescente de desiderabilidade.

Com base nos escores, foi indicado quatro touros para melhorar a população, relativamente à posse de um pelame mais claro, curto e assentado e pele mais escura.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O EFEITO DO CLIMA NA PERFORMANCE DOS BUBALINOS

Como em outras espécies domésticas a temperatura corporal dos bubalinos varia conforme a idade, a prenhez, lactação, etc.

Os estudos tem mostrado que a temperatura corporal, a frequência respiratória e cardíaca dos bubalinos domésticos, à sombra, são mais baixas que as dos bovinos e zebuínos.

A média da temperatura corporal dos bubalinos também varia entre dias, decorrente talvez, das variações nos fatores ambientais. Como em outras espécies domésticas, tem sido observado uma estreita associação da máxima temperatura do ar, nas observações à tarde, com a temperatura corporal de bubalinos, em diferentes dias.

Os bubalinos ficam estressados se forem mantidos por algumas horas expostas aos raios solares, e não toleram temperaturas muito baixas, notadamente os egípcios e os indianos. Uma súbita alteração na temperatura do ar, a exposição de ventos frios ou a permanência em lugares com fortes correntes de ar podem levar ao esfriamento corporal, pneumonia e possível morte. Contudo, algumas raças de búfalos são exploradas em regiões frias e temperadas.

À sombra, sem barreiras ou pulverizadores, a frequência respiratória, temperatura corporal e frequência cardíaca aumenta conforme aumenta a temperatura do ar.

Os búfalos com menos de um ano de idade são mais afetados pelo stress calórico do que os adultos, sendo que a temperatura corporal pode se elevar a níveis críticos, resultando em insolação.

Os bubalinos precisam de sombra e água, e a exposição prolongada à radiação solar direta, no tempo quente causa-lhes maior stress do que os zebuínos. A temperatura corporal e a frequência respiratória aumentam, a ruminação cessa, há demonstração de desconforto pela “alteração de comportamento” com escoiceamentos, movimentos da cauda e estiramento da cabeça. Após a exposição por duas horas ao sol, eles estarão ofegantes, salivarão e haverá descargas das fossas nasais e olhos; se deslocados para à sombra, e notadamente se tiveram condições de contato com a água, os animais irão se recuperar rapidamente.

Ventos quentes e secos aumentam o calor corporal, mesmo em animais que se encontram à sombra.

Os bubalinos eliminam muito pouco o calor corporal pela evaporação na superfície da pele; a eliminação de calor pela evaporação de água no aparelho é mais importante, junto com regulação física do calor corporal efetuada por condução. Em condições naturais, eles se mantêm refrescados, enlameando-se sempre que a temperatura do ar estiver acima de 29°C. Após uma hora de barreiro, a temperatura corporal voltará ao nível que foi registrado antes da subida diária, resultante do esforço de trabalho e da elevação da temperatura ambiente.

A pele dos búfalos é diferente dos bovinos europeus e dos indianos, em diferentes aspectos; a espessura total é em média a mesma, contudo a epiderme e particularmente a camada queratinosa é bem mais grossa. Existem aproximadamente em torno de 100 a 200 por centímetro de pele, cada qual com sua glândula sudorípara e glândula sebácea. Isto representa somente em média 1/10 de densidade destas estruturas, na pele dos bovinos. O número de pêlos é determinado antes do nascimento, e à medida que o animal cresce, os pêlos irão tornar-se mais espaçados.

As glândulas sebáceas são bem mais espaçosas nos búfalos. A glândula sudorípara é um simples saco de forma ovalada ou em forma de um largo tubo enrolado.

A escassez de glândulas sudoríparas é claramente um resultado da vida semi-aquática dos ancestrais selvagens.

Segundo a literatura, desde que o habitat do búfalo é na sombra e/ou na água, a pele de coloração negra ou escura deve ser uma característica de defesa, mais do que uma proteção contra a radiação solar direta. Na ausência de uma proteção refletiva dos pêlos, tal como nos bovinos, a pele escura parece ser uma grave desvantagem porque esta absorve a radiação, quando exposta aos raios solares direto. Na sombra, contudo, o bubalino escuro irá atuar como um típico “corpo negro”, radiador de calor.

A cobertura com lama, que o búfalo de pântano adquire, é uma excelente proteção contra os raios solares e também contra os piolhos, bem como moscas mordedoras e mosquitos. Na América Latina alega-se que a lama igualmente proporciona uma proteção contra mordidas de morcegos hematófagos.

A produção de leite é mais baixa durante o tempo quente e tende a melhorar quando condições mais frias prevalecem.

Os bubalinos alimentam-se menos durante o tempo quente; além disso, a digestão de proteínas e gorduras é menos eficiente.

Os estudos reportam que isso se deve a uma perda da atividade das secreções digestivas do estômago. Os carboidratos são afetados em menor proporção. A maior diferença sazonal é na quantidade de água, que é perdida por evaporação. Estima-se três vezes mais no verão do que no inverno.

Um dos manejos necessários para que o calor adicional adquirido do meio ambiente seja dissipado, é a utilização de banhos ou pulverizações; a diminuição da temperatura corporal vai depender da duração e da temperatura da água. Segundo a literatura, os pulverizadores artificiais não surtem tanto efeito quanto o enlameamento, porém seu uso é preferível ao de barreiros contaminados. As correntes de ar aumentam a eficiência dos pulverizadores.

Os chuveiros ou banhos com água fria antes de cada ordenha são benéficos; telas molhadas mantém os locais de ordenha mais frios e aumentam a ingestão de alimento pelos búfalos, melhorando a produção. Em trabalho na Índia, a média diária de produção aumentou depois da introdução de telas úmidas, passando de 4,5 para 5,8kg de leite.

Novilhos Murrah na Índia, mantidos a sombra e diariamente pulverizados por dez minutos, demonstraram uma média diária de ganho de peso de 0,46kg. Um grupo similar de novilhos, sem sombra nem pulverização, obteve uma média de 0,40kg.

Os búfalos jovens com menos de um ano de idade, de tempos em tempos, poderão ser banhados durante os dias quentes, evitando principalmente a insolação, a perda de apetite e das condições físicas.

A conclusão geral será que, nos dias quentes, com temperatura superior a 29 - 30°C, a temperatura corporal dos bubalinos somente poderá ser mantida normal, se os animais se enlamearem ou receberem frequentes aplicações de água fria, preferencialmente com ventiladores.

A sombra é o fator mais importante, e somente aplicações frequentes e maciças de água são de maior valia que a sombra.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO DE CAPRINOS NOS TRÓPICOS

1. *Stress calórico e consumo de alimento.*

Os caprinos, como demanda de produção, são susceptíveis ao stress calórico apesar de terem muitas características de resistência a temperaturas elevadas. Declínio da ingestão de alimentos e redução da produção são comumente observados em caprinos estressados pelo calor. Segundo alguns estudos a zona de conforto térmico de caprinos em regime de manutenção variam de 15 a 30°C, porém ainda não foram totalmente estabelecidas para caprinos em crescimento e em lactação (LU). Segundo esse mesmo autor a temperatura crítica máxima para cabras da raça alpina americana é de 30°C.

Segundo APPLEMAN & DELOUCHE, o limite de tolerância ao calor para caprinos está entre 35 e 40°C, embora a temperatura retal e o ritmo respiratório elevou-se significativamente quando os animais foram expostos a temperatura de 30°C comparado a 20°C.

LU observou que a temperatura retal e o consumo de alimento, variou significativamente quando caprinos da raça Alpina foram expostos a temperatura de 30°C comparado a 25°C. Baseado nestes dados concluiu-se que a temperatura crítica máxima (TCM) dos caprinos em manutenção varia de 25 a 30°C, e que o stress calórico ocorrerá em animais expostos a temperatura acima de 30°C.

Cabras Saanen secas submetidas a stress térmico das 8 às 17 horas (33°C, 74%, THI = 85, BGHI = 87,6), com radiação solar simulada por um período de 28 dias, foi considerada estressante, devido às reações fisiológicas termorreguladoras. Sob stress térmico, os cabritos reduziram a taxa metabólica e tenderam a diminuir o ganho de peso. Porém, com o retorno as condições termoneutras (23°C, 68,4%, THI = 70,8 e BGHI = 71,6), foram capazes de aumentar a produção de calor corporal e mostrar tendências de compensar o ganho de peso.

Segundo Scott, é de extrema importância definir o stress calórico em caprinos pela determinação da TCM, baseado no estágio fisiológico e no nível de produção. A TCM dos recém nascidos, animais em crescimento e cabras em lactação pode ser completamente diferente dos caprinos em manutenção. A idéia de temperatura ambiente considerando outros fatores do ambiente, é muito complexo para se formular estratégias de manejo nutricional para combater o stress calórico (LU). Como já foi dito, a diminuição voluntária do consumo de alimentos, é o resultado do stress em ruminantes. Segundo a literatura, pode ser considerado como um mecanismo de proteção contra a hipertermia, ou um comportamento de adaptação contra o stress calórico. A fermentação, digestão, absorção e metabolismo de nutrientes são reduzidos, quando o consumo é reduzido. Este mecanismo é benéfico para que os ruminantes possam manter um balanço calórico entre o animal e o meio ambiente. Todavia, o desempenho produtivo é comprometido, porque o suprimento nutricional é menor que o requerimento para produção. Uma moderada redução do consumo ocorreu em 10°C acima da TCM, em caprinos (ATTEBERY & JOHSON). Contudo os animais param completamente de comer quando em exposição prolongada ao calor extremo (APPLEMAN & DELOUCHE).

Os mesmos autores reportam, que a média do tempo de consumo de alimentos de cabras Nubianas foi reduzido em 10%, quando a temperatura foi aumentada de 20 a 30°C. Quando a temperatura aumentou para 40°C o consumo

de cessou. O total do consumo de caprinos Jamnapari foi reduzido em 10% quando a temperatura ambiente aumentou de 18,5 a 45°C. Consumo de animais adultos castrados da raça alpina, foi reduzido em 60% quando a temperatura aumentou de 25 até 30°C (LU). Segundo a literatura, raça, nível de produção, tipo de dieta e climatização dos animais, são fatores que marcam a redução do consumo de alimentos em caprinos sobre stress calórico. Segundo LU as raças leiteiras parecem ser menos tolerantes ao calor do que as não leiteiras.

Normas de manipulação nutricional, tentando aliviar o stress calórico em caprinos, ainda não foram estabelecidos. O balanceamento de rações de acordo com a redução do nível de produção, a diminuição da relação forragem:grãos na dieta, o uso de gordura, a suplementação com bicarbonato de sódio e a maximização do consumo de água fria pode ser benéfico para os caprinos estressados pelo calor.

2. Características fisiológicas e anatômicas.

Como já foi citado, a habilidade de suportar altas cargas de calor depende de características fisiológicas e anatômicas que reduzam o ganho de calor solar direto ou indiretamente e aumentem as perdas calóricas.

Nos trópicos úmidos, o tamanho corporal reduzido incrementa a habilidade de perda de calor por meios não evaporativos em face da área da superfície corporal ser relativamente grande nas espécies de pequeno porte. A perda de calor por componentes não evaporativos, está em função do gradiente de temperatura entre a pele e o ar e a área de superfície do animal. Nos trópicos semi-áridos, o ganho de calor é menor nos animais que possuem pelagem de cor clara. Entretanto, em certas áreas subtropicais, tais como a região mediterrânea, onde as temperaturas de inverno podem ser muito frias e as de verão muito quentes, os caprinos de pelagem preta aumentam os ganhos de calor e portanto, reduzem a energia metabólica necessária para manutenção da temperatura corporal sob as condições de frio.

Os caprinos são bem adaptados às condições áridas e podem suportar exposição ao calor com o mínimo consumo de água (ROBERTSHAW & EMIEL). Segundo ROBERTSHAW isso é obtido pela redução da perda evaporativa que resulta em um aumento da temperatura corporal. Entretanto, o aumento da temperatura corporal não inclui uma elevação na área da cabeça. Na realidade, a evaporação nessa região é aumentada, o que permite um resfriamento preferencial do cérebro pelas contracorrentes de troca de calor na sua área basal, região do hipotálamo (ROBERTSHAW). Assim, as adaptações de cor e tamanho e a regulação térmica localizada permitem aos pequenos ruminantes, particularmente aos caprinos, sobreviverem e desenvolverem-se em ambientes quentes e secos, tanto quanto nos quentes e úmidos.

3. Aspectos genéticos.

O desempenho produtivo dos caprinos nos trópicos é substancialmente inferior às das regiões temperadas, principalmente em produção de leite. Como já foi dito, as regiões tropicais podem afetar adversamente a produção animal de maneira direta (notadamente, o efeito das altas temperaturas) e indiretamente (qualidade ingestão de alimentos, favorecimento de doenças

infecto-contagiosas e parasitárias). Segundo SHELTON & FIGUEIREDO, no caso de caprinos no Nordeste do Brasil, os efeitos indiretos das variáveis climáticas são possivelmente mais importantes do que os diretos.

Como em outras espécies domésticas tem sido recomendado para a caprinocultura. Nos trópicos, a forma de aclimação indireta, visando contornar o incômodo da adaptação das raças especializadas de climas temperados, utilizando o cruzamento de animais tropicais com esses animais especializados. Como já foi dito, esta alternativa de melhoramento genético visa reunir em um animal, adaptação dos animais tropicais com a produtividade dos animais de climas temperados.

Em tempo, informamos que nos trópicos, também tem sido indicado o método de aclimação direta, para caprinos, que é a substituição do rebanho existente (tropical/local) por rebanho especializado, notadamente os de clima temperado. Este método (substituição de raças), só deve ser indicado, com a utilização de práticas de manejo intensivo.

As modalidades de cruzamento comumente aplicada na caprinocultura nos trópicos, são as mesmas utilizadas em outras espécies de animais domésticos.

O cruzamento sistemático tem tido sucesso, de modo geral, sendo usado em criações industriais; utilizando raças de valores superiores, para desenvolvimento individual, heterose e complementação de raças com o uso de linhagens maternas e paternas e combinações gerais e específicas.

SHELTON & FIGUEIREDO, comentam que o cruzamento sistemático pode ser o meio mais eficiente de se melhorar a produção, mas pode ser difícil implementar os sistemas adequados nas condições dos pequenos produtores no Nordeste do Brasil.

Em geral os caprinos do tipo nativo do Nordeste do Brasil, mostram alto grau de adaptação. Usualmente estes animais apresentam grande variabilidade genética para vários parâmetros produtivos. Em geral a baixa produção sugere que os genes responsáveis pela adaptação não são os mesmos responsáveis pela produção, sendo o resultado da seleção dos tipos nativos lenta, SHELTON & FIGUEIREDO. Segundo a literatura, o cruzamento sistemático oferece melhor alternativa para melhorar a produção.

Quando a heterose é alta, há maiores vantagens no cruzamento sistemático ou na formação de raças sintéticas sobre as raças puras. E quando há grande diferença na performance materna ou paterna ou na adaptação de um sistema em particular de manejo, há maiores vantagens no uso de um cruzamento específico do que um cruzamento rotacional ou formação de raças sintéticas (SHELTON & FIGUEIREDO).

Estas mesmas sugestões podem ser acatadas para a região Centro-sul do Brasil, a priori. Todavia, esta parece apresentar mais variantes climáticas e conseqüentemente um maior número de microclimas, abordagens genéticas para melhoramento produtivo através de cruzamento sistemático deve abranger, um maior número de combinações gênicas (animais europeus x tropical) para o zoneamento ecológico.

Em síntese, para estas regiões do Brasil, parece ser necessária a formação de raças caprinas leiteiras (sintéticas) adaptadas ao clima tropical e suas variantes climáticas, a partir de fundações cruzadas; a utilização de cruzamentos rotacionais (raças européias x raças ou tipos tropicais brasileiros ou africanas), principalmente quando a raça ou tipo tropical produz leite ou apresenta "características leiteiras", parece ser uma modalidade de cruzamento viável para maximizar a heterose apresentada na geração F1; e a utilização do cruzamento absorvente, visando o puro por cruza, e bem como a utilização de raças

especializadas européias, importadas, quando se pode fazer a correção do meio ambiente, principalmente no que se refere ao conforto térmico, a alimentação e controle sanitário. A intensificação do sistema de produção, pode ser útil perto de grandes centros consumidores.

Com relação a produção de carne de caprinos, para estas regiões, notadamente o Nordeste, parece uma alternativa razoável a formação de raças sintéticas de caprinos para corte, utilizando as raças ou tipos nativos, como por exemplo a raça Moxotó (raça base) e raças de tronco africano, como exemplo a Anglo-nubiana e a Boer. Informamos ainda que estas raças do tronco africano, poderiam ser utilizadas em programas de cruzamento industrial de 1º geração, como também em cruzamento absorvente com os tipos ou raças nativas nacionais, por apresentarem um desempenho produtivo melhor, do que as nacionais.

Vários trabalhos relatam, que as crias oriundas de cruzamento entre a raça africana Anglo-nubiana e as raças ou tipos tropicais de vários países, como o Brasil, apresentam, a priori, um bom desempenho para carne, superior as crias das raças e/ou tipos nativos tropicais. A raça Anglo-nubiana de origem africana, apresenta no Brasil melhor condição de melhoramento da produtividade pela seleção do que as raças ou tipos nativos nacionais, como “raça base”, para programas de cruzamento sistemático com raças mais melhoradas, notadamente as européias, para produção de leite em especial e para produção de carne.

Segundo a literatura, independente da modalidade de cruzamento, a priori, as raças caprinas européias do sub-tronco alpino, em especial a Saanen ou do sub-tronco pirineu acasaladas com caprinos nativos tropicais, as crias machos tem mais possibilidade para carne, do que as crias do tipo nativo tropical.

Os resultados de trabalhos sobre cruzamento entre caprinos europeus e tropicais, mostram que os efeitos da heterose tem sido mais evidentes em relação a produção de leite conforme o Quadro 18.

QUADRO 18. Impacto dos cruzamentos nos diferentes caracteres.

CARACTERES	IMPACTO DOS CRUZAMENTOS
Eficiência da produção	Moderadamente positivo
Conversão alimentar	Moderadamente positivo
Peso corporal	Moderadamente positivo
Produção de leite	Altamente positivo
Duração da lactação	Altamente positivo
Reprodução e adaptação:	
Taxa de concepção	Negativo
Mortalidade embrionária	Negativo
Sobrevivência neonatal	Negativo
Taxa de nascimentos	Negativo
Idade à primeira cria	Negativo
Intervalo entre partos	Negativo

Segundo CARDELLINO, o impacto altamente positivo dos cruzamentos nos caracteres relacionados com a produção leiteira pode ser parcialmente explicado pelo fato das raças caprinas terem baixa produção leiteira e lactações curtas, e qualquer melhora, mesmo que baixa em valores absolutos, é importante como percentual da média. Há um impacto negativo sobre os caracteres relacionados com a reprodução e a adaptação. A sobrevivência, especialmente em cabritos, é um caráter que depende muito do ambiente, em geral adverso nos trópicos e inadequado para animais com genes exóticos nos seus genótipos. O menor desempenho reprodutivo das cruzas é também devido à maior estacionalidade em relação às raças nativas. Os kg de cabrito desmamado por cabra parida, um índice que combina peso corporal, sobrevivência e eficiência reprodutiva, pode ser aumentado nas F2 e nos retrocruzamentos, por uma melhora na habilidade materna em relação à F1.

Apesar de que os cruzamentos em caprinos leiteiros nos trópicos, baseados na introdução de raças exóticas, podem aumentar o desempenho individual do animais, ou até melhorar a produtividade de alguns sistemas de produção, o maior problema é ainda o de providenciar condições ambientais suficientemente boas para que as cruzas manifestem seu potencial genético, bem como o delineamento de sistemas de cruzamentos viáveis e eficientes, para se obter um impacto importante da introdução de genes exóticos.

Informam ainda, que mesmo apresentando variabilidade genética na maioria das características de importância econômica e, que a priori, não capazes de melhorar suas produções com melhoria das condições do meio ambiente, as raças ou tipos de caprinos nativos nacionais não devem ser subestimados, apresentam grande rusticidade (adaptação), tem um baixo custo, boa fertilidade, por conseguinte tem grande importância como raça ou tipo “base”, para programas de cruzamento com raças européias exóticas (européias ou africanas) de interesse para o Brasil.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA CUNICULTURA

1. Temperatura:

A zona de conforto térmico dos coelhos é de 10 e 25°C. Recém nascidos nos primeiros 15 dias necessitam de uma temperatura ambiente entre 30 e 35°C dentro do ninho. Temperaturas baixas nos primeiros 15 dias causa mortalidade de toda ninhada. Temperaturas altas acima de 30°C não ocorre a espermatogênese.

No início da estação quente há uma reserva de espermatozóides que dura aproximadamente 30 dias, após isso, com persistência do calor não há produção espermática.

Altas temperaturas também diminuem a libido dos animais.

Temperaturas acima de 35°C causam mortalidade dos coelhos gestantes, aborto (no terço final da gestação), alteração do padrão de comportamento maternal (não construção do ninho, parto fora do ninho, canibalismo).

A literatura reporta que as temperaturas elevadas causam diarreias em animais em engorda, redução do consumo de alimentos, afetando com isso o peso de coelhos de engorda, e as coelhas em lactação produzindo produtos mais leves ao desmame.

Estudos demonstram que o menor número de nascimentos nos meses quentes parece estar relacionado com a menor taxa de ovulação.

Medidas para amenizar o stress calórico nos coelhos:

- ⇒ Fornecer rações com níveis altos de energia equilibrada com a proteína.
- ⇒ Estimular o consumo de alimentos com anti-stress, contendo antibiótico, tranqüilizante e vitaminas (colocados na água de beber).
- ⇒ Assegurar água limpa e fresca.
- ⇒ Plantação ao redor do galpão de árvores de copa alta, que não obstruam a passagem de ar pelas janelas do galpão.
- ⇒ Pintar ou caiar o telhado de branco por cima (telhas do tipo francesa ou amianto). Segundo a literatura, esse manejo pode abaixar de 3 a 6°C a temperatura dentro do galpão de criação. A caiação pode ser feita da seguinte maneira:
 - ◆ 10kg de cal
 - ◆ 2kg de sal
 - ◆ 1kg de cimento branco
 - ◆ 15 litros de água
- ⇒ Irrigação do telhado. Esta medida pode baixar de 4 a 10°C a temperatura ambiente dentro do galpão de criação.

Os irrigadores devem ser ligados na parte da manhã (entre 8 e 10 horas) até aproximadamente às 16 horas. Deve-se evitar gotejamento dentro do galpão, para que não aumente ainda mais a umidade.
- ⇒ Utilização de micropulverizadores em temperaturas altas e umidade baixa. De maneira geral, a utilização do pulverizador é mais apropriada entre 12 e 15 horas, período do dia com menor umidade.
- ⇒ Utilização de exaustores para a retirada do ar viciado.

2. Umidade Atmosférica:

Como já foi reportado, a umidade influi diretamente sobre os animais domésticos quando conjugada a altas temperaturas, porque acarreta dificuldade na dissipação de calor por evaporação.

A literatura cita que a umidade relativa adequada para coelhos seria de 60 a 80%.

Umidade acima de 80% favorece o desenvolvimento de bactérias e fungos causando doenças aos coelhos. Abaixo de 60% o ambiente fica empoeirado favorece o aquecimento de doenças alérgicas e respiratórias.

3. Incidência de Ventos:

Em regiões que ventam muito, é necessário fazer uma cortina de árvores (pinheiro, casuarina e outras) para quebrar o vento. Em regiões que ventam pouco é necessário fazer as paredes baixas dos galpões de criação, e uso de ventiladores.

Segundo a literatura, a ventilação necessária para os coelhos no verão é de $4\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$ de peso vivo e $2\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$ de peso vivo no inverno.

4. Luz:

Nos coelhos como em outros mamíferos, parece que a atividade sexual é controlada principalmente pela proporção de luz natural. O maior número de horas de luz sensibiliza o sistema nervoso, não apenas através do estímulo ótico estimulando a hipófise, e afetando através dele toda a atividade endócrina.

Estudo cita que a duração do período luminoso necessário para os coelhos seria de:

- ◆ 12 a 14 horas de luz/dia para as fêmeas
- ◆ 8 horas/luz/dia para os machos.

Em resumo, o calor expressivo provoca problemas de ordem produtiva, reprodutiva e sanitária nos coelhos nas regiões tropicais; porém este problema pode ser amenizado com recursos de climatização na construção de coelhários, bem como o melhoramento nutricional e sanitário dos animais, já que estes efetivamente limitam a produção animal.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NA AVICULTURA

A maior concentração de avicultores no Brasil estão localizados nas regiões Sudeste e Sul do país, notadamente nesta última região, onde no outono e primavera, as temperaturas chegam a 20°C num só dia. Nestas regiões os termômetros atingem entre 33 e 44°C no verão. A morte de aves por stress térmico representa um prejuízo significativo para produtores. Além disso, o calor excessivo provoca problemas de baixa conversão alimentar, perda de peso, redução da postura e da qualidade dos ovos.

Com avanços recentes no campo da genética, nutrição e sanidade, se obtêm enormes aumentos de produtividade avícola. A tal ponto que os produtos avícolas - carne e ovos, apresentam-se hoje entre as fontes de proteína animal mais baratas, só suplantadas pelo leite de vaca.

Juntamente com esses avanços, é necessário para que a avicultura atinja os altos níveis de produtividade um controle sanitário rigoroso e, a aplicação de tecnologia no projeto de instalações que venha atenuar o efeito da temperatura nas aves. Os problemas com o calor podem ser amenizados a partir da escolha do local para a construção do aviário.

O criador deve aproveitar os platôs disponíveis em sua propriedade e privilegiar a fachada norte. O lado norte, mais ensolarado, deve ser sombreado com árvores e o lado sul mantidos sem obstáculos. O lado norte é sempre mais atingido

pelo sol, o que no verão pode ter seus efeitos amenizados, porém garante maior iluminação e menos umidade no inverno, notadamente para a região sul do país.

Mesmo se o produtor for obrigado a desviar o eixo do aviário, porém, os cuidados continuam com a construção. O pé direito que hoje varia entre 2,20 a 2,50 metros na maioria dos aviários, deve subir a 3 metros, segundo a literatura. Com o pé direito mais alto, mesmo com menos vento consegue-se a mesma renovação de ar. Também é necessário um beiral maior, com um ângulo de 60° entre a altura da mureta, que fica próxima do solo, e a projeção do beiral. Quanto mais alta for a mureta, maior precisará ser o beiral para proteger do sol ou melhor, maior deve ser o caimento do telhado. Com esta pequena modificação, evita-se que entre sol no galinheiro. E não deve ser esquecida a instalação de um forro entre o telhado e a área onde ficam as aves.

Outra precaução importante é a escolha do material do telhado. As telhas francesas tem a vantagem de oferecer maior atraso na transmissão das ondas de calor, mas exigem encaixe perfeito e são mais difíceis de manejar na eventual necessidade de correções. Já o amianto é um material leve e facilita os reparos, porém independente do tipo de telha escolhido, é recomendável pintá-las de branco e mantê-las sempre limpas. Uma camada de tinta brilhante e de grande durabilidade reduz a absorção do calor. Já a poeira, as folhas depositadas pelo vento e os fungos que se desenvolvem nas telhas transformam o telhado num coletor solar. Estudos demonstram que um telhado escuro e sujo representa 80% de absorção do calor recolhido, enquanto estiver limpo, esta absorção fica só entre 20 e 40%. Assim como o telhado, a limpeza interna exige regularidade. As camas, que recebem os dejetos das aves, funcionam como um isolante térmico no verão. Mantendo-as limpas, evita-se o agravamento do calor provocado pelos gases liberados pelo esterco.

Para o aviário ter boa ventilação, é preciso uma área maior de lanternim, o telhado sobreposto da cumeeira, cuja função é justamente arejar ambientes. Com maior área de lanternim, o vento atravessa o aviário, o que, associado à colocação de tubos sobre o telhado para a sua saída, produz efeitos muito positivos na renovação do ar no ambiente. Estes tubos devem ser instalados como chaminés, intercalando espaços lineares e protegidos com os chapéus contra chuva. Na época de frio, notadamente na região sul, estes tubos servem para promover ventilação de higiene, retirando o gás carbônico e a amônia produzidos pela respiração dos animais, pelos dejetos e pela combustão dos aquecedores, à lenha ou a gás liquefeito de petróleo. O Tamanho do lanternim e o número de tubos devem ser calculados, levando em consideração a densidade dos animais no aviário, o tamanho do espaço a ser coberto e a temperatura média da região.

Outra prática com bom resultado é o sombreamento; combinado com a implantação de gramados em torno do aviário. O gramado absorve a radiação solar e produz umidade, que acaba reduzindo a temperatura em torno do galpão.

Para o sombreamento, recomenda-se árvores de tronco liso e formação de copa em altura superior ao beiral.

Mesmo com essas práticas que atenuam a temperatura ambiente para as aves, principalmente no verão, é fundamental a redução da densidade de frangos no aviário. A medida atual é de 17 a 18 aves por metro quadrado, porém o "ideal" parece ser 10 a 13 aves por metro quadrado.

PROGRAMA NUTRICIONAL PARA AVES EM CLIMAS QUENTES

As aves evidenciam o máximo de seu desempenho se colocadas em temperaturas dentro da zona de conforto térmico que, se adultas, situa-se entre 14 e 25°C. Nas condições de stress calórico as aves sofrem alterações fisiológicas como respiração ofegante, e conseqüentemente, alcalose respiratória. A tentativa de compensar para o excesso de perda de CO₂ resulta em redução no desempenho de frangos de corte e de poedeiras. No caso específico de poedeiras, inicialmente ocorre redução na qualidade da casca dos ovos e, se persistir o stress de calor, ocorre declínio na produção e peso dos ovos. Aparentemente, o principal problema de alta temperatura é a redução no consumo de ração. Ao elevar a temperatura dentro dos aviários, reduz-se a temperatura necessária para manter a temperatura corporal e as aves consomem menos ração. Entretanto, a relação entre produção corporal de calor e temperatura interna dos aviários não é linear, uma vez que as exigências energéticas das aves são aumentadas para iniciar a perda de calor por evaporação respiratória.

Diversos fatores influenciam o desempenho de aves submetidas a stress de calor, sendo a nutrição um deles. A necessidade energética constitui-se em um dos aspectos nutricionais que mais é influenciado pela temperatura ambiental. Ao elevar a temperatura ambiental, reduz o consumo energético. Entretanto, acima de 27-28°C, o declínio é maior uma vez que a ave está submetida ao stress de calor e a fatores como respiração ofegante e outros, que interferem inclusive no tempo disponível de consumo de ração. Ao aproximar 28°C, a energia disponível para a produção é dramaticamente reduzida e ao redor de 33°C torna-se negativa. Assim a produção de ovos declina, a menos que outra fonte energética seja utilizada, como as reservas energéticas (músculo e tecido adiposo) corporais. A ave entra em severo balanço negativo a 33°C.

A deficiência energética deve ser satisfeita a fim de manter a produção animal em níveis aceitáveis. Em condições de verão, rações oferecidas a poedeiras leves deveriam conter entre 2750 e 2850 kcal EM/kg. Uma das alternativas para amenizar os efeitos adversos da temperatura e umidade é elevar o nível energético das rações. Frangos de corte submetidos a 17, 22 e 28°C necessitam de dietas contendo níveis de 2800, 3000 e 3200 kcal EM/kg, respectivamente, para alcançarem desempenhos semelhantes. A utilização de rações peletizadas resulta em melhor ganho de peso e consumo alimentar que a farelada, fenômeno justificado pelo aumento na densidade das rações através da peletização.

A utilização de gorduras nas rações constitui-se em alternativa a ser usada em períodos de stress de calor. Isto ocorre porque as gorduras aumentam a palatabilidade das rações e propiciam menor incremento de calor, comparativamente a proteínas e hidratos de carbono. Neste particular, a utilização de gordura saturada é mais conveniente do que a insaturada devido a oxidação que pode ser acelerada pelo calor. O consumo de ração pode ser estimulado em condições de stress de calor.

No caso de poedeiras, o desempenho durante o período de recria influencia o retorno econômico durante o período de produção. Em caso de stress de calor, a ave pode passar a depender de suas próprias reservas para manter a produção. Em geral, quanto maior o peso corporal na maturidade sexual, maior o peso corporal durante a postura e, portanto, maior o potencial energético de reserva e maior o consumo de ração. Salienta-se que uma ave extremamente obesa é indesejável, mas poedeiras com peso ideal ótimo, com reservas corporais razoáveis conseguirão enfrentar melhor as situações de stress de calor, produzindo

maior número e massa de ovos. O stress de calor propicia a redução do consumo alimentar das aves. Assim, durante muito tempo foi recomendado a elevação do teor protéico das rações a fim de fornecer níveis mínimos adequados de proteína às aves durante períodos de alta temperatura ambiental. Entretanto, esta prática não tem sido mais recomendada tendo em vista o alto incremento de calor gerado durante a digestibilidade e metabolização das proteínas. Atualmente, a recomendação é reduzir o nível de proteína total e adicionar aminoácidos essenciais (metionina, lisina) sintéticos até alcançar níveis mínimos adequados.

Pesquisa brasileira avaliou o desempenho de frangos de corte, submetidos a 25,2°C e 31,8°C e alimentados com três níveis protéicos (alto, médio e baixo), com a devida suplementação de metionina e lisina. A redução do nível protéico da ração não melhorou significativamente o desempenho dos frangos criados sob os dois regimes de temperatura. Entretanto, houve tendência de aumentar o consumo de ração e o ganho, bem como diminuir a temperatura retal dos frangos, a medida que diminui o nível protéico das rações.

Vitaminas são nutrientes exigidos em quantidades extremamente pequenas pelo organismo. Tendo em vista a redução no consumo de ração em condições de alta temperatura, nutricionistas tem manifestado preocupação quanto ao fornecimento mínimo adequado de vitaminas para aves nestas situações. Melhor ganho de peso, melhor conversão, melhor resposta imunológica e menor mortalidade pode ser observado em frangos de corte recebendo uma suplementação vitamínica (A, B, E, D) na água. Dentre todas as vitaminas, o ácido ascórbico tem sido alvo de maior preocupação para aves sob condições de stress de calor.

O funcionamento de processos básicos essenciais no organismo é dependente da presença de minerais. Entretanto, pesquisas envolvendo o efeito da suplementação mineral em condições de stress de calor tem se limitado ao efeito do cálcio, fósforo e do balanço eletrolítico.

O equilíbrio entre cálcio e fósforo influencia a taxa de sobrevivência em condições de stress de calor. Existe uma relação direta entre o nível de fósforo no plasma e a taxa de sobrevivência, mas inversa em relação ao cálcio. O período de sobrevivência em pintos submetidos a jejum é superior quando a dieta contém 0,3% de Ca e 0,55% de P, comparativamente a 1% de Ca e 0,55% de P.

O desempenho de aves em condições de stress de calor é dependente de um equilíbrio ácido-base. Neste particular, poedeiras são muito sensíveis, especialmente com respeito a qualidade da casca. A adição de bicarbonato de sódio na ração de poedeiras durante stress de calor melhora a qualidade da casca. Frangos de corte alimentados com níveis crescentes (0,6, 1,2 e 1,8%) de NaHCO_3 apresentaram melhora linear no ganho de peso e na conversão alimentar. Níveis recomendados de NaHCO_3 são de 1,68% na ração e 0,56% na água. Poedeiras submetidas à temperaturas elevadas apresentam alteração no consumo de água. O resfriamento da água tem sido sugerido como mecanismo adequado no combate ao stress de calor.

A utilização de nicarbazina, um agente anticoccidiano comercialmente disponível, durante períodos de stress de calor resulta em elevada mortalidade, redução do ganho de peso e piora da eficiência alimentar. Isto se deve ao aumento da taxa metabólica e da temperatura corporal.

A ração dos frangos deve ser retirada no mínimo 3 horas antes do stress de calor. Os animais devem ficar sem acesso a ração até que a temperatura ambiente retorne a termoneutralidade. Na realidade a retirada da ração no momento do pico de temperatura pouco adianta. O jejum forçado nos frangos faz com que os animais utilizem suas reservas de gordura como fonte de energia. Durante o catabolismo dos lipídeos na formação de corpos cetônicos, que

provocam acidose metabólica. Esta condição pode compensar parcialmente a alcalose respiratória que está ocorrendo com o animal submetido ao stress de calor. Se faz salientar que esta prática de retirada da ração não deve ser utilizada para poedeiras, pois esta ave come pouco por hora e comerá menos ainda se for retirada a ração, podendo afetar seriamente o seu desempenho.

SISTEMAS DE RESFRIAMENTO PARA O CONTROLE TÉRMICO DE GALPÕES AVÍCOLAS

Dentre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados por radiação térmica, temperatura, umidade e movimentação do ar, são aqueles que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem a manutenção homeotermia. Assim, um ambiente é considerado confortável para a ave, quando o calor resultante de seu metabolismo é perdido para o ambiente sem prejuízo de seu rendimento, ocorrendo em geral, a partir da 2ª semana de vida em ambientes com temperaturas de 15-18°C a 22-25°C e umidade relativa do ar de 50% a 70%, valores estes dificilmente obtidos nas instalações avícolas brasileiras.

Aliado a isto, verifica-se no Brasil, especificamente, que a criação de aves ocorre quase que maciçamente em instalações abertas, sem ambiente controlado, sendo que, por razões econômicas de curto prazo ou mesmo desconhecido, muito pouca observância se tem dado às fases de planejamento e concepção arquitetônica, compatíveis com a realidade climática de cada região (ou seja: basicamente não tem sido dada nenhuma atenção ao acondicionamento térmico natural, que é a técnica que baliza os procedimentos construtivos para que os espaços habitados apresentem as condições térmicas exigidas pelo animal, utilizando ao máximo os recursos da própria natureza, como a ventilação natural e o paisagismo circundante). Desta forma, constata-se que a freqüente situação de elevadas temperaturas dentro dos galpões avícolas, especialmente no verão, as quais geram desconforto térmico quase permanente às aves com prejuízo considerável à produção, é devida mais a má concepção e adequação do alojamento avícola, do que propriamente a adversidade climática.

Assim, detectado o problema de stress calórico tem-se buscado amenizar esta situação com utilização de tecnologias artificiais de acondicionamento térmico, as quais, na maioria das vezes, são incompatíveis para a realidade climática regional ou tecnicamente inadequados.

Inicialmente, é fundamental que a instalação contemple, ao máximo, todos os recursos do acondicionamento térmico natural, e somente no caso do conforto térmico não ter sido alcançado, deve-se lançar mão do adequado acondicionamento artificial, com envolvimento de sistemas de ventilação, aquecimento e resfriamento artificiais.

1- Acondicionamento Térmico Natural

Considerando-se que o Brasil localiza-se ao sul da linha do Equador, predominantemente até a latitude 30° Sul, logo na faixa mais quente do globo terrestre, deve-se atender aos seguintes pontos na implantação do projeto:

- Localização
- Orientação

- Disposição das construções
- Proteção contra a insolação: coberturas

A proteção contra insolação direta é conseguida através da cobertura, sendo que os telhados mais usuais podem ser constituídos dos seguintes materiais, na seqüência de sua qualidade térmica, do melhor ao pior:

- ⇒ isopor entre duas lâminas de alumínio
- ⇒ sapê
- ⇒ madeirit: madeira compensada, 6mm espessura, ondulada, revestida na parte superior por lâmina de alumínio.
- ⇒ barro
- ⇒ alumínio
- ⇒ amianto
- ⇒ chapa zincada ou ferro galvanizado

Pode-se ainda, utilizar-se alguns artifícios para melhorar as coberturas:

- a) Uso de forros sob a cobertura
- b) Pinturas com cores claras e escuras
- c) Uso de materiais isolantes
- d) Materiais de grande inércia térmica
- e) Uso de aspersão de água sobre o telhado

Como ainda:

- a) Largura do galpão e altura da cobertura
- b) Beirais
- c) Lanternins
- d) influência da vizinhança na cobertura
- e) Paisagismo circundante - renques de vegetação - quebra ventos
- f) Ventilação natural

2- Sistemas de Acondicionamento Térmico Artificial em Instalações

Ventilação Forçada

A ventilação forçada é adotada sempre que os meios naturais não proporcionam o índice de renovação de ar e/ou abaixamento de temperatura necessário, apresentando a vantagem de ser independente das condições atmosféricas e de possibilitar o tratamento do ar (filtração, umidificação, secagem, etc.), e a sua melhor distribuição.

Os ventiladores usados nos alojamentos avícolas devem ser dispostos com o fluxo no sentido da largura do galpão, de formas a succionar ar fresco do exterior injetando-o para o interior e expulsando o ar viciado pelo lado posterior. Os ventiladores devem estar posicionados no sentido do vento dominante para que não tenham sua eficiência reduzida. Como no Brasil, a maioria dos ventos dominantes vem do sul, e como os galpões devem se orientados no sentido leste-oeste, normalmente o sentido do ventilador é perpendicular ao comprimento do galpão.

Os ventiladores devem estar a altura correspondente a metade do pé direito da construção, onde o ar é mais fresco, com o jato direcionado levemente para baixo, sem entretanto incidir diretamente sobre a cabeça das aves; com isto consegue-se a retirada do ar quente e umedecido próximo a zona de ocupação das aves.

O número de ventiladores a ser usado num galpão de matrizes vai depender de sua vazão, do volume do galpão, da época do ano e da idade das aves. Aconselha-se que cada ave, em cada idade tenha garantida uma taxa mínima de renovação de ar e seja molestada com no máximo uma determinada velocidade de ar, conforme consta das tabelas.

Os principais objetivos da ventilação são:

- ⇒ Eliminar o excesso de anidrido carbônico procedente do metabolismo das aves.
- ⇒ Impedir a acumulação de vapores amoniacais (amônia) procedentes do esterco.
- ⇒ Eliminar o excesso de umidade procedente da evaporação pulmonar, das fezes e bebedouros.
- ⇒ Atenuar o calor excessivo.

Fatores que favorecem a produção de amônia dentro do galpão.

- ⇒ Ventilação deficiente.
- ⇒ Grau de umidade elevado na cama.
- ⇒ Densidade populacional elevada.
- ⇒ Quantidade e qualidade da cama.
- ⇒ Temperaturas elevadas.

Consequências observadas nas aves, devido o excesso de amônia dentro do galpão:

- ⇒ Diminuição do consumo alimentar.
- ⇒ Redução da frequência respiratória.
- ⇒ Lesões no aparelho respiratório.
- ⇒ Conjuntivite.
- ⇒ Quebra na produção.
- ⇒ Maior pré-disposição das aves à infecções.

O Resfriamento da Temperatura do Ar

Um aspecto relevante, é que em alguns casos, em regiões extremamente quentes, a ventilação simples, natural ou artificial, pode ser insuficiente para promover o arrefecimento de temperatura. Isto porque a ventilação simples, não possibilita a redução da temperatura do ar a ser incorporado ao ambiente e, desta forma, a temperatura mínima que se conseguirá obter no interior do galpão será exatamente aquela do ar externo usado na ventilação, a qual muitas vezes assume valores muito acima do desejável. Neste caso, torna-se necessário promover o pré-resfriamento do ar que entra nas instalações.

Uma das formas mais efetivas de resfriamento do ar é o resfriamento adiabático evaporativo, o qual possibilita redução de até 12°C nas regiões mais secas e em média 6°C nas condições brasileiras. O sistema de resfriamento adiabático (evaporativo) pode ser obtido por vários processos, destacando-se:

- a) Resfriamento do ar interno, através de nebulização associada a ventilação.
- b) Pulverização de água, frontalmente a ventilador ou diretamente sobre a ave.
- c) Sistema de material poroso acoplado a ventilador e tubo de distribuição de ar.

Em resumo, o ambiente e que são criadas as aves corresponde ao principal determinante nas possibilidades de se obter benefícios ainda maiores com a aplicação das tecnologias conquistadas; neste aspecto, os avicultores e técnicos do setor devem estar atentos sobre a fundamental importância de se redobrar a atenção que costumeiramente vinha sido dada a fase de planejamento e concepção dos projetos avícolas, para que estes sejam compatíveis com a realidade climática de cada região, possibilitando as aves condições de conforto e, conseqüentemente, de produtividade máxima, de tal forma que a relação custo-benefício esteja, cada vez mais, próxima do ideal.

EFEITOS AMBIENTAIS NO COMPORTAMENTO TERMORREGULADOR DE SUÍNOS

Respostas comportamentais, envolvidas na termorregulação, são desencadeadas por diferentes espécies animais, incluindo invertebrados e vertebrados. A necessidade destas respostas estão diretamente relacionadas com a manutenção da homeostase orgânica, no organismo animal. Assim, quando da exposição de um animal a um determinado meio, diferentes tipos de respostas são desencadeadas, no sentido de procurar manter a homeotermia. Respostas comportamentais, anatômicas e endócrino-metabólicas são observadas quando da exposição ao frio e calor.

Dentre os métodos de estudos das respostas termorreguladoras, podemos citar:

- 1) etológica - a qual é baseada em observações dos animais em seu ambiente natural.
- 2) condicionamento operante - no qual é dada a oportunidade para o animal de modificar o seu ambiente térmico.

Os suínos, durante o seu desenvolvimento de recém-nascidos e adultos, apresentam 3 fases distintas, quanto as respostas termorreguladoras ao seu meio ambiente. A primeira fase está relacionada com a primeira semana de vida extra-uterina; a segunda inclui desde a desmama até aos 6-7 meses de idade, a qual é caracterizada pelo crescimento rápido e diminuição da sensibilidade ao frio, devido ao tamanho e isolamento tecidual bem desenvolvidos, mas por outro lado, tornando os animais altamente susceptíveis ao calor.

Na primeira fase, devido ao mínimo isolamento tecidual e grande superfície corporal, com relação ao peso, a resistência ao frio está na dependência quase exclusiva das respostas comportamentais como agrupamento e na prática produtiva com o fornecimento de micro-clima adequado (aquecimento através de luz infravermelha e cama). Na terceira fase, o isolamento tecidual é acentuado.

O suíno recém-nascido é particularmente sensível as baixas temperaturas pois apenas 1-2% do peso corporal é representado por tecido

adiposo, é praticamente inexistente a camada de tecido adiposo subcutâneo e pelagem. Após a primeira semana de vida, o conteúdo de gordura aumenta para 10% e a resistência ao frio aumenta consideravelmente (MOUNT). A capacidade termorreguladora do recém nascido se manifesta pelo tremor muscular e vasoconstrição periférica e essa capacidade de manter a homeotermia aumenta consideravelmente após o segundo dia de vida (CURTIS). A literatura reporta, que a temperatura retal do leitão recém-nascido é cerca de 39°C, caindo rapidamente para 37-38°C e após o segundo dia retorna aos valores iniciais. Carboidratos é a principal fonte de energia para leitões com 2 dias de idade, é da ordem de 34-35°C e a produção de calor de 60Wm², taxa esta que é dobrada quando a temperatura ambiente é reduzida para 20°C. Com o crescimento do animal; a camada de tecido adiposo subcutâneo e isolamento tecidual aumentam e a temperatura crítica diminui e o consumo de oxigênio, por unidade de peso, também diminui. Assim, o suíno com 5kg de peso apresenta consumo de oxigênio da ordem de 11,1ml de O₂/kg/minuto, valor este que é reduzido para 5,1ml de O₂/kg/minuto, quando o animal atinge 100kg de peso vivo (BRODY). A temperatura crítica, para suínos com 3 meses de idade, está na região de 20°C evidenciando que com o crescimento, os suínos apresentam uma maior tolerância ao frio e aumento da susceptibilidade ao calor.

VERSTEGEN e colaboradores mostraram que grupos de suínos submetidos a 52g de alimento/kg/dia apresentaram temperatura crítica de 11°C e, quando a ração era reduzida para 45g/kg/dia, a temperatura crítica aumentava para 17°C, evidenciando assim, ambiente e estado nutricional.

Segundo MACARI, suínos expostos cronicamente a diferentes temperaturas ambientais desenvolveram diferentes formas corporais e outras características anatômicas relacionadas com a temperatura de exposição. Leitegadas desenvolvidas em temperaturas de 35 e 5°C e mantidas a um mesmo peso corporal, pelo controle de ingestão de alimentos, mostram diferentes conformações anatômicas e, no isolamento externo (pelagem) e interno (tecido adiposo subcutâneo e vasos sanguíneos superficiais). Os animais no frio, apresentam membros curtos e pelagem intensa. As extremidades, como orelhas e cauda, são menores nos animais, no frio. O número de vasos sanguíneos, na pele, é menor nos animais no frio do que no calor e depositam mais gordura insaturada nos tecidos. Animais no calor apresentam camada de tecido adiposo subcutâneo mais desenvolvida, enquanto que animais no frio tem maior depósito de gordura perivisceral.

O comportamento alimentar está na dependência direta da temperatura ambiente, na qual o animal está se desenvolvendo. Assim é sabido que no frio a ingestão de alimento aumenta e no calor diminui. Se os suínos são mantidos em ambiente quente, existe o perigo de que a atividade muscular ou a termogênese, pela dieta, induza a hipertermia, considerando-se que a perda evaporativa no calor é insuficiente para manter a homeotermia nos suínos. No calor, o hábito alimentar do animal fica alterado e os suínos comem menos, mas com maior frequência, evitando, desta forma, o incremento calórico pela alimentação (MACARI).

Devido ao fato de possuir pelagem relativamente esparsa (ou nula, como ocorre em algumas raças de clima tropical) e depender de camada de tecido adiposo subcutâneo para o seu isolamento térmico, em climas quentes, a ausência de pelagem favorece a alta absorção de radiação solar, apesar de aparentemente favorecer a perda de calor, através da pele; este fato não ocorre em toda sua magnitude, tendo em vista que os suínos, apesar de possuírem glândulas sudoríparas estas não respondem quando da exposição dos animais ao calor. Assim, a evaporação através da pele, depende de respostas comportamentais,

como envolver-se em lama ou água, as quais aumentam a perda de calor evaporativo em altas temperaturas. Outra consequência do pobre isolamento externo, apresentado pelos suínos, é que a perda de calor através da pele é influenciada pelas alterações que ocorrem no movimento do ar, principalmente quando da exposição dos animais a baixas temperaturas.

Suínos tem sido mantidos em climas frios e a vasodilatação periférica tem sido um auxílio efetivo na redução da perda de calor, através da pele, porém respostas termorreguladoras, tais como agrupamentos também tem grande importância na prevenção da perda excessiva de calor.

Segundo MACARI, quando da exposição de suínos, por vários dias ou semanas, a diferentes temperaturas ambientais, ajustes comportamentais podem envolver alterações na ingestão de alimento, de modo que a ingestão de energia de suínos em crescimento e expostos ao frio possa aumentar 2 vezes ou mais do que suínos expostos ao calor. Este mesmo autor relata que, nestas condições, a curva de crescimento pode ser afetada e as alterações na composição corporal podem influenciar as respostas comportamentais. Em clima quente, os suínos estão sujeitos a sobrecarga térmica ambiental acentuada e, em muitas ocasiões, podem morrer de hipertermia. Assim, se os suínos devem ser mantidos em altas temperaturas, obrigatoriamente, em condições favoráveis à dissipação de calor tem que ser oferecidos aos animais, tais como lama, água, ventilação, pois estas são condições essenciais para a sobrevivência dos mesmos em temperaturas elevadas. Segundo a literatura, a ausência de grossa pelagem determina que o necessário para evaporar a água, por exemplo presente na lama que envolve o animal, é derivado da superfície da pele em maiores proporções do que do ar ambiente, e a eficiência do resfriamento é dessa forma aumentada.

Vários estudos tem demonstrado que no frio, grupos de suínos recém-nascidos ou adultos, agrupam-se e este tipo de comportamento é muito eficiente contra a perda de calor. MOUNT e colaboradores, mostraram que a exposição de um grupo de suínos, ao frio, determinava um leve aumento na produção de calor, enquanto que a exposição de um único animal à mesma temperatura, provoca acentuada elevação no consumo de oxigênio. Por outro lado, MOUNT mostrou que a alteração da postura é um importante fator que contribui para a manutenção da homeotermia. Assim, quando no frio, os suínos apresentam postura compacta, com os membros anteriores próximos ao corpo e pequena superfície de contato com o chão, significa que estão diminuindo a perda de calor. No calor, postura relaxada, com o aumento da superfície de contato e não agrupamento, são algumas das respostas comportamentais, comumente observadas nos suínos para aumento da dissipação de calor (MACARI).

Com relação a técnica de comportamento operante, vários estudos tem sido desenvolvidos; respostas operantes termorreguladoras são quantificadas, permitindo assim uma melhor apreciação do comportamento animal. Suínos jovens, quando expostos ao frio, rapidamente aprendem a pressionar uma alavanca (mais freqüentemente com o focinho) a fim de obter radiação infravermelha, e no calor, jato de ar através de um ventilador. Quando a temperatura ambiente diminui, os suínos pressionam a alavanca com maior frequência, fazendo com que a temperatura ambiente aumente (MACARI). BANDWIN & INGRAM mostraram que suínos, quando expostos a temperatura de 10 a 40°C pressionavam a alavanca até a temperatura ambiente de 25°C, quando a frequência de respostas declinava acentuadamente. A temperatura de 25°C praticamente coincide com a temperatura no limite crítico inferior da curva de produção, ou seja, zona de termoneutralidade (MACARI). BANDWIN & INGRAM sugerem que parte da motivação apresentada pelo suíno, em emitir respostas operantes, deve estar associada com a manutenção dos metabolismo ao mais alto nível, isto é, metabolismo basal. Por

outro lado, o estado nutricional interfere nas respostas operantes, tendo em vista que suínos mal nutridos apresentam temperaturas críticas inferior maior do que animais bem nutridos (MACARI). Este mesmo autor, comenta, que nas mesmas condições experimentais, animais normais tendem a apresentar menor frequência de respostas do que suínos mal nutridos, isto é, atingem temperaturas ambientes mais baixas, mas dentro da zona de termoneutralidade. A literatura reporta, que além do estado nutricional, outro fator que interfere na resposta operante termorreguladora, dos animais, é o estágio de aclimatação dos mesmos, pois animais aclimatados ao frio ou calor apresentam exigências termorreguladoras diferentes dos animais desenvolvidos em temperaturas neutras.

Experimentos sobre o comportamento operante também foram realizados a campo. Suínos foram expostos ao frio e respostas operantes para a obtenção de radiação infravermelha somente foram verificadas durante o dia, sendo que a noite os animais “preferiam” agrupar-se para evitar a perda de calor para o ambiente (MACARI). INGRAM & LEGGE estudaram o comportamento termorregulador, em suínos jovens em condições naturais, e verificaram que os animais não apresentavam tendências de proteger-se ou agrupar-se até que a temperatura ambiente caísse para valores de 5°C.

Os padrões de defecação e urinário de suínos, estão diretamente relacionados com a temperatura ambiente. MOUNT mostrou que suínos confinados à temperaturas de 9 e 20°C, a defecação estava restrita às áreas de drenagem deixando as áreas de alimentação e repouso limpas. Entretanto, quando a temperatura era elevada para 30°C, os animais faziam suas excreções indiscriminadamente por toda a área do confinamento. Estes relatos corroboram com outros estudos, nos quais os suínos mantidos em chão de concreto e em altas temperaturas tendem a envolver-se em urina ou outras fontes de água, a fim de manter a homeotermia através da eliminação de calor, através dos mecanismos evaporativos da superfície da pele.

HEITMAN e colaboradores estudaram o comportamento de suínos através da combinação de diferentes fatores: sombra, lama, movimento do ar e condicionamento do ar. Em condições ambientais, com a temperatura variando entre 15 e 35°C, estes autores verificaram que, quando havia somente sombra para aliviar a sobrecarga térmica, os animais permaneciam 80% do tempo na mesma, mas quando a lama era oferecida como outra alternativa, o tempo gasto na sombra era reduzido.

A necessidade, para efeitos práticos de produção de suínos, é determinar a faixa de temperatura ambiente e estado nutricional que permitam uma eficiência máxima de conversão alimentar e ganho de peso nos animais. HOLMES & CLOSE calcularam quais as faixas de temperatura ótima para o desenvolvimento dos suínos, em função do peso e energia metabolizável ingerida. Verifica-se que a temperatura diminui à medida que o peso e a ingestão de energia aumentavam (Quadro 19).

QUADRO 19. Zonas de termoneutralidade (°C) para suínos submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável (valores calculados).

PESO (kg)	ENERGIA METABOLIZÁVEL		
	M	2M	3M
	ZONA TERMONEUTRA		
02	31 - 33	29 - 32	29 - 31
20	26 - 33	21 - 31	17 - 30
60	24 - 32	20 - 30	16 - 29
100	23 - 32	19 - 30	14 - 28

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os animais domésticos encontram-se em sistemas de produção mais ou menos intensivos sob condições ambientais bastante variáveis: clima desértico árido e seco, altas temperaturas e umidade, baixas temperaturas e alta umidade, altas altitudes, etc.

É fato notório que a eficiência de produção animal, particularmente a produção de leite, é muito baixa, em países de clima subtropical, e notadamente em clima equatorial e tropical. A aceitação passiva de que o clima é o principal entrave para a produção animal nos trópicos pode retardar ou mesmo impedir o desenvolvimento tecnológico da pecuária de corte e de leite.

Fazendo um levantamento da pecuária de leite mundial, nota-se que em um grande número de países a produção de leite se dá em condições bastante desfavoráveis, climas frios e úmidos (países europeus escandinavos, Inglaterra e países baixos) e desérticos, com temperatura de 35-45°C durante o dia e de 0-5°C durante a noite, com solo pobre (Israel).

Nesses países reportados acima e nos demais, onde a pecuária leiteiras é desenvolvida, os fatores ou agentes climáticos que interferem negativamente na produtividade animal são controlados, ou seja, existe uma preocupação e uma necessidade em se evitar que os animais sofram diretamente a ação negativa dos fatores climáticos.

O potencial de produção dos ruminantes nos trópicos, pode ser viável se forem adotadas medidas corretivas sobre os fatores desfavoráveis.

Para animais de elevado potencial de produção, as pastagens não fornecem quantidades e/ou qualidades de nutrientes satisfatórios ao consumo.

A alimentação suplementar pode não ser econômica, em virtude da baixa remuneração do produtor e particularmente do alto custo dos mesmos e da baixa resposta em produção.

As erradicações ou o controle das infestações parasitárias (moscas, bernes, carrapatos e verminose) devem ser prioritárias no sistema de produção.

A estabulação total, semi-estabulação, seguidas de alimentação suplementar, são necessárias aqueles que exploram a produção animal com animais melhorados e/ou mestiços (europeus-zebu) de variados graus de "sangue", e diferentes condições de clima.

Acima de um ambiente “termo-neutro” (18°C, 50% UR do ar e 0,5m/s de velocidade de deslocamento do ar) a produção de ruminantes decresce com temperaturas altas, umidade e velocidade do ar. A interação entre movimento do ar e aspersão de água é benéfica para a produção, enquanto que a interação umidade e produção é prejudicial.

A temperatura de superfície animal (pelame) é dependente de sua cor e da temperatura ambiente, enquanto a da pele depende do ambiente e do decréscimo do movimento do ar.

A taxa respiratória aumenta com a elevação da temperatura e umidade do ar, e diminui com o maior movimento do ar.

O consumo de alimentos declina com aumentos na temperatura e umidade do ar.

Em síntese, pode-se considerar que em qualquer localização geográfica do mundo, os problemas a serem contornados pelo produtor animal, são basicamente os mesmos. O que varia são as formas ou tipos de correção do meio ambiente que precisam ser feitas. O importante a ser enfatizado é que o animal só pode expressar o seu potencial genético para produção se não for dado a ele condições ideais ambientais, ou seja, alimentação adequada, controle de doenças e parasitos, e manejo adequado como por exemplo o não stress térmico (conforto térmico).

Nos trópicos, a priori, o fator mais limitante para produção animal não é o clima e sim a alimentação inadequada, e agravada por períodos de escassez, doenças e parasitos são problemas sérios limitantes e, a incapacidade de utilização de princípios científicos e falta de infra-estrutura para aplicação de técnicas.

Como consequência disso, não há possibilidade de se criar animais especializados (alto grau de seleção para produção), de aplicação de técnicas isoladas e de realizar investimentos que traduzam em aumento da produtividade e da lucratividade.