

COMPARAÇÃO ENTRE AS RAÇAS SINDI E JERSEY E SEUS MESTIÇOS, RELATIVAMENTE À TOLERÂNCIA AO CALOR NA REGIÃO AMAZÔNICA. I. RAÇA SINDI E OS MESTIÇOS 3/4 SINDI 1/4 JERSEY e 5/8 JERSEY 3/8 SINDI¹

ROBERTO GOMES DA SILVA² e ABNOR GURGEL GONDIM³

Sinopse

É feita uma comparação entre 12 novilhos Sindi, 3/4 Sindi-Jersey e 5/8 Jersey-Sindi, relativamente à resistência ao calor úmido da região amazônica, verificando-se a influência das estações do ano, que são duas na região: "inverno" ou tempo das chuvas e "verão" ou tempo da seca. São ainda estudadas as influências do período do dia (manhã e tarde), da temperatura do ar e da umidade relativa sobre os níveis de temperatura retal, ritmo de pulso e frequência respiratória dos animais. Conclui-se que os animais 3/4 Sindi-Jersey e Sindi apresentaram melhor performance termo-reguladora, nesta ordem; os Sindi puros sofreram interferência da alta umidade do ar sobre o mecanismo de termo-regulação; nos animais de sangue europeu o aumento do ritmo respiratório foi a principal resposta ao *stress* térmico.

INTRODUÇÃO

A dieta alimentar do amazônida sempre foi muito desequilibrada do ponto de vista qualitativo e, em muitos casos, mesmo do quantitativo. Veja-se o leite, alimento básico cujo consumo os especialistas em nutrição aconselham ser no mínimo de 740 gramas o *per capita* por dia. Na Amazônia este consumo mal alcança 46 gramas diários, entre o produto *in natura*, em pó e condensado (Wisniewsky & Libonati 1967). Esta deficiência tem origens tanto na tradição alimentar, que sofreu grande influência do índio consumidor de peixe e farinha de mandioca, como nas dificuldades de produção de leite. Com efeito, o clima, muito úmido e quente, sempre prejudicou ou impediu as tentativas de criação de raças leiteiras especializadas. Restavam os caminhos da seleção do zebu (só recentemente introduzido) e da mestiçagem deste com as raças melhoradas, sem mencionar o caso todo especial dos búfalos.

É assim que, por volta de 1952, o Dr. Felisberto de Camargo, na época Diretor do antigo Instituto Agrônomo do Norte (IAN) importou do Paquistão um lote de animais da raça Sindi, tida como uma das melhores leiteiras entre os zebus.

Com este material, há cerca de 15 anos vem o segundo autor deste trabalho, tentando obter um gado leiteiro para essas regiões tropicais úmidas, juntando a rusticidade e tendência leiteira da raça Sindi à produtividade e relativa adaptabilidade da Jersey no mestiço 5/8 Jersey 3/8 Sindi (Jerdí).

Há vários indícios auspiciosos quanto ao projeto em questão, mas faltavam estudos que, comparando as raças-mães e outros graus de sangue Jersey-Sindi, confirmassem a integração dos mestiços no meio amazônico. Outra não é a finalidade do presente trabalho senão fazer esta comparação, indispensável agora que se trata de avaliar os resultados de 15 anos de seleção.

A bibliografia sobre o assunto é tão abundante e tantos são os trabalhos importantes publicados, que tivemos de nos limitar a citar uns poucos.

Entre os mais recentes, encontramos Kibier e Brody (1956), que estudaram vacas Jersey e Holstein em lactação sob diferentes graus de temperatura e umidade, observando a temperatura retal, frequência respiratória, ventilação pulmonar, pulso e evaporação pelos pulmões. Consideraram a evaporação respiratória como o mais importante recurso de termólise sob elevadas temperaturas do ar. Verificaram que o pulso subia com a elevação da temperatura ambiente, caindo com ela. O retorno da temperatura retal aos níveis normais, quando a temperatura do ar caiu, foi mais demorado nas Holstein que nas Jersey.

McDowell (1959) comparou a performance de mestiços Sindi com várias raças européias, entre elas

¹ Recebido 25 mai. 1969, aceito 30 jun. 1970.

Trabalho realizado no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN), Belém, Pará.

² Veterinário do Departamento de Genética da Faculdade de Medicina, Caixa Postal 304, Ribeirão Preto, São Paulo, antigamente do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN).

³ Zootecnista, Chefe da Seção de Zootecnia e Veterinária do IPEAN, Caixa Postal 48, Belém, Pará.

a Jersey, observando que, embora os mestiços tenham apresentado superior tolerância ao calor, sua produção foi muito inferior à das raças européias puras nas mesmas condições. Verificou que temperaturas ambientes acima de 80°F (26,7°C) tinham forte influência na produção, consumo de alimentos, temperatura retal, frequência respiratória e pulso. A radiação solar, pressão de vapor e velocidade do vento tiveram influência relativa, sendo que o grau do efeito dependeu da raça, estágio de lactação e estado de nutrição.

Lee (1959) considerou a atividade respiratória como o mecanismo primário da perda de calor corporal em meios quentes e úmidos, mas que contribuiria para aumentar a produção de calor corporal pela atividade muscular, além de causar alcalose. O meio mais importante de termólise seria então a evaporação, levando-se em conta que assim mesmo apêndices cutâneos desenvolvidos não seriam imprescindíveis a um alto índice de tolerância ao calor.

Johnson *et al.* (1959) fizeram um estudo circunstanciado da influência do clima quente do sul dos U.S.A. sobre o gado leiteiro, discutindo a ação da temperatura do ar sobre a temperatura corporal, respiração, consumo de alimentos e produção de leite. Observaram que, a temperaturas ambientes acima de 70°F (20,5°C), o calor corporal é eliminado principalmente pela evaporação. Em altas temperaturas do ar, a umidade tem efeito depressor no resfriamento pela evaporação. A primeira reação ao *stress* térmico é o aumento da frequência respiratória, que quando é elevada produz acréscimo de calor. A área superficial adicional dada pelos apêndices cutâneos ao zebu não seria a razão principal da sua alta tolerância ao calor, mas sim, o seu baixo metabolismo, que é relacionado com sua pequena capacidade de produção.

Shrode *et al.* (1960) fizeram 13 observações de 24 horas sobre zebus, Jersey, Holstein e mestiços Jersey-Brahman, estabelecendo correlações múltiplas entre as variáveis fisiológicas (temperatura retal, respiração e pulso) e as variáveis ambientais (temperatura do ar, velocidade do vento, radiação solar e pressão de vapor). Os coeficientes de correlação simples obtidos para as variáveis fisiológicas em relação à temperatura do ar foram um pouco menores que as de correlação múltiplas, pelo que a temperatura do ar foi considerada a variável ambiente mais importante.

Williams *et al.* (1960), trabalhando com Jersey, Holstein e mestiços Jersey-Brahman, não demonstraram satisfatoriamente a ação da temperatura e umidade do ar e outras variáveis ambientais sobre a pulsação.

Veiga *et al.* (1963) estudaram zebuínos, europeus e mestiços em câmara climática em São Paulo e verificaram que a temperatura retal, respiração e pulso variavam segundo os meses do ano, sendo os valores

mais altos obtidos no mês mais quente e os mais baixos no mês mais frio. Observaram ainda que a temperatura do ar correlacionou-se com a temperatura retal e a respiração nas duas estações do ano ($r = 0,537$ e $r = 0,716$). Estes mesmos autores verificaram mais tarde (Veiga *et al.* 1964) ser a temperatura ambiente, associada à umidade relativa, o fator principal das reações apresentadas pelos bovinos ao calor. Estas reações variariam entre raças e entre indivíduos e diriam respeito principalmente à temperatura retal, frequência respiratória e valores hemométricos.

Ishii (1964) fez no Japão um estudo com vacas Holstein em câmara climática e observou o seguinte: a temperatura retal e a frequência respiratória subiam com a elevação da temperatura do ar, mas foram muito menos afetadas por mudanças na umidade relativa; as diferenças entre indivíduos deveriam-se principalmente à temperatura retal, ao passo que a respiração não variou muito de animal para animal, o que "faz crer ser esta variável um critério discutível para medida da tolerância ao calor".

Em estudo comparativo das raças Gir, Schwyz, Jersey, Guernsey e Holandesa em Minas Gerais, Chquilloff (1964) analisou três variáveis fisiológicas (temperatura retal, pulso e respiração) à sombra e ao sol. Observou-se que a elevação da temperatura do ar fez subir a temperatura retal em todas as raças, ao passo que a umidade não influenciou de modo expressivo a temperatura retal, a não ser no caso das Holandesas, que reagiram muito acentuadamente. Sob temperaturas elevadas, Jersey e Schwyz apresentaram menor frequência respiratória que as Holandesas; as novilhas Gir aumentaram muito pouco a respiração, o que sugere haver outros mecanismos de termólise, já que este grupo praticamente não usou a respiração como termo-reguladora. A umidade exerceu pequeno efeito sobre a respiração, mas maior sobre o pulso. A subida da temperatura do ar fez subir o pulso em todas as raças.

MATERIAL E MÉTODOS.

Foram utilizados 12 animais jovens, entre machos e fêmeas, da Fazenda "Senador Alvaro Adolfo" do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, em Belém. Estes animais, de idade entre 6 a 23 meses, foram distribuídos em três lotes, como se segue:

- lote A: 5/8 Jersey-Sindi
- lote B: 3/4 Sindi-Jersey
- lote C: Sindi puro.

Levaram-se em consideração as seguintes variáveis fisiológicas: temperatura retal, pulso e respiração; e variáveis ambientais: temperatura do ar e umidade relativa.

O esquema experimental constou de observações das variáveis fisiológicas pela manhã (09:00 a 10:00 hs) e pela tarde (15:00 a 16:00 hs), duas vezes por semana, nos meses de maio e novembro de 1967.

Nos dias de observação os animais ficavam presos previamente à sombra durante uma hora, sendo tomado o pulso em primeiro lugar (por auscultação cardíaca); em seguida era verificada a frequência respiratória por colocação cuidadosa da mão à frente das narinas dos animais; por último, tomava-se a temperatura retal. Esta ordem era sempre seguida escrupulosamente para evitar que o manejo excitasse os animais e prejudicasse a normalidade do pulso. Os três lotes de quatro animais cada foram manejados diariamente, durante uma semana, antes do início dos testes, para acostumar os animais às manobras do operador, que era o mesmo sempre que possível, ou outra pessoa bem conhecida dos animais. Os termômetros, em número de 12, eram sorteados em cada observação para evitar vícios, mas sempre se usava o mesmo termômetro nas duas tomadas diárias para cada animal. Os animais não eram examinados em ordem pré-estabelecida, mas sempre ao acaso.

Devido a várias causas fora do nosso controle, as tomadas de dados só puderam ser feitas em dois meses, maio e novembro. Estes meses são, no entanto, bem representativos das duas estações do ano, respectivamente "inverno" (águas) e "verão" (sêca). Ademais, a variação climática entre as duas estações na região de Belém (como no resto da Amazônia) diz respeito principalmente à precipitação pluviométrica, intensíssima no "inverno" e pequena no "verão"; as oscilações da temperatura são muito pequenas entre as estações (a variação nictemeral é mais acentuada), sendo que a mínima no "inverno" não desce abaixo de 20°C e a máxima no "verão" não ultrapassa 38°C, via de regra. A umidade do ar é constantemente elevada, entre 60 e 100% (Quadro 1 e Fig. 1).

RESULTADOS

No Quadro 2 estão resumidas as médias obtidas em cada estação do ano e período do dia pelos três grupos de animais observados. As Fig. 2, 3 e 4 permitem a comparação visual desses resultados.

Análise estatística unidimensional

Foram efetuadas análises de variância para a verificação de diferenças entre os grupos de animais quanto a cada variável fisiológica separadamente. Os resultados foram os constantes dos Quadros 3, 4 e 5.

A fim de verificar o grau de influência das condições ambientais sobre as variáveis fisiológicas estudadas, efetuamos testes de correlação simples entre as mesmas, obtendo os resultados indicados no Quadro 6.

QUADRO 1. Médias meteorológicas observadas na região de Belém durante o ano de 1967. Dados do Posto de Meteorologia do IPEAN

	Maio (inverno)	Novembro (verão)
Temperatura (O°C)		
Média das máximas	28,3	29,0
Média das mínimas	23,4	22,8
Temperatura média	25,8	26,5
Umidade relativa (%)		
Média	87,0	72,0
Precipitação (mm)		
Total	384,9	49,8*
Média diária	12,41	1,66
Insolação (horas)		
Total	179,2	205,2
Média diária	5,78	6,84

* Dêste total, 39,8 mm caíram somente no dia 24/11.

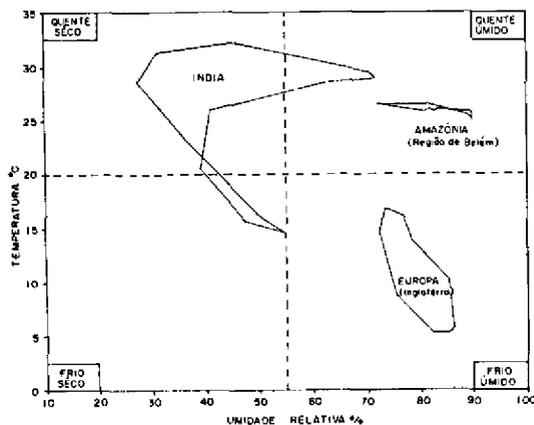


FIG. 1. Comparação diagramática (climograma) entre os climas da região Amazônica e das regiões de origem das raças Sindi e Jersey (Índia-Paquistão e Inglaterra, respectivamente). Note-se a posição de cada zona, indicativa das respectivas condições climáticas médias durante o ano. O pequeno tamanho da área correspondente à Amazônia indica a pequena variabilidade do clima nessa região (Adaptado de Wright 1954).

Análise estatística multidimensional

Este tipo de análise está fundamentado na consideração conjunta de todas as variáveis operadas. Através dela objetivamos verificar o seguinte:

- a) qual o valor relativo das variáveis fisiológicas utilizadas, no sentido de discriminar entre si os grupos 5/8 Jersey e 3/8 Sindi e Sindi puro;
- b) qual a posição dos três grupos de animais entre si, quanto à reação ao calor medida pelas três variáveis utilizadas.

QUADRO 2. Resultados obtidos: médias individuais e por lotes, nas duas estações do ano, nos dois períodos do dia

Lote	Período	Indivíduo I			Indivíduo II			Indivíduo III			Indivíduo IV			Médias por lote		
		T	P	R	T	P	R	T	P	R	T	P	R	T	P	R
Inverno																
A	Manhã	38,97	51,3	20,8	38,95	61,1	23,4	39,22	63,6	20,2	38,81	56,0	27,8	38,98	58,00	22,92
	Tarde	38,52	48,7	21,4	39,41	47,5	23,0	39,58	64,0	23,6	39,36	58,5	30,0	39,46	54,67	24,50
	Média	39,24	50,0	21,2	39,18	54,3	23,2	39,40	63,8	21,9	39,08	57,2	28,6	39,22	56,33	23,71
B	Manhã	38,70	60,8	21,0	39,11	59,0	18,7	39,30	65,0	21,2	38,92	49,3	19,7	39,00	58,52	20,15
	Tarde	39,30	57,2	22,4	39,20	57,0	22,0	39,20	66,4	20,5	39,50	55,1	21,0	39,20	58,42	21,47
	Média	39,00	59,0	21,7	39,15	58,0	20,3	39,25	61,2	20,8	39,21	51,2	20,3	39,15	58,47	20,81
C	Manhã	36,68	50,8	14,3	38,83	54,0	15,5	38,60	44,7	17,8	38,55	57,0	19,4	38,66	51,62	16,75
	Tarde	39,31	52,8	17,4	39,44	56,8	19,3	39,11	41,1	21,4	39,33	50,5	19,7	39,20	50,30	19,45
	Média	38,99	51,8	15,8	39,13	55,4	17,4	38,85	42,9	19,6	38,94	53,7	19,5	38,97	50,96	18,10
Verão																
A	Manhã	38,91	53,2	17,7	38,67	54,4	17,0	38,32	54,4	18,0	38,51	53,5	20,7	38,60	53,87	18,35
	Tarde	38,98	58,7	20,2	39,05	58,4	21,5	38,87	59,7	20,1	39,18	58,0	24,0	39,02	58,70	21,45
	Média	38,94	55,9	18,9	38,86	56,4	19,2	38,69	57,0	19,0	38,84	55,7	22,3	38,81	56,28	19,90
B	Manhã	38,67	53,1	19,8	38,67	47,4	15,7	38,54	58,2	15,7	38,12	50,0	18,1	38,60	52,17	17,32
	Tarde	38,98	55,1	21,4	39,00	52,4	17,1	39,07	61,1	15,7	38,88	52,0	18,1	38,98	55,16	18,07
	Média	38,82	54,1	20,6	38,83	49,9	16,4	38,80	59,6	15,7	38,50	51,0	18,1	38,74	53,66	17,69
C	Manhã	38,22	55,2	14,4	38,74	52,2	15,7	38,82	51,8	18,2	38,32	54,4	20,8	38,52	53,40	17,27
	Tarde	38,64	57,7	18,2	38,97	56,0	18,0	38,60	57,5	22,0	39,01	61,0	22,8	38,85	58,05	20,25
	Média	38,43	56,4	16,3	38,85	54,1	16,8	38,81	54,6	20,1	38,66	57,7	21,8	38,68	55,72	18,76

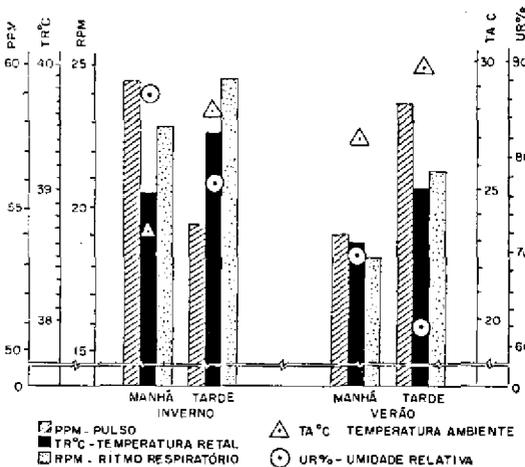


FIG. 2. Médias de temperatura retal, frequência respiratória e ritmo de pulso alcançadas pelos 5/8 Jersey 3/8 Sindi nas duas estações do ano de manhã (09:00-10:00 hs) e à tarde (14:00-15:00 hs).

A questão (a) foi resolvida calculando-se a Função Discriminante da temperatura retal, ritmo respiratório e pulso. O método usado foi o descrito por Goulden (1956). Trata-se de uma função linear como

$$L = \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \lambda_3 X_3$$

Onde $\lambda_{1,2,3}$ = pesos aplicados às variáveis 1, 2, 3, e $X_{1,2,3}$ = variáveis medidas.

Considerando que X_1 = temperatura retal, X_2 = ritmo respiratório e X_3 = ritmo de pulso, a função por nós obtida foi

$$L = X_1 + 72,83 X_2 + 18,55 X_3,$$

a qual é altamente significativa, com $P < 0,01$.

A segunda questão, a da posição dos grupos de animais entre si, foi solucionada pelo cálculo das Distâncias Generalizadas de Mahalanobis (D^2). A estatística utilizada (Rao 1952) foi a seguinte:

$$D_p^2 = \sum_1^p \sum_1^p a^{ij} d_i d_j,$$

onde D^2 = distância generalizada,

a^{ij} = elementos da inversa da matriz de dispersão, e

d_j = diferenças entre as médias dos grupos quanto às variáveis fisiológicas.

QUADRO 3. Análise de variância da temperatura retal

Fonte de variação	Inverno	Verão
Grupos	4,33*	0,55
Períodos do dia	43,66**	20,20**
Grupos x períodos	1,67	0,46
Coefficiente de variação	0,43%	0,17%

* 0,01 < P < 0,05
 ** P < 0,01

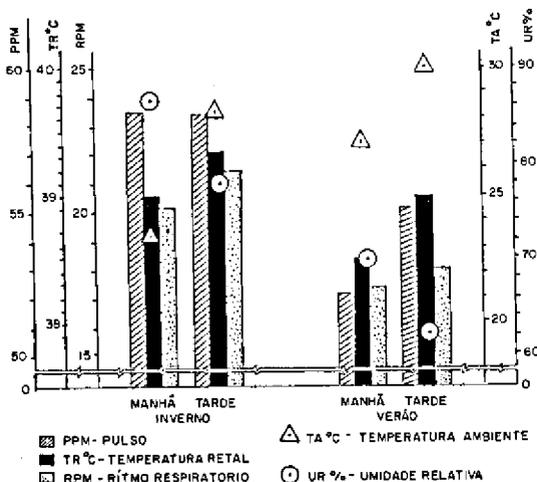


FIG. 3. Médias de temperatura retal, ritmo respiratório, ritmo de pulso alcançadas pelo grupo 3/4 Sindi 1/4 Jersey nas duas estações do ano de manhã (09:00-10:00 hs) e à tarde (14:00-15:00 hs).

Considerando que

- A = grupo 5/8 Jersey 3/8 Sindi,
- B = " 3/4 Sindi 1/4 Jersey e
- C = " Sindi puro,

calculamos por intermédio da fórmula acima as seguintes distâncias:

$D^2_{(A, C)} = 34,830$ = distância generalizada entre 5/8 Jersey-Sindi e Sindi puro,

$D^2_{(A, B)} = 24,354$ = distância generalizada entre 5/8 Jersey-Sindi e 3/4 Sindi-Jersey, e

$D^2_{(B, C)} = 10,721$ = distância generalizada entre 3/4 Sindi-Jersey e Sindi puro.

Estes achados são ilustrados pela Fig. 5, onde fica bem evidente que, quanto à reação ao stress térmico, os 3/4 Sindi-Jersey estão bem mais próximos dos Sindi puros.

DISCUSSÃO

Temperatura retal

A análise de variância demonstrou uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre os três grupos de animais quanto à temperatura retal, durante o "inverno". A média mais elevada, como esperávamos, foi apresentada pelos lotes 5/8 Jersey-Sindi e 3/4 Sindi-Jersey (respectivamente 39,22 e 39,15°C) e a mais baixa pelos Sindi (38,97°C). No entanto, durante o verão, não houve entre os três grupos diferenças significativas. Note-se que o coeficiente de variação foi baixo em ambos os casos. Como a variação da temperatura do ar foi pouco evidente entre as estações, a maior parte da diferença entre elas pode ser atribuída à variação da umidade relativa, esta sim, muito visível, apresentando no máximo até 86% no verão e um nível médio ao redor de 100% no inverno. É muito possível que os três grupos de animais em questão reajam de maneira diversa sob elevadas percentagens de umidade do ar, parecendo que o zebu (Sindi) sofre uma certa influência da umidade.

A ação da umidade do ar sobre a termo-regulação em bovinos tem sido demonstrada por vários autores (Chquiloff 1964, Ishii 1964, Johnson et al. 1959,

QUADRO 4. Análise de variância do ritmo respiratório

Fonte de variação	Inverno	Verão
Grupos	10,87**	1,93
Períodos do dia	3,63	6,19*
Grupos x períodos	0,19	0,70
Coefficiente de variação	11,5%	11,9%

* 0,01 < P < 0,05
 ** P < 0,01

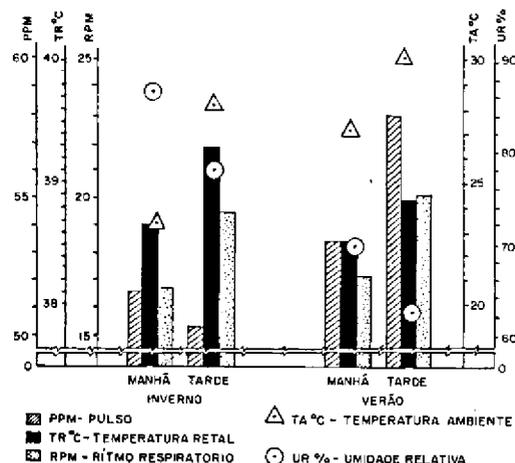


FIG. 4. Médias de temperatura retal, frequência respiratória e ritmo de pulso alcançadas pelos Sindi puros nas duas estações do ano de manhã (09:00-10:00 hs) e à tarde (14:00-15:00 hs).

QUADRO 5. Análise de variância do ritmo de pulso

Fonte de variação	Inverno	Verão
Grupos	2,92	2,08
Períodos do dia	0,00	12,33**
Grupos X períodos	0,28	0,21
Coefficiente de variação	11,9%	5,1%

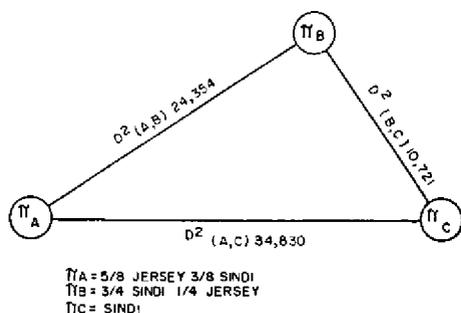
** $P < 0,01$ 

FIG. 5. Ilustração das distâncias generalizadas entre os grupos 5/8 Jersey 3/8 Sindi 3/4 Sindi 1/4 Jersey e Sindi puro, relativamente à reação ao calor, medida pela temperatura retal, ritmo de pulso e frequência respiratória.

Kibier & Brody 1959, Mullick 1960, Quazi & Shrode 1954, Ragsdale *et al.* 1953, Rhoad 1936, Robinsom & Kiem 1953, Veiga *et al.* 1963 e outros), não havendo muita concordância sobre o fato de altas percentagens de umidade influenciarem mais os animais de sangue europeu que os zebus. Arriliaga *et al.* (1952), por exemplo, observaram que o zebu era mais sensível a uma alta percentagem de umidade que os Jersey e outras raças européias. Mas a maioria dos autores concorda em que, sob temperaturas ambientes elevadas, a umidade exerce efeito importante na termo-regulação e que este efeito é tanto mais acentuado quanto maior a umidade. Mullick (1960) diz que uma alta percentagem de umidade faria baixar a temperatura retal (?); nós obtivemos uma correlação positiva e significativa (0,491, $P < 0,05$) entre temperatura retal e umidade relativa.

QUADRO 6. Correlações entre as variáveis fisiológicas e as ambientais

	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)
Temperatura retal (°C)	0,174	0,491*
Frequência respiratória/min.	0,118	0,532*
Pulsações/min.	0,039	-0,210

* $0,01 < P < 0,05$

Durante ambas as estações, a variação da temperatura retal atribuível ao período do dia foi muito significativa ($P < 0,01$); o lote Sindi apresentou a este respeito a diferença mais marcante durante o "inverno" e a menos evidente durante o "verão". Os 5/8 Jersey-Sindi apresentaram uma variabilidade intermediária a este respeito e constante em ambas as estações. Os Sindi, portanto, foram os que menos mudaram sua temperatura retal entre a manhã e a tarde, no "verão" e os que mais a modificaram no "inverno". Isto poderia ser interpretado como uma confirmação do fato de os zebus serem mais sensíveis às altas percentagens de umidade do ar, já que, como vimos, o "inverno" apresenta uma umidade relativa em níveis de saturação, perturbando assim o mecanismo termo-regulador dos animais. As médias de temperatura retal foram mais elevadas para os 5/8 Jersey-Sindi, mas é sabido que os zebus, tendo um metabolismo mais baixo, tendem a apresentar uma temperatura retal média algo inferior à dos animais de sangue europeu predominante. Além disso, a temperatura do ar durante todo o ano é relativamente alta e praticamente constante, podendo tal fato contribuir para uma média de temperatura retal constantemente elevada, quando se trata de animais com alta proporção de sangue europeu.

Finalmente, a função discriminante calculada deu o valor mais baixo à temperatura retal como poder discriminante entre os dois grupos extremos, Sindi e 5/8 Jersey-Sindi. Como poderia isso ser interpretado? Partindo do ponto de vista de que somente houve significância para a diferença entre grupos quanto à temperatura retal no "inverno", poderíamos sugerir que os três grupos foram capazes de manter níveis aproximados de temperatura corporal, embora com graus diferentes de esforço.

Frequência respiratória

O ritmo respiratório médio foi mais elevado no "inverno" para os lotes 5/8 Jersey-Sindi e 3/4 Sindi-Jersey, ao passo que os zebus não diferiram, praticamente, entre as duas estações; aliás, os Sindi apresentaram a média respiratória mais baixa, entre os grupos.

Verificamos aqui um fato interessante: também no caso da respiração, somente no "inverno" houve significância para a diferença entre grupos ($P < 0,01$), tal e qual no caso da temperatura retal. As diferenças apresentadas pelos três lotes em relação ao período do dia somente foram significativas no "verão" ($P < 0,05$); entretanto, não houve esta diferença no caso dos 3/4 Sindi-Jersey.

Alguns autores têm aventado a hipótese de que a evaporação, principalmente a pulmonar, seja o mecanismo primário de termólise (Johnson *et al.* 1959, Kibier & Brody 1956, Lee 1959) e ligam este mecanismo ora à frequência respiratória, ora ao volume

respiratório; outros autores ainda, como Ishii (1964), atribuem pouca importância à respiração como resposta ao *stress*. De acordo com McDowell *et al.* (1953), o volume respiratório de vacas Jersey é maior que o das mestiças e o destas do que o das Sindi, considerando-se que o volume é um melhor índice da atividade respiratória que o ritmo. De qualquer modo, como Chquiloff (1964), também verificamos que animais de sangue europeu apresentaram maior frequência respiratória média que os zebus e que nestes últimos a variação da respiração com a temperatura do ar foi menor, embora a temperatura ambiente tenha sido pouco variável.

Quanto ao fato de que a evaporação seja o principal mecanismo de termólise, nossos resultados podem dar uma confirmação. A função discriminante indicou que o ritmo respiratório foi a variável mais importante na discriminação entre Sindi e 5/8 Jersey-Sindi; por outro lado, justamente no "inverno" úmido é que a temperatura retal foi mais elevada, em todos os lotes (lembrar aqui que quase não houve diferença entre as duas estações em relação à temperatura do ar), coincidindo com o pressuposto de que o ambiente úmido dificultaria a evaporação. Obtivemos uma correlação positiva e significativa (0,532, $P < 0,05$) entre ritmo respiratório e umidade do ar, embora outros autores (Arriliaga *et al.* 1952, Chquiloff 1964, Johnson *et al.* 1959) a tenham considerado como não-significativa. Esta diferença de resultados, parece-nos, pode ser atribuída à diferença de ambientes ecológicos.

Tudo parece indicar uma forte influência da umidade do ar sobre o ritmo respiratório, pelo menos na região amazônica, sendo a resposta no sentido de um aumento do ritmo mais evidente nos animais de sangue europeu. É possível que nos zebus a evaporação pulmonar seja eficientemente completada pela evaporação cutânea, uma vez que sua área de pele é bem maior que a das raças européias e possuidora de maior número de glândulas sudoríparas ativas por unidade de superfície.

Ritmo de pulso

É muito difícil tirar uma conclusão válida a respeito da importância do ritmo de pulso para a verificação do grau de tolerância ao calor. Esta variável está demasiado sujeita a grande número de outros fatores, como a idade, a individualidade, o temperamento, o fato de o animal estar ou não excitado, etc. Apesar de termos tido todo o cuidado de proceder rotineira e atentamente na tomada de dados, foi impossível evitar excitações provenientes de sustos, pancadas ou brigas entre o pasto e o estábulo, fatos que prejudicaram bastante a avaliação do quanto a variação do pulso se deveu a estas influências e quanto

à reação ao calor. Parece-nos que a individualidade influi muito; no trato constante com os animais aprendemos a conhecê-los individualmente, distinguindo entre os "nervosos" e os "calmos", cujos caracteres nunca mudavam em sua essência e que não predominavam especificamente em nenhum dos grupos raciais; os animais tidos como "mansos", menos excitáveis, apresentavam em geral ritmo de pulso mais baixo, mas quando excitados, o pulso subia muito. Enfim, um quadro bastante confuso.

Assim mesmo, verificamos que os 5/8 Jersey-Sindi foram os que apresentaram frequência de pulso mais elevada, em média, não diferindo entre as estações. Os 3/4 Sindi-Jersey demonstraram pulso mais elevado no inverno e mais baixo no verão, ao passo que os Sindi, apresentaram pulso mais elevado no verão.

Todos os lotes reagiram de modo diverso entre si, porém não demonstrável estatisticamente.

Não ficou demonstrada a relação da frequência de pulso com a temperatura do ar e a umidade relativa, em vista dos coeficientes de correlação não significantes obtidos. Vários outros autores (Arriliaga *et al.* 1952, Kibier & Brody 1953, Robinson & Klen 1953, Williams *et al.* 1960) também não verificaram influências significativas de variáveis ambientais sobre a pulsação. Outros (Chquiloff 1964, Kibier & Brody 1956, McDowell 1959) observaram uma correlação positiva entre a temperatura do ar e o pulso e talvez haja alguma relação entre estes resultados e o fato de havermos observado um aumento significativo ($P < 0,01$) entre a manhã e a tarde, no "verão", considerando que à tarde a temperatura foi sempre bem mais elevada que pela manhã; por que então não houve significância na correlação temperatura-do-pulso? Possivelmente esta discrepância foi causada por erros de amostragem.

CONCLUSÕES

O elevado teor de umidade do ar na Amazônia, principalmente durante a estação das águas, exerce um efeito depressivo sobre a termo-regulação dos bovinos; sob uma temperatura ambiente pouco variável ao longo do ano, a umidade do ar pode ser considerada como o fator mais importante na variação da temperatura retal.

A resposta ao *stress* térmico, sob elevadas percentagens de umidade do ar, manifesta-se através de uma maior frequência respiratória, nos animais de sangue europeu, ao passo que os zebus puros se utilizam menos deste mecanismo, o que indica que possuem outros importantes meios de termo-regulação.

Os Sindi e 3/4 Sindi-Jersey foram os que apresentaram melhor performance quanto à termo-regulação

nas condições vigentes durante o experimento. Entretanto, os Sindi parecem sofrer em certo grau o efeito da elevada umidade do ar.

Os grupos 3/4 Sindi-Jersey e Sindi estão bem mais próximos entre si quanto à resposta ao stress térmico, do que em relação ao grupo 5/8 Jersey-Sindi.

AGRADECIMENTOS

Queremos deixar expresso nosso agradecimento ao Sr. Raimundo Vasconcelos, da Fazenda "Senador Álvaro Adolfo", pelo auxílio na coleta de dados; à Dr.^a Dirce Pinto Paeca de Souza Brito, do Departamento de Estatística da Escola de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela orientação na análise estatística inicial; ao Prof. Roberto Meirelles de Miranda, da Equipe de Zootecnia do Escritório de Pesquisas e Experimentação do Ministério da Agricultura, pelas valiosas sugestões e pelo estímulo e interesse manifestados no decorrer do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Arrilaga, C. G., Hennig, W.L. & Miller, R.C. 1952. The effects of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. *J. Anim. Sci.* 11(1):50-59.
- Chquiloff, M.A.G. 1964. Estudo comparativo da tolerância do novilhas das raças Gir, Schwyz, Jersey, Guernsey e Holandesa PB às condições climáticas de Pedro Leopoldo, Minas Gerais. Tese, Esc. Vet., Univ. Fed. Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Goulden, C.H. 1956. *Methods of statistical analysis*. 2nd ed. J. Wiley, New York. 467 p.
- Ishii, S. 1964. Study of the variation of body temperature, pulse rate and respiration rate of Holstein cows in warm environments. *Bull. Kyushu Agric. Exp. Sta.* 9:399-491.
- Johnson, J.E., McDowell, R.F., Shrode, R.R. & Legates, J.E. 1959. Summer climate and its effect on dairy cattle in the southern region. *Southern Cooperative Series Bull.* n.º 3.
- Kibier, H.H. & Brody, S. 1953. Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals. XII. Influence of humidity on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brahman and Brown Swiss cattle. *Mo. agric. Sta. Res. Bull.* 522.
- Kibier, H.H. & Brody, S. 1956. Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals. XXXVIII. Influence of diurnal temperature cycles on heat production and cardio-respiratory activities in Holstein and Jersey cows. *Mo. agric. Sta. Res. Bull.* 601.
- Lee, D.H.K. 1959. The status of animal climatology. *Anim. Breed. Abstr.* 27(1).
- McDowell, R.E., Lee, D.H.K., Fohrman, M.H. & Anderson, R.S. 1953. Respiratory activity as an index of heat tolerance in Jersey and Sindi x Jersey (F₁) cross-bred cows. *J. Anim. Sci.* 12(3):572-581.
- McDowell, R.E. 1959. Adaptability and performance of cattle under the climatic conditions existing in the Southern United States. *Proc. XV Int. Dairy Congr.* 1:333-340.
- Mullick, D.N. 1960. Effect of humidity and exposure to sun on the pulse rate, respiration rate, rectal temperature and haemoglobin level in different breeds of cattle and buffalo. *J. agric. Sci., Camb.*, 54(3):391.
- Quazi, F.R. & Shrode, R.R. 1954. Variation in rectal temperature, pulse rate and respiration rate of cattle as related to variation in four environmental variables. *Proc. Am. Soc. Anim. Prod. (Resumo em J. Anim. Sci. 13(4): 1023-1029)*
- Ragsdale, A.C., Thompson, H.J., Worstell, D.M. & Brody, S. 1953. Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals. XXI. The effect of humidity on milk production and composition, feed and water consumption, and body weight of cattle. *Mo. agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 521.
- Rao, C.R. 1952. *Advanced statistical analysis methods in biometric research*. J. Wiley, New York. 390 p.
- Rhoad, A.O. 1936. The dairy cow in the tropics. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 1935:212.
- Robinson, K. & Klen, G.H. 1953. A study of heat tolerance of grade Australian Illawarra Shorthorn cows in early lactation. *Aust. J. agric. Res.* 4:224-234.
- Shrode, R.R., Quazi, F.R., Rupel, I.W. & Leighton, R.E. 1960. Variation in rectal temperature, respiration rate pulse rate of cattle related to variation in four environmental variables. *J. Dairy Sci.* 43(9):1235-1244.
- Veiga, J.S., Ghion, E. & Aggio, C.A.C. 1963. Aspectos fisiológicos associados com a adaptação dos bovinos nas regiões tropicais e subtropicais. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M. Gerais* 15:167-204. (Separata)
- Veiga, J.S., Barnabé, R.C., Ghion, E. & Aggio, C.A.C. 1964. Aspectos fisiológicos associados com a adaptação dos bovinos nas regiões tropicais e subtropicais. II. Espessura do pelame de revestimento do corpo, peso dos pêlos e suas relações com a tolerância ao calor. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M. Gerais* 16:113-137. (Separata)
- Williams J.C., Shrode, R.R., Leighton, R.E. & Rupel, I.N. 1960. A study on the influence of solar radiation on physiological responses of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 43(9): 1245-1254.
- Wisniewski, A. & Libonatti, V.F. 1967. Alguns aspectos de alimentação na Amazônia. Tese, Reunião de Elaboração da Carta de Produção e Abastecimento do País. Belém, Pará.
- Wright, N.S. 1954. The ecology of domestic animals. In Hammond, J. (ed.), *Progress in the physiology of farm animals*. Butherworths, London.

COMPARISONS OF THE HEAT TOLERANCE OF SINDI AND JERSEY CATTLE AND SINDI JERSEY CROSSES IN THE HOT AMAZON REGION. I. THE SINDI, 3/4 SINDI 1/4 JERSEY AND 3/8 SINDI 5/8 JERSEY

Abstract

A comparison between pure Sindi, 5/8 Jersey 3/8 Sindi, and 3/4 Sindi 1/4 Jersey steers and heifers was made under the very hot, moist Amazonian environment. The influence of diurnal change (morning and evening), air temperature and air moisture for the two seasons, which are: rainy ("winter") and dry season ("summer") were studied. Rectal temperature, respiration rate, and pulse rate were used as indicators of heat tolerance. It was concluded that the pure Sindi and 3/4 Sindi-Jersey had the best heat regulation. However the pure Sindi had difficulty in maintaining its thermo-regulation under conditions of high moisture and high heat. In 3/4 Sindi-Jersey and 5/8 Jersey-Sindi groups increased respiration rate was the main response to heat stress.