

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**VARIAÇÃO GENÉTICA ASSOCIADA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE  
TÉRMICO PARA O CRESCIMENTO DO NASCIMENTO À DESMAMA  
DE BOVINOS DE CORTE COMPOSTOS**

**BACHAREL EM ZOOTECNIA**

**Matheus Gomes Rodrigues Cardoso**

**Rondonópolis, MT – 2022**

**VARIAÇÃO GENÉTICA ASSOCIADA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE  
TÉRMICO PARA O CRESCIMENTO DO NASCIMENTO À DESMAMA  
DE BOVINOS DE CORTE COMPOSTOS**

**por**

**Matheus Gomes Rodrigues Cardoso**

**Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de  
Rondonópolis, apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de  
Bacharel em Zootecnia**

**Orientadora: Prof. Dra. Annaiza Braga Bignardi**

**Co-orientador: Prof. Dr. Mário Luiz Santana Júnior**

**Rondonópolis, MT – Brasil**

**2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

G633v Gomes Rodrigues Cardoso, Matheus.

VARIAÇÃO GENÉTICA ASSOCIADA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE TÉRMICO PARA O CRESCIMENTO DO NASCIMENTO À DESMAMA DE BOVINOS DE CORTE COMPOSTOS / Matheus Gomes Rodrigues Cardoso. -- 2022 24 f.: il. color.; 30 cm.

Orientadora: Annaiza Braga Bignardi.

Coorientador: Mário Luiz Santana Júnior.

TCC (graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Rondonópolis, 2022.

Inclui bibliografia.

1. estresse térmico. 2. bovinos compostos. 3. herdabilidade. 4. interação genótipo ambiente. 5. valor genético. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

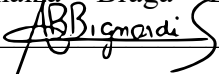
Aluno: Matheus Gomes Rodrigues Cardoso


Título do TC: Variação genética associada a tolerância ao estresse térmico para o crescimento do nascimento à desmama de bovinos de corte compostos


Trabalho de curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Rondonópolis, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em:01/02/2022.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Annaiza Braga Bignardi (Orientadora) Instituição: ICAT/CUR/UFR  
Assinatura: 

Prof. Dr(a). Mário Luiz Santana Júnior (Membro) Instituição: ICAT/CUR/UFR  
Assinatura: 

Prof. Dr(a). Deise Mescua Zuim (Membro) Instituição: ICAT/CUR/UFR  
Assinatura: 

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade e por ter me concedido saúde, paz interior e muita força para não desistir nos dias difíceis em que os obstáculos da vida pareciam muito maior que minha força de vontade em cursar a graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Quero agradecer a minha família que foi minha base durante toda essa fase, com ênfase no meu pai José Sabino Gomes Rodrigues Filho, minha mãe Joelma Cardoso de Miranda Rodrigues e meu Irmão Gregory Gomes Rodrigues Cardoso.

Quero agradecer a minha namorada Eduarda Caroline Kichel Cuff, em que em dias de muita solidão eu pude contar com sua presença, pude contar com sua paciência e compreensão.

Quero agradecer aos meus 2 melhores amigos, em primeiro lugar Bruno Fernandes Rabuske pelos 10 anos de amizade, que durante esse tempo me deu diversos conselhos onde através deles obtive os melhores resultados em minhas escolhas no dia-a-dia. Ao Luiz Carlos quero agradecer os 5 anos de amizade, obrigado por ter me salvado e estar sempre disponível todas as vezes em que precisei de você.

Quero agradecer ao doutor e pesquisador Carlos Eduardo Avelino Cabral por ter insistido em mim na área acadêmica, pela motivação e os puxões de orelhas, através de suas ações eu pude crescer de uma forma espetacular profissionalmente e pessoalmente em minha vida, agradeço também a equipe do Gepasto com em especial, Patricia Rodrigues, Ana Claudia, Eduarda Cuff, Luis Carlos e Thiago Braun, vocês contribuíram muito com meu amadurecimento.

Quero agradecer a minha orientadora doutora Annaiza Bignardi Santana por me oferecer todo o suporte acadêmico, pela paciência e principalmente pela eficiência nos tira dúvidas, onde algumas vezes de madrugada respondia minhas mensagens e áudio compridos. Quero agradecer meu coorientador doutor Mário Santana Junior, pelo convite para entrar no Grupo de Melhoramento Genético do Mato Grosso (GMAT). Obrigado a vocês dois Annaiza Bignardi e Mário Santana por pegarem firme comigo nessa reta final e por me incentivarem a fazer o mestrado.

Quero agradecer aos meus avós, Thiago, Noeni, José Sabino e Vanda por fazerem parte de toda minha educação. Obrigado Lenon Campos por me mostrar que nunca se deve deixar de ganhar dinheiro amanhã se você pode ganhar hoje a oportunidade pode não ser a mesma. Obrigado meu querido Deus em que meio a pandemia me deu muita saúde e foco para estudar e trabalhar e conseguir realizar minhas conquistas.

## RESUMO

CARDOSO, M. G. R. **Variação genética associada a tolerância ao estresse térmico para o crescimento do nascimento à desmama de bovinos de corte compostos 2021**. 24 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis-MT, 2022.

Vacas em estresse térmico durante a gestação, apresentaram redução no crescimento fetal, placentário e diminuição da concentração de hormônios placentários na corrente sanguínea. Em vista disso, há redução do fluxo de nutrientes para as cisternas da glândula mamária impactando na produção de leite no período pós-natal, deixando os recém-nascidos malnutridos, com menor ganho de peso, sendo desmamados mais leves e tardiamente. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o impacto do estresse térmico no final da gestação e identificar a variação genética associada a tolerância ao estresse térmico para o ganho de peso do nascimento à desmama (GP) de bovinos de corte compostos. Foram utilizados no presente estudo 141.496 registros de GP de animais nascidos entre 1996 e 2019 em 41 fazendas situadas em estados da região norte, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. O descritor ambiental adotado neste estudo foi o índice de temperatura e umidade (ITU). As informações climáticas foram obtidas de estações climáticas brasileiras oficiais. O ITU médio foi calculado sobre o período de 40 dias antes do nascimento de cada animal (ITUg). Conforme aumentou os valores do ITUg, houve redução do ganho de peso. Com base na equação de regressão, bezerros sujeitos a ITUg médio de 81 durante os últimos 40 dias de gestação deixem de ganhar até 24,02 kg em comparação de animais em ITUg = 53. Os componentes de (co)variância foram estimados utilizando um modelo de norma de reação e assumindo variância residual heterogênea. As estimativas de herdabilidade direta e materna variaram consideravelmente ao longo a escala de valores de ITUg's. Houve tendência de redução das referidas estimativas para maiores valores de ITUg. Neste sentido, é esperado que a resposta à seleção seja diferente dependendo do nível de estresse térmico durante o período final da gestação. Para as estimativas de valores genéticos dos touros, foi verificada importante dispersão das normas de reação ao longo da escala dos ITUg's. Esses valores indicam que, em geral, os genótipos de bovinos compostos são muito sensíveis às alterações de ITUg. Portanto, é esperada substancial reclassificação de valores genéticos diretos e maternos dependendo dos valores de ITUg. Nesse sentido, o estresse térmico durante o final da gestação é uma importante fonte de interação genótipo ambiente para a população de bovinos de corte compostos estudada aqui e deveria ser considerado durante o processo seletivo dos animais.

## ABSTRACT

Cows under heat stress during pregnancy showed a reduction in fetal and placental growth and a decrease in the concentration of placental hormones in the blood. In view of this, there is a reduction in the flow of nutrients to the cisterns of the mammary gland, impacting milk production in the postnatal period, leaving newborns malnourished, with less weight gain, being weaned lighter and later. In this context, the objective of the present study was to evaluate the impact of heat stress at the end of gestation and to identify the genetic variation associated with heat stress tolerance for weight gain between the birth and weaning (WG) of composite beef cattle. In the present study, 141,496 WG records of animals born between 1996 and 2019 were used in 41 farms located in states in the North, Midwest, Southeast and South of Brazil. The environmental descriptor adopted in this study was the temperature and humidity index (THI). Climatic information was obtained from official Brazilian weather stations. As the THIg values increased, there was a reduction in weight gain. Based on the regression equation, calves subject to an average THIg of 81 during the last 40 days of gestation fail to gain up to 24.02 kg compared to animals at THIg = 53. The mean THI was calculated over the period of 40 days before the birth of each animal (THIg). The (co)variance components were estimated program using a reaction norm model and assuming heterogeneous residual variance. Estimates of direct and maternal heritability varied considerably along the range of values of the THIg. There was a tendency to reduce these estimates for higher values of THIg. In this sense, it is expected that the response to selection will be different depending on the level of heat stress suffered during the final period of gestation. For the estimates of breeding values of bulls, an important dispersion of reaction norms was verified along the scale of the THIg 's. These values indicate that, in general, composite cattle genotypes are very sensitive to changes in THIg. Therefore, substantial re-ranking of direct and maternal breeding values depending on the THIg values are expected. In this sense, heat stress during late pregnancy is an important source of genotype by environment interaction for the composite beef cattle population studied here and should be considered during the selection process.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>



## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Estatísticas descritivas dos dados.....	19
--	----

## INTRODUÇÃO

Há necessidade de compreender o nível de influência do ambiente no desempenho de bovinos. É inegável que raças zebuínas (*Bos taurus indicus*) têm maior resistência ao estresse calórico, enquanto as raças europeias (*Bos taurus taurus*) sofrem mais com o calor e menos com o estresse pelo frio. A identificação de animais com genes mais robustos as variações edafoclimáticas, pode resultar em animais menos frágeis e com capacidade de aclimação gradual sob estresse térmico, minimizando os efeitos sob as características de desempenho (KADZERE et al., 2002).

Dentre os efeitos mais comuns relacionados ao estresse térmico em bovinos, destacam-se aqueles sobre a transferência da imunidade passiva pós-nascimento do bezerro, declínio na taxa de crescimento, menor ingestão de matéria seca, perda da libido, aborto, intervalo de partos mais longos, problemas com partos distócicos, menor ganho de peso e idade ao primeiro parto tardia (ROCHA et al., 2012). Assim, verifica-se que o estresse térmico tem efeito direto nos três processos vitais dos animais, a manutenção, a reprodução e a produção.

O estresse térmico tem sido reportado como um fator interferente no desempenho das vacas e bezerros durante o período gestacional. Segundo Tao et al. (2012), no terço final da gestação, o estresse térmico além de afetar desenvolvimento do feto, afeta também o crescimento e desenvolvimento pós-natal do bezerro. Ealy et al. (1993), observaram que a fase inicial do embrião sob condições de estresse calórico é o período de maior morte embrionária. Segundo Ferro et al. (2011) a elevação de 0,5°C acima da média corpórea de bovinos, pode reduzir a taxa de concepção em 12,8%, devido o desvio do suprimento sanguíneo que é direcionado para periferia e a desregulação na sintetização de algumas proteínas para o embrião logo no início da fase embrionária no útero. Efeitos de estresse calórico contínuo também foram observados por Monteiro et al. (2016), vacas que tiveram temperaturas extremas seguidamente nas últimas 6 semanas de gestação, pariram bezerros mais leves e que apresentaram menor ganho de peso, impactando principalmente na idade ao primeiro parto desses animais.

Costa et al. (2016) relataram que vacas em estresse térmico durante a gestação apresentaram redução no crescimento fetal, placentário e diminuição da concentração de hormônios importantes na manutenção da gestação na corrente sanguínea. Em vista disso, segundo Tao et al. (2018) há uma redução do fluxo de nutrientes para as cisternas da glândula mamária impactando na produção de leite no período pós-natal, deixando os recém-nascidos malnutridos, com menor ganho de peso, sendo desmamados mais leves e tardiamente. Os

mesmos autores relataram ainda que novilhas provenientes de mães que sofreram estresse térmico durante o período final da gestação apresentaram menor produção de leite.

Para minimizar os efeitos do estresse térmico na bovinocultura de corte, deve-se conhecer os limites de tolerância de cada raça e categoria animal, pois é um ponto crucial que impacta diretamente nos resultados do sistema de produção. Todos os animais possuem uma zona de termoneutralidade, onde nessa faixa eles encontram-se no estado de conforto térmico. Esse estado se caracteriza por não serem necessários ajustes comportamentais nem fisiológicos às variações ambientais. Desta forma, quando os mecanismos termoregulatórios deixam de ser eficientes em decorrência de temperatura e umidade extremas, ocorre um desajuste fisiológico com elevado gasto de energia a favor da manutenção da homeostase, influenciando negativamente o crescimento e desenvolvimento (BACCARI JUNIOR, 1998). Nesse cenário, com a finalidade de mensurar o conforto térmico dos animais, foram criados diversos índices, onde o índice de temperatura e umidade (ITU) se qualifica como indicador de (des)conforto térmico por relacionar valores de temperatura e umidade do ar ao bem-estar animal.

Existem várias maneiras de se abordar e detectar a interação genótipo x ambiente. Dentre as abordagens mais utilizadas, as normas de reação têm se destacado por possibilitarem a visualização da trajetória do desempenho animal em função do ambiente, descrevendo assim a sensibilidade ambiental (KIRKPATRICK e HECKMAN, 1989). Assim, no gradiente ambiental, as normas de reação podem indicar onde ocorre e qual a magnitude da interação genótipo x ambiente. A norma de reação pode ser obtida por meio de regressão aleatória sobre uma variável descritora do ambiente. Uma das variáveis descritoras do ambiente comumente utilizadas é o índice de temperatura e umidade (ITU), o qual pode ser útil para identificar animais mais tolerantes ao estresse térmico (RAVAGNOLO E MISZTAL, 2002; BOHMANOVA et al., 2007; AGUILAR et al., 2009). A inclusão do ITU em um modelo de avaliação genética de características de crescimento de bovinos de corte possibilita a avaliação de efeitos colaterais do estresse térmico. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o impacto do estresse térmico no final da gestação e identificar a variação genética associada a tolerância ao estresse térmico para o ganho de peso do nascimento à desmama de bovinos de corte compostos.

## REVISÃO DA LITERATURA

O estresse térmico em bovinos, inicia-se quando o animal percebe variações ambientais e começa a desenvolver medidas comportamentais ou fisiológicas no seu corpo para se ajustar as mudanças externas. Quando essas mudanças deixam de ser eficientes, o animal deixa sua zona de termoneutralidade e começa o quadro de estresse térmico. A homeostasia é consequência da termogênese e a termólise, auxiliadas pelas alterações metabólicas, comportamentais e fisiológicas (MEIRELES, 2005). Em bovinos, a termogênese ocorre também pela digestão de alimentos volumosos, logo, animais em quadros de estresse calórico tendem a diminuir a ingestão de volumoso em relação a alimentos concentrados (GUIMARÃES et al., 2001).

As mudanças comportamentais são estratégias primárias para se adequar ao fator estressor, não sendo eficientes começam as mudanças fisiológicas para manter a homeostase. Baccari Junior (1998), relata que os processos fisiológicos direcionados para a homeostase, demanda enorme quantidade de energia, podendo posteriormente inviabilizar outros processos como a produção de leite, visto que, durante o período de lactação a homeostase é toda a favor da glândula mamária. Como aporte na produção de leite, a glândula tireoide tem grande influência na termogênese e regulação da taxa metabólica (MORAIS, 2008), altas temperaturas contribuem para o mal funcionamento das funções da glândula tireoidiana, reduzindo a ingestão de alimento, síntese e excreção do leite e o desempenho reprodutivo e produtivo dos animais.

Tem-se verificado, efeitos do estresse térmico tanto nas vacas como também nos bezerros, Dubois e Williams (1980) relataram que 19 das 79 vacas que pariram durante o verão tiveram problemas com retenção de placenta e desenvolveram metrite pós-parto, quadro causado pelas mudanças neuroendócrinas pelo estresse calórico, essas alterações podem contribuir para a redução no período gestacional. Esses distúrbios reprodutivos, trazem enormes prejuízos para criação de bovinos, atrasando o retorno da atividade ovariana, intervalo de partos mais longos e o período de permanência desse animal no rebanho é menor. Costa et al. (2016) observaram que em fêmeas primíparas que sofreram estresse calórico durante a gestação, houve redução na síntese de hormônios circulantes importantes para manutenção da gestação, menor crescimento placentário, diminuição do peso da placenta, do desenvolvimento, na nutrição fetal e menor ingestão de alimento. Além disso, os bezerros dessas fêmeas tiveram o crescimento fetal prejudicado, com menor peso ao nascer e redução no ganho de peso do nascimento até a desmama (DRENNAN, 1979). Bertipaglia (2007) ao avaliar os efeitos das características do

pelame e da taxa de sudção sobre o desempenho reprodutivo de vacas da raça Braford, observou que mudanas no peso, crescimento e perfil hormonal da placenta, teve impacto direto na relao placenta-feto, e que essas anomalias interferem no desenvolvimento da fase pr-natal e nas fases subsequentes do perodo gestacional. Tao et al. (2012) observaram interferncia no fluxo de nutrientes para as cisternas da glndula mamaria e reduo na produo de leite de vacas que sofreram estresse trmico no tero final da gestao. Almeida et al. (2019), observaram uma menor produo de leite at a segunda lactao das netas das vacas que tiveram o mal desenvolvimento da glndula mamaria sob efeito do estresse trmico no tero final da gestao, deixando os recm-nascidos malnutridos, com menor ganho de peso do nascimento a desmama. No perodo ps-natal, o desenvolvimento do bezerro pode ser afetado pela baixa ingestao de colostro que reflete na passagem direta de anticorpos, por, alm da quantidade adequada de colostro a ser ingerida (STOOTT et al., 1976), as condies climticas so fatores determinantes para a absoro das imunoglobulinas (FEITOSA, 1999). Nota-se que essas mudanas no metabolismo dos bovinos, podem reduzir a eficincia do sistema imunolgico contra diversos patgenos, visto que, bovinos so criados solto a pasto e so susceptveis a variaes climticas, a ecto e endoparasitas.

A expresso dos genotipos pode ser modificada conforme a variao do ambiente, nesse sentido os modelos de normas de reao podem descrever a interao genotipo x ambiente (KOLMODIN et al., 2002; SU et al., 2006). As normas de reao permitem distinguir aqueles genotipos que so mais sensveis ou no as alteraes ambientais. Animais com maior sensibilidade de seus valores genticos so denominados indivduos plsticos, indivduos de menor plasticidade so chamados de indivduos robustos (DE JONG & BIJMA, 2002). Portanto, os modelos de norma de reao proporcionam diversas informaes que auxiliam na tomada de decises para escolher animais com os melhores valores genticos para cada ambiente. A avaliao da sensibilidade ambiental , relevante e deve ser inserida nas avaliaes genticas, pois o desempenho de um indivduo pode ser varivel em ambientes diferentes.

## **METODOLOGIA**

Foram utilizados no presente estudo 141.496 registros de ganho de peso (GP) entre o nascimento e a desmama de bovinos compostos nascidos entre 1996 e 2019 em 41 fazendas nos estados da regio norte, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil (Tabela 1). Todos os bezerros nasceram entre agosto e novembro e foram desmamados por volta dos sete meses de idade. Em

geral, os animais foram mantidos em pastos de *Brachiaria brizantha* recebendo suplementos minerais e algumas também forneceram suplementos proteicos. Os registros de GP passaram por controle de qualidade em que foram eliminadas observações que estiveram acima ou abaixo de 3,5 desvios-padrão da média do respectivo grupo de contemporâneos (GC), observações oriundas de GC com menos de 10 animais e aquelas obtidas de filhos de reprodutores múltiplos. O descritor ambiental adotado neste estudo foi o índice de temperatura e umidade (ITU) conforme NRC (1971):  $ITU = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times UR) \times (1,8 \times T - 26)$ . As informações climáticas foram obtidas de 19 estações climáticas brasileiras oficiais da (INMET/BDMEP) com média de 84,84 km de distância das fazendas (Tabela 1). O ITU médio foi calculado sobre o período de 40 dias antes do nascimento de cada animal (ITUg).

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos dados.

Item	Estatísticas
Animais no pedigree, n	319.153
Animais com fenótipos, n	141.496
Touros com fenótipos de progênie, n	1.393
Vacas com fenótipos de progênie, n	79.648
Número médio de progênies com fenótipo por touro	101,57
Número médio de progênies com fenótipo por vaca	1,77
Média da característica (desvio padrão)	162,43(31,08)
Grupo de contemporâneos (GC), n	2.621
Número médio de animais por GC	53,98
Estados, n	7
Municípios, n	31
ITUg médio em agosto	67,07
ITUg médio em setembro	69,63
ITUg médio em outubro	72,19
ITUg médio em novembro	75,12

ITUg = Índice de temperatura e umidade calculado como a média sobre os últimos 40 dias de gestação.

Um modelo de norma de reação foi aplicado aos dados considerando os efeitos genéticos aditivos direto e materno (regredidos sobre o ITUg), ambiente permanente materno, grupo de contemporâneos (fazenda, safra, grupo de manejo, mês do nascimento), sexo, covariáveis lineares de ITUg, idade do animal à desmama, composição racial do animal e da mãe, heterosigose direta e materna e o resíduo. Os componentes de (co)variância foram estimados por meio do programa GIBBS3F90 (Miszta et al., 2002) assumindo variância residual heterogênea de acordo com as seguintes classes de valores de ITUg:  $ITUg \leq 62$ ,  $62 < ITUg \leq 72$  e  $ITUg > 72$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A distribuição dos fenótipos de 141.496 animais ao longo da escala de valores do ITUg foi apresentada na Figura 1.

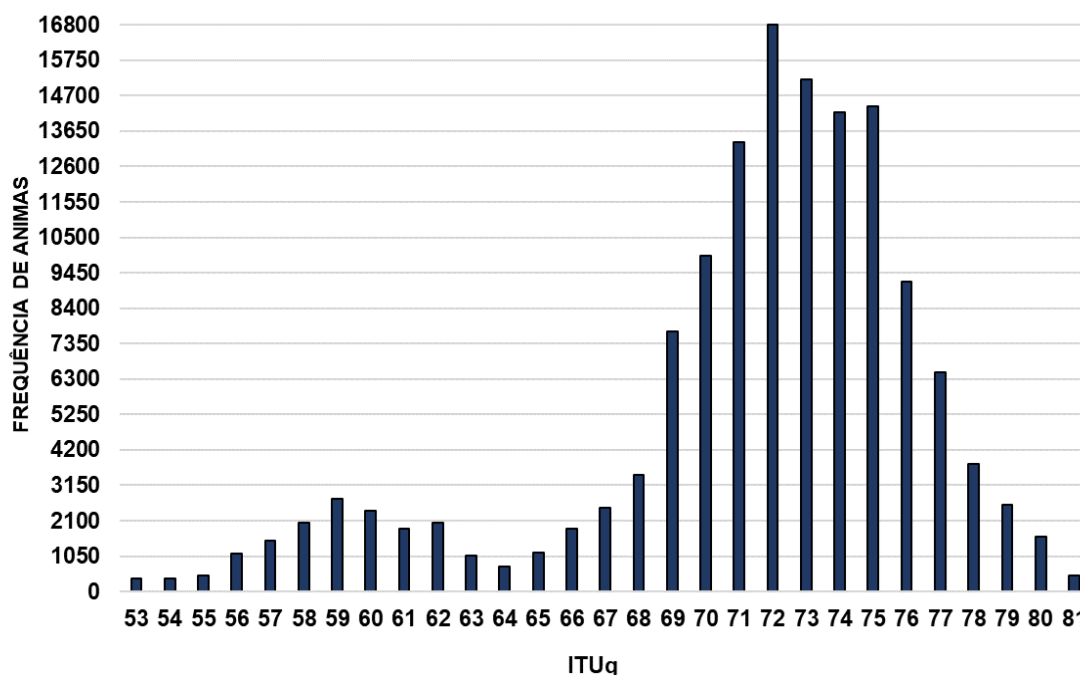


Figura 1. Distribuição de fenótipos de ganho de peso entre o nascimento e a desmama de bovinos de corte compostos de acordo com o índice de temperatura e umidade médio dos últimos 40 dias antes do parto (ITUg).

Conforme observado na Figura 2, o coeficiente de determinação foi de 0,97 evidenciado o modelo proposto se ajustou bem aos dados. Houve redução do GP à medida que o ITUg aumentou. Com base na equação de regressão, é esperado que bezerros sujeitos a ITUg médio de 81 unidades durante seus últimos 40 dias de gestação deixem de ganhar até 24,02 kg em comparação de animais em ITUg = 53.

Esse resultado reforça o impacto prejudicial do estresse térmico durante o período gestacional sobre o desempenho pós-natal de bovinos de corte compostos criados em condições tropicais.

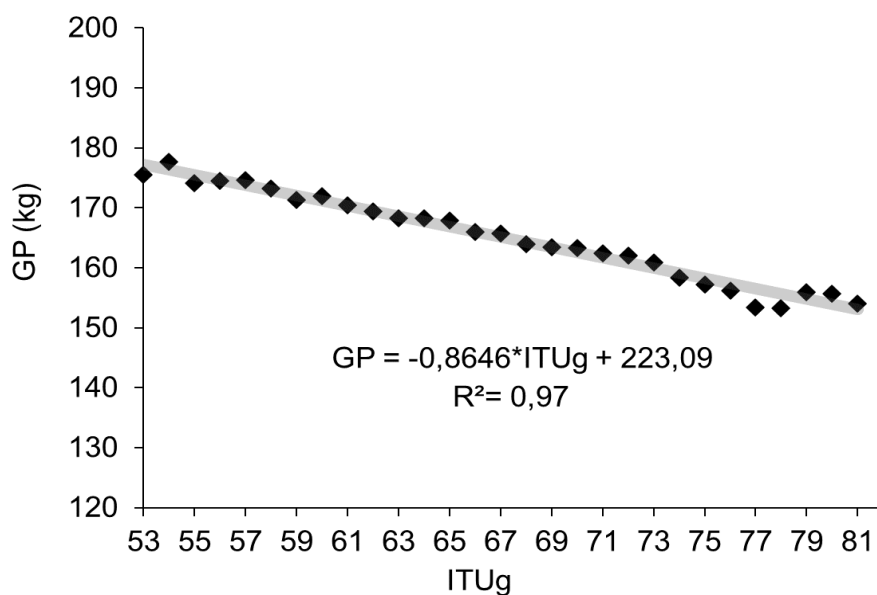


Figura 2. Médias de mínimos quadrados (losangos), equação de regressão e coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ) do ganho de peso entre o nascimento e a desmama de bovinos de corte compostos de acordo com o índice de temperatura e umidade médio dos últimos 40 dias antes do parto (ITUg).

As estimativas de herdabilidade direta e materna variaram consideravelmente ao longo da escala de valores de ITUg's, como mostrado na Figura 3. Houve tendência de redução das referidas estimativas para maiores valores de ITUg. Neste sentido, é esperado que a resposta à seleção seja diferente dependendo do nível de estresse térmico sofrido pela vaca e o feto durante o período final da gestação. Estimativas de herdabilidade direta e materna similares foram encontradas por Bocchi et al. (2008) em bovinos compostos na pré-desmama. Porém, os valores encontrados por Costa et al. (2008) e Teixeira & Albuquerque (2005), para herdabilidade direta e materna de 0,18 e 0,02, 0,19 e 0,05 respectivamente, foram inferiores.

Possivelmente, a herdabilidade para o ganho de peso pós-desmama, tende a ser maior em sistemas com condições favoráveis de produção na pré-desmama (CARDOSO & TEMPELMAN, 2012). Assim, a precisão da seleção depende da herdabilidade da característica, pois a mesma, é sujeita a variações ambientais e pode impactar na resposta da seleção sob efeito do estresse térmico no final da gestação (HALLI et al., 2021).



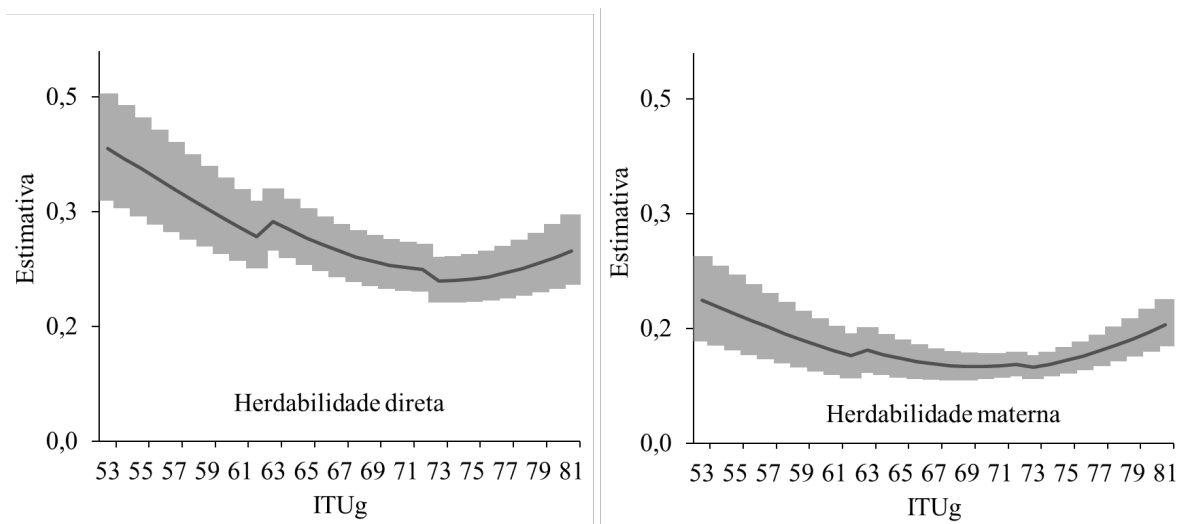


Figura 3. Estimativas de herdabilidade direta (esquerda) e materna (direita) para o ganho de peso do nascimento à desmama de bovinos de corte compostos em função do índice de temperatura e umidade (ITUg) médio do período final de gestação dos animais.

As estimativas de correlação genética para o efeito direto e materno do GP alcançaram valores muito abaixo da unidade, especialmente entre ITUg's extremos opostos (Figura 4). Esses resultados indicam que uma pequena parte dos mesmos genes são responsáveis pelo GP em condições contrastantes de ambiente térmico durante o período final de gestação de bovinos de corte compostos. Santana et al. (2016), obtiveram resultados semelhantes em estudo sobre tolerância ao estresse térmico para o peso à desmama de duas populações de bovinos de corte compostos do Brasil.

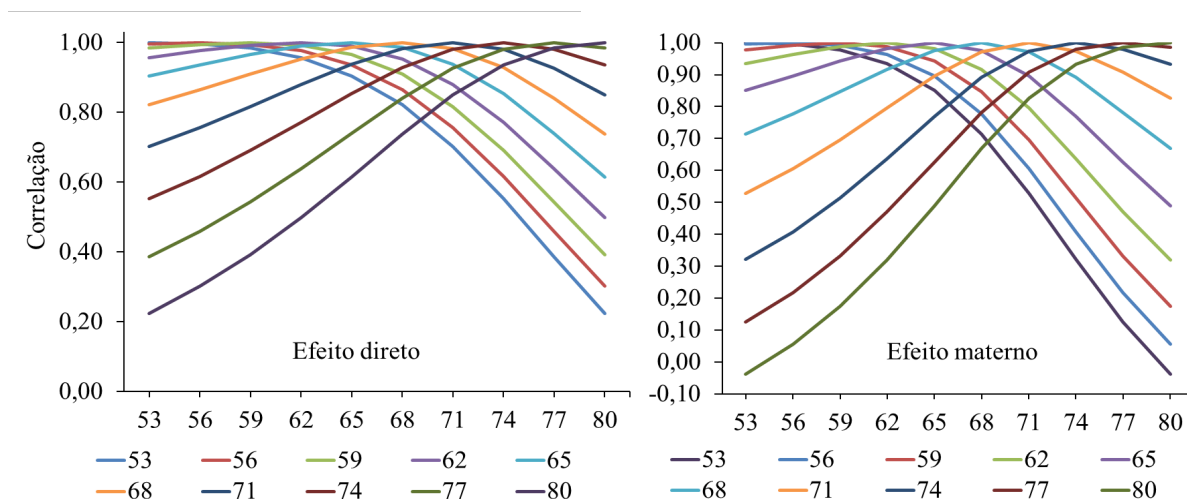


Figura 4. Correlações genéticas diretas (esquerda) e maternas (direita) para o ganho de peso do nascimento à desmama de bovinos de corte compostos entre diferentes valores do índice de temperatura e umidade (ITUg) médio do período final de gestação dos animais.

Aqueles autores afirmaram que a interação genótipo ambiente devido ao estresse térmico constitui uma importante fonte de variação para o desempenho pós-natal dos animais. Bradford et al. (2016) obtiveram correlações genéticas diretas abaixo de 0,50 entre condições térmicas diferentes para o peso à desmama de bovinos Angus dos Estados Unidos. Baseado nesses achados, Bradford et al. (2016) concluíram que o peso à desmama não era a mesma característica entre aqueles ambientes.

Para as estimativas de valores genéticos dos touros apresentados na Figura 5, foi verificada importante dispersão das normas de reação para os efeitos direto e maternos ao longo da escala dos ITUg's. Esses valores indicam que, em geral, os genótipos de bovinos compostos são muito sensíveis às alterações de ITUg. Portanto, substancial reclassificação de valores genéticos diretos e maternos dependendo dos valores de ITUg. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al. (2016), onde verificaram que houve significativa quantidade de genótipos plásticos em diferentes ambientes para os efeitos diretos e maternos em animais com composição genética *Bos taurus taurus*. Santana et al. (2016), também encontraram resultados semelhantes ao avaliar os valores genéticos de touros de três populações de gado de corte para o peso à desmama em resposta a ambientes térmicos contrastantes da desmama. Esses autores, ressaltaram que os valores genéticos tendem a não ser os mesmos à medida que se altera o ambiente térmico. Nesse sentido, os melhores animais em temperaturas amenas podem não ser os melhores em temperaturas altas.

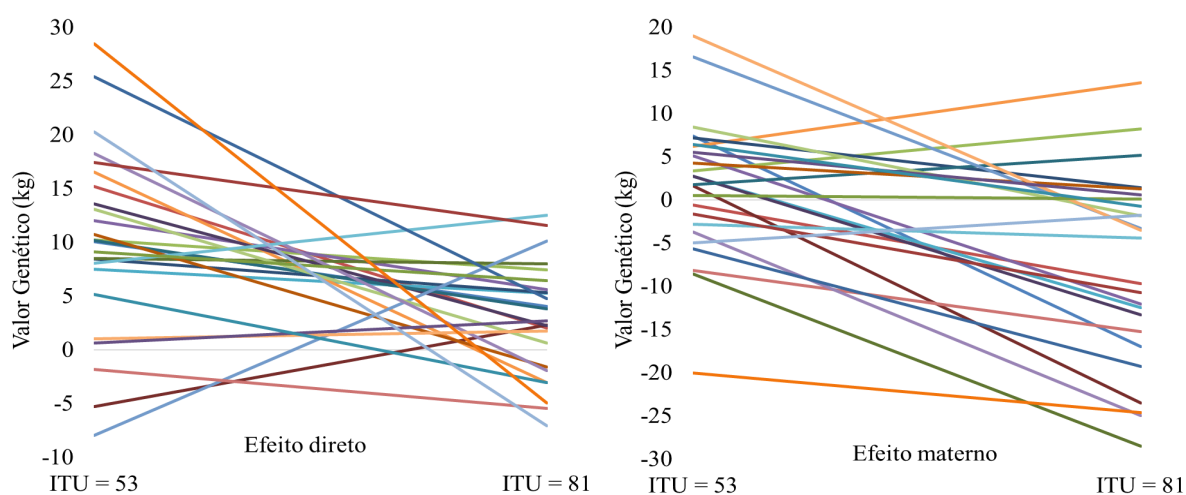


Figura 5. Estimativas de valores dos efeitos genéticos diretos (esquerda) e maternos (direita) de 25 touros com mais progênies na população para o ganho de peso entre o nascimento e a desmama de bovinos de corte compostos.

## CONCLUSÃO

As condições térmicas durante o período de 40 dias finais da gestação impacta de forma importante o ganho entre o nascimento e a desmama, além de levar a consideráveis mudanças nas estimativas de parâmetros genéticos para essa característica de bovinos de corte compostos. Portanto, esse fator constitui uma importante fonte de interação genótipo ambiente para a população de bovinos de corte compostos estudada aqui e deveria ser considerado durante o processo seletivo dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. K.; LAPORTA, J.; DADO-SENN, B.; FERREIRA, F.C.; DE VRIES, A.; DAHL, G. E. Lategestation heat stress impairs performance of daughters and granddaughters. **Journal of Animal Science**. p. 102-403, 2019.

BACCARI JUNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em climas quentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE. **Anais..., Piracicaba: FEALQ**, p.24-67, 1998.

BARROS, P.C.; OLIVEIRA, V.; CHAMBÓ, E.D.; SOUZA, L.C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.7, n.3, p. 1248-1253, 2010.

BERTIPAGLIA, E. C. A. Efeitos das características do pelame e da taxa de sudação sobre parâmetros reprodutivos em vacas da raça Braford. 2007. 163f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal – São Paulo– Brasil, fevereiro de 2007.

BOCCHI, A. L.; OLIVEIRA, H. N. D.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Avaliação genética multirracial para ganho de peso pré-desmama em bovinos de uma população composta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1207-1215, 2008.

BRADFORD, H. L.; FRAGOMENI, B. O.; BERTRAND, J. K.; LOURENÇO, D. A. L.; MISZTAL, I. Regional and seasonal analyses of weights in growing Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.94, n.10, p.4369-4375, 2016.

CARDOSO, F. F.; TEMPELMAN, R. J. Linear reaction norm models for genetic merit prediction of Angus cattle under genotype by environment interaction. **Journal of Animal Science**, v.90, n.7, p.2130–2141, 2012.

CARDOSO, L.L. Modelos de normas de reação para estudo da interação genótipo x ambiente<sup>1</sup>. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, produção animal). Faculdade de Agronomia, **Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS**. 68p. 2009.

COSTA, A. N. L.; ARAÚJO, A. A.; ARAÚJO, É. P. Efeitos do estresse térmico na reprodução de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.40, n.4, p.123-125, 2016.

COSTA, G. Z.; QUEIROZ, S. A.; OLIVEIRA, J. A.; FRIES, L. A. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de escores visuais e de ganho médio de peso do nascimento a desmama de bovinos formadores da raça Brangus. **Ars Veterinaria**, v.24, n. 3, p.172-176, 2008.

CORRÊA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-demama de bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1460-1467, 2009.

DA COSTA FERRO, D. A. Efeito dos elementos climáticos na produção e reprodução de vacas leiteiras, p.1-38, 2011.

DE JONG, G.; BIJMA, P. Selection and phenotypic plasticity in evolutionary biology and animal breeding. **Livestock production science**, v. 78, n. 3, p. 195-214, 2002.

DUBOIS, P. R.; WILLIAMS, D. J. Increased incidence of retained placenta associated with heat stress in dairy cows. **Theriogenology**, v.13, n.2, p.115-121, 1980.

DRENNAN, M. J. Efeito do plano nutricional no final da gestação na incidência de problemas de parto em vacas e novilhas de corte. In: Problemas de parto e viabilidade precoce do bezerro. **Springer, Dordrecht**, 1979. p. 429-443. 1979.

EALY, A. D.; DROST, M.; HANSEN, P. J. Alterações no desenvolvimento da resistência embrionária aos efeitos adversos do estresse térmico materno em vacas. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, pág. 2899-2905, 1993.

EVERLING, D. M.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N.; ROSO, V. M.; MARION, A. E.; FERNANDES, H. D. Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos Angus-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 2002-2008, 2001.

FEITOSA, F. L. F. Importância da transferência da imunidade passiva para a sobrevivência de bezerras neonatos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v.2, n.3, p.17-22, 1999.

FERRO DAC. Efeitos dos elementos climáticos na produção e reprodução de vacas leiteiras. Dissertação, **Universidade Federal de Goiás**, p. 36, 2011.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Essex: **Longman Pearson**, p. 464, 1996.

GRIGOLETTO, L.; BRITO, L. F.; MATTOS, E. C.; ELER, J. P.; BUSSIMAN, F. O.; SILVA, B. D. C. A.; FERRAZ, J. B. S. Associações de todo o genoma e detecção de genes candidatos para efeitos genéticos diretos e maternos que influenciam as características de crescimento na população Montana Tropical® Composite. **Livestock Science**, v. 229, p. 64-76, 2019.

GUIMARÃES, C. M. C.; FALCO, J. E.; TITTO, V. A. L. Termorregulação em Bubalinos submetidos a duas temperaturas do ar e duas proporções de volumoso:concentrado. **Ciências Agrotécnicas**, v.25, n.4, p.991-998, 2001.

HALLI, K.; BRÜGEMANN, K.; BOHLOULI, M.; YIN, T.; KÖNIG, S. Heat stress during late pregnancy and postpartum influences genetic parameter estimates for birth weight and weight gain in dual-purpose cattle offspring generations. **Journal of Animal Science**, v.99, n.5, p.106, 2021.

TEIXEIRA, R. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Heteroses materna e individual para ganho de peso pré-desmama em bovinos Nelore× Hereford e Nelore× Angus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 518-523, 2005.

KADZERE, C. T.; MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Estresse térmico em vacas leiteiras em lactação: uma revisão. **Ciência da Produção Pecuária**, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.

KOLMODIN, R.; STRANDBERG, E.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; JORJANI, H. Genotype by environment interaction in Nordic dairy cattle studies using reaction norms. *Acta Agriculture Scandinavia, Section A, Animal Science*, v. 52, p. 11 – 24, 2002

MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, v.31, p.179-204, 1992.

MEIRELES, I. P. Influência do sombreamento artificial em parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas mestiças (holandês X zebu). 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB, Itapetinga, 2005.

MONTEIRO, A. P. A.; TAO, S.; THOMPSON, I. M. T.; Dahl, G. E. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 10, p. 8443-8450, 2016.

MORAIS, D. A. E. F.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. D.; VASCONCELOS, A. M. D.; LIMA, P. D. O.; GUILHERMINO, M. M. Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p. 538-545, 2008.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE D.H. 2002. Blupf90 and related programs. Anais...In **7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, 2002, Montpellier, France.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). A guide to environmental research on animals. **National Academy Press**, Washington, DC, USA, 1971.

ROCHA, D. R.; SALLES, M. G. F.; MOURA, A. A. A. N.; ARAÚJO, A. A. Impacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.36, n.1, p.18-24, 2012.

SANTANA JR, M. L.; BIGNARDI, A. B.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Genetic variation of the weaning weight of beef cattle as a function of accumulated heat stress. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.133, n.2, p. 92-104, 2016.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel. 2000.

SU, G.; MADSEN, P.; LUND, P., LUND, M. S.; SORENSEN, D.; KORSGAARD, I. R.; JENSEN, J. Bayesian analysis of the linear reaction norm model with unknown covariates. **Journal of Animal Science**, v.84, p. 1651 – 1657, 2006.

STOTT, G. H.; WIERSMA, F.; MENEFEE, B. E.; RADWANSKI, F. R. Influência do ambiente na imunidade passiva em bezerros. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.7, p.1306-1311, 1976.

SHWARTZ, G.; RHOADS, M. L.; VANBAALE, M. J.; RHOADS, R. P.; BAUMGARD, L. H. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.3, p.935-942, 2009.

TAO, S.; MONTEIRO, A.P.; THOMPSON, I. M.; HAYEN, M. J.; DAHL, G. E. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.12, p.7128-7136, 2012.

TAO, S.; ORELLANA, R. M.; WENG, X.; MARINS, T. N.; DAHL, G. E.; BERNARD, J. K. 2018. The influences of heat stress on bovine mammary gland function. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.6, p.5642-5654, 2018.

TEIXEIRA, R. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Heteroses materna e individual para ganho de peso pré-desmama em bovinos Nelore× Hereford e Nelore x Angus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.518-523, 2005.