

POLLYANA OLIVEIRA DA SILVA

**RESISTÊNCIA E TOLERÂNCIA DE FÊMEAS ANGLONUBIANAS A INFECÇÃO POR
NEMATÓIDES GASTRINTESTINAIS**

Teresina - PI

2015

POLLYANA OLIVEIRA DA SILVA

**Resistência e tolerância de fêmeas Anglonubiana a infecção por nematóides
gastrointestinais**

Tese apresentadas ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Teresina - PI

2015

**Resistência e tolerância de fêmeas Anglonubiana a infecção por nematóides
gastrointestinais**

POLLYANA OLIVEIRA DA SILVA

Tese aprovada em: 06/11/2015

Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



Profa. Dra. Ivete Lopes de Mendonça (Interna) / DCCV/CCA/UFPI



Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmento (Interno) / DZO/CCA/UFPI



Profa. Dra. Luanna Chacara Pires (Externa) / UESB



Profa. Dra. Tânia Maria Leal (Externa) / EMBRAPA/CPAMN

Dedico este trabalho à minha família e amigos, em especial à minha filha Maria Flor.

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo milagre da vida e por ter me dado forças para remover as pedras do caminho ou até mesmo contorná-las, quando isso não foi possível.

À Universidade Federal do Piauí-UFPI, que instituiu no Centro de Ciências Agrárias o Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, possibilitando a realização do curso de doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela ajuda financeira através de bolsa de estudo para realização do Curso.

A minha família, especialmente minha mãe (Maria Paula) por todo apoio e incentivo em mais essa jornada exitosa.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo e minha co-orientadora Profa. Dra. Ivete Lopes de Mendonça, pela amizade, pelo incentivo, pela tranquilidade e respeito com que nos transmitem seus conhecimentos e, principalmente, pela paciência.

Aos Membros da banca de avaliação prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmiento (CPCE - Bom Jesus/UFPI), Profa. Dra. Luanna Chacara Pires (UFSB) e a Pesquisadora Dr. Tania Maria Leal (SDR-PI), por terem me cedido um pouco dos seus tempos.

A todos membros do grupo de melhoramento animal da Universidade Federal do Piauí, que ajudaram direta e indiretamente para a realização deste trabalho desde 2009.

Aos Colegas de jornada no Laboratório de Sanidade Animal - LASAN, por terem contribuído para realização deste trabalho e pelo companheirismo e amizade demonstrado.

Meu muito obrigada!

SUMÁRIO

Resumo geral.....	ix
Abstract	
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes.....	12
2.2. Seleção de animais resistentes e tolerantes a endoparasitos.....	16
2.3. Análise multivariada e índice de seleção.....	19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
4 Capítulo 1 – Análise multivariada para caracterizar níveis de tolerância a nematóides gastrintestinais em fêmeas caprinas.....	30
Resumo.....	31
Introdução.....	32
Metodologia.....	33
Resultados e Discussão.....	39
Conclusões.....	45
Referências Bibliográficas.....	46
5. Capítulo 2 - Desempenho de fêmeas Anglonubiana infectadas naturalmente por nematóides gastrintestinais.....	48
Resumo.....	49
Introdução.....	49
Metodologia.....	50
Resultados e Discussão.....	52
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
7. Anexos.....	60

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

- Tabela 1-Média do $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na mesma cabra em cada estágio fisiológico ocorridos de 2009 a 2015..... 44
- Tabela 2-Médias do grau de anemia pelo Famacha e do escore da condição corporal, de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na cabra em cada estágio fisiológico ocorridos de 2009 a 2015..... 44
- Tabela 3-Medias do Intervalo de partos (IEP), Peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal (CC) de cabras do rebanho da UFPI de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na esma em cada estágio fisiológico..... 45
- Tabela 4-Autovalores da análise de componentes principais com as características $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, grau de anemia pelo Famacha, escore da condição..... 45
- Tabela 5- Média do $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas caraterísticas avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2..... 45
- Tabela 6- Médias do grau de anemia pelo Famacha e do escore da condição corporal de cabras da raça Anglonubiana, em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas caraterísticas avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2..... 46
- Tabela 7 - Médias do Intervalo de partos (IEP), Peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal (CC), de cabras da raça Anglonubiana em três grupos com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas caraterísticas avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2..... 46

CAPITULO II

Tabela 1- Análise descritiva dos resultados com a média e desvio padrão de $\text{Log}_{(\text{OPG}+1)}$, Escore da Condição Corporal (ECC) e grau de anemia, de matrizes caprina durante a estação de monta.....	52
Tabela 2- Análises de equações generalizadas (GEE) do estágio fisiológico em função do $\text{Log}_{(\text{OPG}+1)}$, Escore da Condição Corporal (ECC) e grau de anemia, de matrizes caprina durante a estação de monta.....	54

Resumo: O trabalho caracterizou fêmeas caprinas, naturalmente infectadas por nematóides gastrintestinais, quanto a resistência e sensibilidade a doença e sua resposta epidemiológica na reprodução. Na primeira análise utilizou-se informações de 2009 a 2015 do Banco de dados do rebanho caprino da UFPI, editadas em cinco arquivos cada um contendo informações de 45 fêmeas mensuradas, respectivamente, durante a gestação, lactação, periparto, vazia no período seco e vazia no período chuvoso do ano. Comparou-se a resposta dos animais a infecção por dois critérios: pela formação de três grupos de 15 animais utilizando-se a soma de rank com o $\log_{10}(\text{OPG}+100)$ nos estágios fisiológicos (Índice de Mulamba e Mock, 1978) e de três grupos utilizando-se análise multivariada. Nessa os dois primeiros componentes principais obtidos com as características $\log_{10}(\text{OPG}+100)$, ECC, grau de anemia, intervalo de partos, peso da cria ao nascer e comprimento corporal, foram utilizados num plano cartesiano no qual calculou-se a distância trigonométrica de cada fêmea a uma testemunha, que, considerada uma nova característica foi usada para ordenar os animais e formar os três grupos. Para cada critério, analisou-se o $\log_{10}(\text{OPG}+100)$ com o efeito de grupo na parcela e de estágio fisiológico na subparcela. As médias comparadas pelo teste de Tukey. Repetiu-se essa análise com as demais características. Nos resultados constatou que a estratégia de formar grupos pela soma de rank com base no $\log_{10}(\text{OPG}+100)$ em diferentes estágios fisiológicos, detecta distinção entre animais com perfil de resistência e de sensibilidade a infecção por nematoides gastrintestinais no rebanho. Também observou-se que análise multivariada com dados longitudinais, detecta tolerância diferenciada a infecção por nematoides gastrintestinais, se mostrando consistente para auxiliar na seleção de fêmeas para reposição no rebanho. Com relação a análise da influência da infecção endoparasitária na taxa de gestação, observou-se que o contraste fêmeas que “gestaram” vs “não gestaram” não diferiu estatisticamente ($P>0,05$). Na caracterização da resposta do rebanho ao manejo reprodutivo sob mesmas condições sanitárias, constatou-se influência da idade cabra na ordem de gestação dentro da estação de monta, com isso as fêmeas com idade mais avançada tendem a parir mais cedo em relação às de segundo parto, além de suas crias tenderem apresentar melhor desenvolvimento ponderal.

Palavras-chave: Caprinos. Índice de Seleção. Multivariada. Resistência. Parasito.

Abstract:

The work characterized goat females, naturally infected by gastrointestinal nematodes, regarding resistance and sensitivity to disease and its epidemiological response in reproduction. In the first analysis, data from 2009 to 2015 of the UFPI goat herd database were used, published in five files each containing information on 45 females measured, respectively, during gestation, lactation, peripartum, empty in the dry and empty period in the rainy season of the year. The response of the animals to the infection was compared by two criteria: the formation of three groups of 15 animals using the rank sum with $\log_{10}(\text{FEC} + 100)$ in the physiological stages (Mulamba and Mock Index, 1978) and Three groups using multivariate analysis. In this study, the first two main components obtained with $\log_{10}(\text{FEC} + 100)$ degree of anemia, calving interval, weight of the offspring at birth and body length were used in a Cartesian plane in which the trigonometric distance Each female to an ideal witness, which, considered a new feature was used to order the animals and form the three groups. For each criterion, the $\log_{10}(\text{FEC} + 100)$ was analyzed with the group effect in the plot and the physiological stage in the subplot. The means were compared by the Tukey test. This analysis was repeated with the other characteristics. The results showed that the strategy of forming groups by the $\log_{10}(\text{FEC} + 100)$ rank sum in different physiological stages, detects a distinction between animals with resistance profile and sensitivity to infection by gastrointestinal nematodes in the herd. It was also observed that multivariate analysis with longitudinal data, detected a differentiated tolerance to infection by gastrointestinal nematodes, was shown to be consistent to assist the selection of females for replacement in the herd. Regarding the analysis of the influence of the endoparasitary infection on the gestation rate, it was observed that the contrast between the females who "gestated" vs "did not gestate" did not differ statistically ($P > 0.05$). In the characterization of the response of the herd to the reproductive management under the same sanitary conditions, it was verified influence of the goat age in the order of gestation within the mating season, with this the females with more advanced age tend to give birth earlier than the second calving , In addition to their offspring tend to show better weight development.

Keywords: Goats. Selection index. Multivariate. Parasitic resistance.

1. INTRODUÇÃO

As endoparasitoses gastrintestinais constituem um dos principais fatores limitantes à produção de caprinos no mundo, especialmente nas regiões tropicais, onde os prejuízos econômicos são mais acentuados (VIEIRA, 2003). Essas infecções por helmintos provocam prejuízos aos produtores, com destaque para a baixa taxa de sobrevivência dos indivíduos pós-infecção e o lento desenvolvimento dos animais que conseguem sobreviver. Esse problema é ainda mais grave em fêmeas quando se encontram no final da gestação e início da lactação, o chamado período periparto (PINTO et al., 2008; SASA et al., 2008). No entanto, pouca atenção tem sido dada a variação imunológica e a resistência das matrizes a infecção durante esses períodos fisiológicos, ou, mais especificamente as fêmeas em geral. Categorias essas que mais se expõem a estresse de natureza diversa, ao permanecer longo tempo no rebanho, sem atenção privilegiada de manejo que é dada aos reprodutores.

Diante disso, entre os desafios de pesquisadores e criadores, está a necessidade de otimizar a capacidade de resposta e/ou resistência dos animais aos endoparasitas, especialmente dos animais jovens, como uma forma de controle adequado de helmintos, pois estes conseguem manter simultaneamente níveis aceitáveis de infecção ao parasitismo mantendo sua produtividade (JACKSON; MILLER, 2006).

O controle de infecção por nematoides gastrintestinais vem sendo amplamente estudado no intuito de diminuir os prejuízos dessa patologia. Dentre os métodos disponíveis, a utilização de antihelmíntico a base de químicos sempre foi preferida pelos criadores, por se tratar de produto de fácil aquisição e aplicação, além de apresentar quase sempre resultado imediato. Porém, seu uso indiscriminado e sem orientação, leva os nematoides a desenvolver multirresistência a esses antihelmíntico, transformando o que seria uma solução em problema de difícil solução (RAMOS et al., 2002).

Em contrapartida a esse fato, constata-se que não é recente a opinião que a eficiência do controle de infecção a nematoides gastrintestinais pode ser aumentada a partir da identificação de animais geneticamente resistentes aos endoparasitas, que poderão ser utilizados como reprodutores para introduzir o caráter resistência em rebanhos, de forma a aumentar o desempenho de gerações futuras (WAKELIN, 1985).

O impacto da utilização de animais resistentes na epidemiologia das infecções parasitárias está na diminuição do número de larvas na pastagem, conseqüentemente reduz a possibilidade de recontaminação dos animais via pastejo (HOSTE; TORRES-

ACOSTA, 2011). Além disso, nos animais considerados “resistentes” os danos causados pelo parasitismo são desprezíveis e nos animais de “resistência intermediária”, as infecções sub-clínicas podem causar redução importante na produtividade, enquanto nos animais “susceptíveis” a enfermidade clínica pode se manifestar de forma severa.

Aumentar a resistência do hospedeiro à infecção parasitária é uma abordagem recomendada, pois geralmente existe variação genética, devido, em parte, à variabilidade nas respostas imunes à infecção (BISHOP, 2010). Porém, geralmente existe confusão entre o termo 'Resistência à doença', definida como a capacidade do hospedeiro exercer algum controle sobre o ciclo de vida do patógeno e o termo 'Tolerância ao parasita', que é o impacto líquido sobre o desempenho causado por um determinado nível de infecção, ou seja, os efeitos colaterais da doença, cuja ocorrência só é expressa por animais infectados, significa exigir que a doença esteja em alta prevalência (BISHOP, 2012a).

Os hospedeiros com maior tolerância a uma determinada doença são aqueles capazes de manter a aptidão produtiva, mesmo com alta carga parasitária. A tolerância é definida a nível individual de animal, sua determinação apresenta uma série de dificuldades e também de pressupostos inerentes, que muitas vezes parecem ser ignorados. Evidentemente, a tolerância só é expressa quando os animais estão infectados, portanto, o valor de tolerância depende, entre outros fatores, da epidemiologia da doença. Portanto, dois fatores entram em jogo na sua determinação, a interpretação (e, portanto, utilidade) da tolerância e a estimativa de tolerância (BISHOP, 2012a).

Estudos de caracterização de animais resistentes a endoparasitismo foca abordagens direta neles, porém, a utilização de seleção visando apenas uma característica tem levado a obtenção de animais resistentes, mas com baixa produtividade a ponto de não apresentar diferença significativa quando comparados com os susceptíveis (BENVENUTI, 2011). Assim a integração de algumas tecnologias como recursos computacionais aliados a análise estatísticas específicas, pode ser utilizada para realçar o potencial dos animais em termos de resistência e tolerância aos parasitas associada a características produtivas. Com isso, evita-se a eliminação de animais com bom ganho produtivo.

Diante disso, recomenda-se que a reposição de fêmeas deva ser feita com animais do próprio rebanho, por conta da variabilidade de cepas dos endoparasitas, tornando-se

necessária a estimação de parâmetros genéticos de características de importância econômica, que sejam inseridos em critérios de seleção juntamente com características parasitológicas. Entretanto, ganha importância a disponibilização de tecnologias que seja de fácil uso pelo criador, a exemplo do índice de seleção. De posse de um índice de seleção que possa agregar tanto características parasitológicas como produtivas, o criador pode selecionar quais animais estão tendo um melhor resultado, com menor reinfecção parasitária.

Com este trabalho objetivou-se caracterizar fêmeas caprinas, naturalmente infectadas por nematóides gastrintestinais, tolerantes e susceptíveis a doença e sua resposta epidemiológica na reprodução.

A tese está estruturada em: Introdução geral e Referencial Teórico, Capítulos I e II redigidos de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.Nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes

Dentre as enfermidades que acometem os ruminantes, a parasitose gastrintestinal requer maior atenção dos produtores, devido sua alta frequência, principalmente em caprinos, quando comparados aos demais ruminantes (COSTA et al., 2009). Essa maior incidência em caprinos tem sido justificada na literatura como sendo consequência do hábito alimentar desses animais, que, por preferirem forragens de porte elevado, não foram expostos a infecções parasitárias severa na sua domesticação, logo não desenvolveram resistência como os demais ruminantes (COSTA JUNIOR et al., 2005).

No Nordeste brasileiro, dentre as espécies que mais acometem caprinos, o *Haemonchus contortus* é a de maior prevalência e de maior intensidade, seguida de *T. colubriformis* e *Oesophagostomum* ssp. (SILVA et al., 2003; MATTOS, 2005). O *H. contortus* causar grandes perdas econômicas, por causa do seu alto grau de hematofagismo e da capacidade de inoculação de substância anticoagulante no local onde se fixam, além da sua alta capacidade de reprodução. Estima-se que cada parasito adulto suga cerca de 0,05mL de sangue por dia, sendo que a ingestão ou por infiltração nas lesões, pode resultar em perda de até 145 mL de sangue dia, quando os animais apresentam alta infecção (URQUHART et al., 1996).

As principais consequências da infecção de parasitas hematófagos são: subdesenvolvimento, com perda de peso e emagrecimento; pequena produção de leite, em decorrência de baixa conversão alimentar; anemia grave em curto período de tempo, externando edema submandibular e de linha média; além de perturbações digestivas como diarreia (FORTES, 2004; NAVARRE; PUGH, 2004). Nos casos crônicos, há letargia e fraqueza muscular, palidez das mucosas e conjuntivas, bem como edemas generalizados (RADOSTITS et al., 2002).

A baixa eficiência da produção de caprinos no semiárido da região Nordeste é resultado de limitantes edafoclimáticos e do uso de sistemas rudimentares de exploração, associados a deficiências na gestão da unidade produtiva (ATHAYDE et al., 2005). Entretanto, o clima tem sido apontado como o principal agente influenciador da dinâmica populacional dos parasitas, conseqüentemente da sazonalidade de casos clínicos de doenças parasitárias, mas a relação quantitativa entre umidade, temperatura e o desenvolvimento de nematoides gastrintestinais permanece pouco conhecida, limitando-se em alguns casos, a simples exploração de controle dos estádios de vida livre por processo natural (O'CONNOR et al., 2007; SILVA, 2011). No entanto, a sazonalidade da dinâmica populacional dos parasitas só pode ser observado quando não há a utilização de pastagens irrigadas, pois esta mantém um microclima adequado para a eclosão das larvas, de tal forma, a ponto de ser observado uma maior infecção dos animais no período seco do ano (SILVA, 2011).

Uma forma de ajudar os animais a suportarem a carga parasitária, principalmente de *H. contortus*, é através da oferta de alimentação adequada ao longo do ano. A suplementação alimentar, em particular com proteína adicional e energia, quando economicamente viável, é recomendável para ajudar na resposta a tolerância a infecções por nematoides gastrintestinais. Pois, quando o animal usa seus recursos metabólicos direcionados para o combate os efeitos fisiopatológicos da infecção, aumentam sua tolerância, reduzindo a necessidade de outras medidas de controle alternativo para parasitoses (COOP; KYRIAZAKIS, 2001; KNOX et al., 2006). Outros aspectos que também devem ser considerados na epidemiologia da infecção são: a idade, o estado fisiológico dos animais, a rotação de pastagens e a frequência de limpeza dos apriscos (CHAGAS et al., 2008; AHID et al., 2008).

De uma forma geral, os animais, até a puberdade apresentam grande susceptibilidade à parasitoses, adquirindo maior resistência com o avançar da idade.

Porém, existem determinadas épocas e condições fisiológicas em que eles se encontram mais susceptíveis (MILLER; HOROBOV, 2006). Uma dessas condições é observada em caprinos (RAHMAN; COLLINS, 1992), e principalmente ovinos (BARGER, 1993; PINTO et al., 2008), chamada de fenômeno *springrise*, ou queda da imunidade no periparto, que leva a um aumento do número de ovos por grama de fezes (OPG) no final da gestação e início da lactação. Os mecanismos pelos quais esse fenômeno ocorre ainda são desconhecidos, porém acredita-se que sejam provocadas por imunossupressão de origem endócrina, decorrente de variações hormonais que ocorrem próximas ao parto e durante a lactação e está ligada a crescentes necessidades de energia e proteína para o crescimento do feto (STEAR et al., 1997; COSTA et al., 2011).

A queda na imunidade no periparto permite o desenvolvimento de larvas que se encontram em hipobiose, além do estabelecimento de novas, ou favorece o aumento da fecundidade de parasitas adultos existentes, que resulta em aumento no número de ovos eliminados nas fezes (STEAR et al., 1997), garantindo a sobrevivência e propagação do parasita (COSTA et al., 2011).

A susceptibilidade do animal atribuída ao fenômeno do periparto também sofre influência do tipo de gestação, pois verificou-se maior valor do número de ovos por grama de fezes em animais com gestação de fetos duplo ou triplo. Esse fato pode estar relacionado a aumento na carga hormonal provocado pela gestação gemelar (MAHIEU; AUMONT, 2007). No entanto, outras condições também rompem o equilíbrio hospedeiro/parasito, como a ingestão de número exagerado de larvas infectantes, ou outras condições especiais, como por exemplo, a gestação ocorrer num período com infecção grave em todos os animais do rebanho (PINTO et al., 2008). Assim, fica evidente a importância de se manejar os animais em pastejo por grupos, separados por sexo, idade e por estágio fisiológico.

As discussões a respeito do controle de helmintos estão centradas no princípio de que a população parasitária deve ser manejada de forma a não causar problemas clínicos nos hospedeiros ou perdas na produção, ao mesmo tempo em que se procura cada vez mais a diminuição da utilização de antihelmíntico. Nessa perspectiva o sistema orgânico tem demonstrado ser o melhor exemplo de controle parasitário sem utilização de antihelmíntico, pois é justificado pelos defensores como autossustentável, ambientalmente correto e que mantém o bem-estar animal com uma carga parasitária considerada tolerável e compatível com o modelo de produção (SILVA et al., 2011).

Um problema atribuído a utilização de antihelmíntico de forma indiscriminada é o aparecimento de resistência dos nematóides a eles, indicando a necessidade de adoção de estratégias alternativas para o controle desses parasitos em pequenos ruminantes, ao invés de confiar apenas no uso de produtos químicos (VIEIRA et al., 2010). Uma alternativa é a utilização do sistema integrado de controle parasitário (SICOPA), que utiliza o método Famacha[®] para identificar individualmente animais que são resistentes e suscetíveis ao *H. contortus*, em conjunto com outras práticas de gestão como: a rotação de pastagens, monitoramento da eficácia da droga, descontaminação previa das pastagens, pastoreio com alternância de categorias e ou espécies de hospedeiros, controle biológico, seleção genética, nutrição, vacinas e fitoterapias (CEZAR et al., 2008; MOLENTO et al., 2009).

O Famacha[®] é uma ferramenta de fácil utilização e baixo custo, projetada para fornecer aos produtores de pequenos ruminantes um controle a infecções por nematoides gastrintestinais. Este método demonstrou-se eficiente no tratamento de caprinos com até 86,6% de acertos, sendo uma valiosa ferramenta para os produtores utilizarem na identificação de animais que precisam de tratamento. Reduzindo a quantidade de animais a serem tratados, poupando assim antihelmínticos e contribuindo para diminuição da resistência dos nematoides ao mesmo (BURKE et al., 2007).

O método Famacha[®] tem demonstrado ser eficiente no controle seletivo de animais que apresentam anemia causada por nematoides, com a constatação de correlação negativa variando de - 0,41 a - 0,71 com o volume globular (ARÓSTICA et al., 2009; MOORS; GAULY, 2009), também com o escore da condição corporal ($r = - 0,21$) e positiva com variação de 0,75 a 0,80 com OPG (RILEY; WYK, 2009).

As variações de sensibilidade e especificidade para um volume globular de 19% (correspondendo a pontuação 4 e 5 do Famacha[®]) foi de 66,3 – 91% e 62,4 – 64,5%, respectivamente. Demonstrando que apesar da especificidade do método ser menor que a sensibilidade, ou seja, o número de falsos positivos é maior que falso negativo, ele se mostra eficiente pois não deixa animais positivos contaminando o ambiente (BURKE et al., 2007; MAHIEU et al., 2007; ARÓSTICA et al., 2009). Esse método também se mostrou eficiente quando foi comparado com hematócrito (<27%) e valores de hemoglobina (mg/dL), com sensibilidade variando de 60 – 66% e especificidade de 60 – 62% em animais que apresentaram prevalência de 55% de *Haemonchus sp.* (LORIA et al., 2009).

O método Famacha[®] é eficiente para reduzir a utilização de antihelmíntico com 0,57 aplicações por animal ao invés de 3 doses para controle (MAHIEU et al., 2007). Além de reduzir em até 175,6% a utilização de medicação antiparasitária, levou a redução de custos na aquisição de medicamentos que pode chegar a 450%, quando se compara a redução média de doses com a aplicação em controle profilático, sem, no entanto, impacto negativo sobre os índices reprodutivos do rebanho (MOLENTO et al., 2009).

A adoção de diferentes estratégias de gestão da infecção parasitária (Famacha[®], sinais clínicos, escore da condição corporal, OPG, etc.) tem se mostrado a forma mais eficiente como medida de controle de nematoides gastrintestinais em ruminantes, mostrando alta frequência de animais resistentes (MOLENTO et al., 2009). Porém a utilização de apenas o exame direto para seleção de animais resistente, tem levado ao descarte de animais com um bom desempenho produtivo. Com essa pesquisa pretendemos testar o uso de índices de seleção, formado a partir de análises de componentes principais, na tentativa de identificarmos e selecionarmos esses animais, que mesmo com uma alta carga parasitária conseguem ter um bom desempenho produtivo.

2.2. Seleção de animais resistentes e tolerantes a endoparasitos

A resistência é a capacidade que o hospedeiro tem de impedir o desenvolvimento de parasitas e/ou interferir nos adultos, levando-os a produzir menos ovos fecundados, podendo assim diminuir o número de larva infectante nas pastagens, o que leva a menor recontaminação e retarda o crescimento parasitário, reduzindo a produção de ovos, além de eliminar helmintos existentes (BISHOP; STEAR, 2003; TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008; COSTA et al., 2011; BISHOP, 2012a). Já a tolerância é apresentada por Bishop (2012a) e Doeschl-Wilson et al. (2012) como o impacto na produção do animal, causado por um determinado nível de infecção, ou como efeitos colaterais da doença que só é expressados por animais infectados. Portanto, o valor de tolerância depende, entre outros fatores, da epidemiologia da doença, sendo importante sua interpretação (utilidade) para a estimativa de tolerância. (BISHOP, 2012b).

Embora os mecanismos envolvidos ainda não estejam bem compreendidos, a hipótese da diferença na resposta de resistência do hospedeiro relaciona-se com a seleção para melhor resposta imune contra nematoides gastrintestinais, que afetam os diferentes estágios do ciclo de vida do parasita. Nesse processo o uso de marcadores

fenotípicos tem auxiliado a identificar os animais com melhor desempenho e menos tratamentos antihelmíntico (HOSTE; TORRES-ACOSTA, 2011; BISHOP, 2012a).

A herdabilidade da resistência genética do hospedeiro às infecções por nematoides gastrintestinais vem sendo estudada como um método promissor para a criação de rebanhos resistentes a esses parasitos. Os resultados de estudos demonstram que a herdabilidade para baixa produção de ovos de nematoides nas características OPG e no $\log(OPG+1)$ em cordeiros foi de $0,34 \pm 0,08$ e $0,27 \pm 0,07$, respectivamente (BISSET et al., 1992) e em $\log(OPG+25)$ ficou entre 0,11 e 0,44 (GAULY; ERHARDT, 2001), mostrando ser viável a seleção de reprodutores resistentes a nematóides gastrintestinais. Segundo Amarante (2004) esses coeficientes de herdabilidade são ainda maiores com uma variação de 0,3 a 0,5. Recentemente Torres (2015) encontrou para diferentes transformações o valor da herdabilidade variando de 0,34 a 0,53, portanto moderada a alta.

A resistência a parasitas gastrintestinais também tem sido estudada em animais cruzados, apresentando menor prevalência parasitária em relação aos puros (CHAGAS et al., 2008). Porém a resistência pode variar de acordo com a raça utilizada no cruzamento, sendo que as nativas têm demonstrado ser mais adaptadas (ALBA-HURTADO et al., 2010). Há evidência que raças caprinas nativas não apresentam atenuação ou perda parasitológica de resistência e resiliência, sugerindo que a introgressão genética do parasita sensíveis a maioria das raças não ocorre para todas (CHIEJINA et al., 2010).

Os mecanismos responsáveis pela manifestação genética da resistência à infecções parasitárias ainda não foram completamente elucidados. Porém têm sido associados com a resposta mediada por linfócitos Th2 CD4⁺, aumento do número de mastócitos na mucosa, eosinofilia, produção de anticorpos específicos, presença de substâncias inibidoras no muco e aumento de sua produção (KRAWCZYK; SLOTA, 2009). Meeusen et al. (2005) constataram que anticorpos específicos agem juntos com leucócitos globulares (mastócitos intra-epiteliais) e eosinófilos, condicionadas pelo tipo 2 (T2) citocinas, para iniciarem mecanismos de morte e expulsão do parasita. Outras moléculas, nomeadas de carboidratos galectinas vinculativo, podem também estar envolvidas no fortalecimento da fase de rejeição do parasita. O conhecimento da resposta imune do hospedeiro a essa infecção é crucial para a realização de abordagens genéticas.

Tolerância e prevalência

A tolerância a endoparasitas gastrintestinais é estimável no animal individualmente, desde que a característica discriminadora seja mensurada repetidas vezes e em várias situações de desafio. Portanto não sendo possível detectar sua expressão em um curto período de tempo ou pela mensuração apenas uma vez. A informação disponível sobre a tolerância dentro de uma população dependerá de muitos fatores, incluindo as que determinam a verdadeira prevalência da infecção, e as que determinam a prevalência observada, que é subordinada à verdadeira prevalência (BISHOP, 2012a). A verdadeira prevalência é em grande parte uma função da exatidão dos testes de diagnóstico, isto é, da especificidade e da sensibilidade. Como mostrado por Bishop e Woolliams (2010), a regressão observada na verdadeira prevalência é $p' = (1 - S_P) + (S_P + S_e - 1) p$, e os testes de diagnóstico, por conseguinte, imperfeitos irá reduzir hereditabilidades por um fator $(S_P + S_e - 1)^2$, considerando-se especificidade (S_p) e sensibilidade (S_e).

Fatores que afetam a verdadeira prevalência são mais complexos, dependendo da intensidade da infecção (ANDERSON; MAY, 1991). Assim, a prevalência é influenciada tanto direta como indiretamente pela resistência média da população, portanto, a utilidade de tolerância é em parte dependente da resistência média da população. No entanto, a de nível de animal e assumindo que a resistência à infecção é hereditária, são os animais menos resistentes (ou mais sensíveis) que são os mais prováveis de serem infectadas, e, portanto, o mais indicado para produzir informação sobre a tolerância. Assim, a expressão de tolerância é subordinada ao nível de resistência do animal específico para a infecção.

A tolerância pode ser um conceito útil para algumas infecções por endoparasitas, dependendo do seu contexto epidemiológico, já que necessita de uma certa prevalência. Além disso, ela proporciona uma vantagem sobre a resistência na medida em que a tolerância de infecção, em muitas circunstâncias, pode colocar pressão seletiva menor para resistência a antihelmíntico.

2.3. Análise multivariada e índice de seleção

Técnica de análise multivariada

Nas análises estatísticas é comum a utilização de métodos univariados, por que tratam somente da análise de variação em uma única variável aleatória, porém podemos

citar as análises multivariadas, que possuem como principal vantagem, considerar várias variáveis relacionadas simultaneamente (MANLY, 2008).

As análises multivariadas são, portanto, técnicas numéricas usadas para estudar e descrever a covariação entre variáveis, entre indivíduos ou ambos (PIRES, 2009). Tendo como força a capacidade de examinar diversas variáveis simultaneamente seja quantitativamente ou qualitativamente.

Dentre as técnicas multivariadas as que mais se relacionam diretamente com as aplicações de genética e melhoramento são: análise de agrupamento, componentes principais e análise de fatores (RESENDE, 2007). A análise de agrupamento permite a formação de grupos (não conhecidos previamente) por meio de técnica de agrupamento aplicadas sobre medidas de dissimilaridade entre fenótipos, ou seja, ela identifica grupos de objetos similares (MOITA NETO; MOITA, 1998; MANLY, 2008). Várias medidas de dissimilaridades podem ser usadas, destacando-se as distâncias fenotípicas tais quais a Euclidiana e a distância estatística de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI, 2001). Este processo envolve, basicamente, duas etapas, a primeira relaciona-se com a estimação de uma medida de dissimilaridade entre os progenitores e a segunda, com a adoção de técnica de agrupamento para formação dos grupos (CRUZ; CARNEIRO, 2006). A técnica de agrupamento já vem sendo estudada como uma forma promissora de seleção de animais resistente e sensíveis, fenotipicamente, a nematoides gastrintestinais (CAVELE et al., 2011). Nesse trabalho os autores geraram um Dendrograma obtido da análise de agrupamento hierárquico ascendente utilizando as variáveis: contagem de ovos (OPG) e volume globular e grau FAMACHA®, de 60 caprinos, no qual conseguiram agrupar animais resistente e susceptíveis a infecção por nematoides gastrintestinais

Já a de análise de componentes principais (ACP) propõe reduzir o número de variáveis que necessitam ser consideradas a um número menor de índices, os chamados componentes principais, os quais são combinações lineares das variáveis originais. A extração de informações dos resultados de uma pesquisa de melhoramento animal pode envolver a análise de grande número de variáveis, principalmente quando trabalhado um banco de dados. No entanto, muitas das vezes um pequeno número destas variáveis contém as informações mais relevantes, enquanto que a maioria das variáveis adiciona pouco ou nada contribuem para a interpretação dos resultados. A decisão sobre quais variáveis são importantes é feita, geralmente, com base na intuição do pesquisador, ou seja, baseado em critérios que são mais subjetivos que objetivos. Como uma forma de

reduzir as variáveis através de critérios objetivos, recomenda-se a utilização de análise de componentes principais. (MOITA NETO; MOITA, 1998; MANLY, 2008; RESENDE, 2007). Essa também pode ser usada para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso (*loadings*) na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico (MOITA NETO; MOITA, 1998).

De acordo com Manly (2008) o método de análise por componentes principais, utilizando a matriz de correlação, consiste em transformar um conjunto de variáveis $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ em um novo conjunto de variáveis $Y_1(\text{CP}_1), Y_2(\text{CP}_2), Y_3(\text{CP}_3), \dots, Y_n(\text{CP}_n)$, sendo que cada componente principal torna-se uma combinação linear das características originais, com retenção decrescente de variância:

$$\text{CP}_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n = \sum_{j=1}^p a_{ij}Z_j, \text{ com } i \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

Assim como a análise de componentes principais, a análise de fatores permitem simplificar a estrutura multivariada (n caracteres) dos dados e, posteriormente, permitem a dispersão gráfica dos indivíduos ou genótipos em dois ou três eixos coordenados e, portanto, permitem a visualização de grupos e genótipos mais e menos divergentes (RESENDE, 2007).

Dentre as técnicas de análise multivariada, a de componentes principais é a que mais vem sendo utilizada para a melhoria da construção de índice. Pois ao construirmos índice como uma combinação linear de variáveis, é desejável que este tenha a maior variância possível, ou seja, que contenha o máximo de informações fornecidas pelo conjunto de variáveis selecionadas (KUBRUSLY, 2001).

Índice de seleção

A seleção praticada nas espécies de interesse zootécnicos tem como finalidade aumentar a frequência dos genes favoráveis à expressão do caráter, de forma a obter descendentes com valores genéticos mais elevados. A principal dificuldade da seleção é a falta de informações específicas sobre os genes que os animais candidatos a seleção possuem, sendo disponível apenas informações fenotípicas do indivíduo e de seus parentes. O que dificulta ainda mais a seleção de acordo com os interesses dos

criadores, que é a seleção simultânea de várias características, sendo raramente uma única característica objetivo de seleção.

Os índices de seleção permitem a utilização de um único valor para efetuar a seleção dos genótipos, com a análise realizada por meio de combinações lineares dos dados fenotípicos dos diversos caracteres, cujos coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice e os valores genéticos verdadeiros dos candidatos à seleção (GARCIA; SOUZA JÚNIOR, 1999; CRUZ et al., 2004). O objetivo dos índices é a obtenção de valores agregados de maior confiabilidade, para garantir a melhoria do valor genotípico populacional e o consequente sucesso no processo de seleção (BERNARDO, 2002; OLIVEIRA et al, 2008; MENDES et al, 2009). Existem diferentes tipos de índices de seleção, disponíveis para uso em programas que envolvem as etapas de seleção e inter cruzamento, a fim de aumentarem as frequências de alelos favoráveis para o conjunto de caracteres de importância previamente estudadas pelos melhoristas (OLIVEIRA et al, 2008).

Na literatura são descritas várias propostas de índices de seleção, as quais auxiliam na identificação de genótipos superiores para vários caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2001). Dentre estes, está o índice de soma de ranks de Mulamba e Mock (1978) que consiste em classificar os genótipos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento e apresenta como vantagem a eliminação da necessidade de se estabelecerem pesos econômicos e a estimativa de variâncias e covariâncias (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Uma das maiores dificuldades no método de índice de seleção é a atribuição dos valores econômicos, mas uma forma de tornar esses valores mais objetivos é predizê-los através de método de análise multivariada (MOITA NETO; MOITA, 1998; RESENDE, 2007). A análise de componentes principais considera a matriz de correlação das variáveis, tornando possível saber se um único índice é adequado para a ordenação, ou se o conjunto de variáveis fornece duas ou mais dimensões igualmente importantes (KUBRUSLY, 2001). Essa técnica vem sendo utilizada em fitotecnia, para avaliar a diversidade genética e identificar aquelas que apresentam a melhor combinação para diferentes características por meio de índice de seleção (BERTINE et al., 2010).

Apesar da formação de índice de seleção serem utilizadas com frequência no auxílio de seleção de animais de produção, poucos são os trabalhos que se arriscam a utiliza-los para seleção de animais tolerantes a nematóides gastrintestinais.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHID, S. M.M. et al. Parasitos gastrintestinais em caprinos e ovinos da região oeste do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 212-218, 2008.

ALBA-HURTADO, F. et al. Comparison of parasitological and productive traits of Criollo lambs native to the central Mexican Plateau and Suffolk lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.172,n.1, p.277–282, 2010.

AMARANTE, A.F.T. et al. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France lambs to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v.120,n.1, p. 91-106, 2004.

ANDERSON, R.M.; ANDMAY,R.M. Infectious Diseases of Humans. Dynamics and Control. **Australian Journal of public health**, v. 14, n. 2, p. 208-212, 1992.

ARÓSTICA, N.et al. Evaluación de la carta de colores FAMACHA© en la detección de anemia en cabras em silvopastoreio: Estudios preliminares. **Revista de Salud Animal**, v. 31, n. 3, p. 183-187, 2009.

ATHAYDE, A.C.R. et al. Projetos de Tecnologia e Inovação – **Manual de alimentação e controle parasitário com plantas medicinais para a caprinovinocultura**, UFCG – SEBRAE/PB, 43p, 2005.

BAKER,R.L. et al.. Resistance and resilience to gastrointestinal nematode parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai X Dorper cross bred lambs in the sub-humid tropics. **Journal of Animal Science**, v. 76, n.1, p. 119–136, 2003.

BARGER, I. A. Influence of sex and reproductive status on susceptibility of ruminants to the nematode parasitism. **International Journal for Parasitology**, v.23, n.4, p. 463-469, 1993.

BENVENUTI, L.C. 2011. **Caracterização fenotípica de caprinos mestiços resistentes e susceptíveis a verminose gastrintestinal no nordeste do Brasil**. Dissertação (Programa de mestrado em zootecnia da universidade do Vale do Acaraú) Sobral-CE, 100fl, 2011.

- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma, 2002. 368p.
- BERTINE, C.H.C.M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.
- BISHOP, S.C. **Disease resistance:Genetics**. In:Pond,W.G.,Bell,A.W. (Eds.), Encyclopedia of Animal Science,MarcelDekker,Inc.,NewYork, p. 288–290, 2010.
- BISHOP,S.C. A consideration of resistance and tolerance for ruminant nematode infections. **Frontiers in Genetics**. v.03, n.1, artigo 168, 2012a.
- BISHOP,S.C. Possibilities to breed for resistance to nematode parasite infections in small ruminants in tropica lproduction systems. **Animal**, v.6, n.1, p.741–747, 2012b.
- BISHOP,S.C.; STEAR,M.J. Modeling of host genetics and resistance to infectious diseases: understanding and controlling nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 115, n.1, p. 147–166, 2003.
- BISHOP,S.C.; WOOLLIAMS,J. A. On the genetic interpretation of disease data. **PLoS ONE**, v. 5, n. 1, 2010. doi:10.1371/journal.pone.0008940.
- BISSET, S. A. et al. Heritability of and genetic correlations among faecal egg counts and productivity traits in Romney sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 35, n. 1, p. 51-58, 1992.
- BURKE, J.M. et al. Accuracy of the FAMACHA[®] system for on-farm use by sheep and goat producers in the southeastern United States. **Veterinary Parasitology**, v. 147, n.1, p. 89–95, 2007.
- CAVELE, A. et al., Associação de técnicas na estimativa da nematodeose gastrintestinal de caprinos Mestiços Anglo Nubiano. **Revista Brasileira de Saúde e produção Animal**, v.12, n.2, p.500-507, 2011.
- CEZAR, A.S. et al. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: atualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, v.38, n.7, 2008.

CHAGAS, A. C. S. et al. Parasitismo por nematóides gastrintestinais em matrizes e cordeiros criados em São Carlos, São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n. 1, p.126-132, 2008, Supl.

CHIEJINA, S.N. et al. Resistance and resilience of West African Dwarf goats of the Nigerian savanna zone exposed to experimental escalating primary and challenge infections with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.171, n.1, p.81–90, 2010.

COOP, R.L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. **Trends in Parasitology**, v.17, n.1, p.325–330, 2001.

COSTA JÚNIOR, G.S. et al. Efeito de vermifugação estratégica, com princípio ativo à base de Ivermectina na incidência de parasitos gastrintestinais no rebanho caprino da UFPI. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.4, p.279-286, 2005.

COSTA, V.M.M. et al. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p.65-71, 2011.

COSTA, V.M.M.et al. Doenças parasitárias em ruminantes no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.29, n.7, p.563-568, 2009.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. v.1. 480p.

DAVIES,G.(2006). Investigating Genetic Aspects of the Variation in the Host Response to Gastrointestinal Parasites in Sheep. **Ph.D. thesis**, University of Glasgow, 174p.

DOESCHL-WILSON, A.B. et al. Novel methods for quantifying individual host response to infectious pathogens for genetic analyses. **Frontiers in Genomics**, v. 3, n. 266, 2012.

FORTES, E. **Parasitologia Veterinária**. São Paulo: Ícone editora, revista ampliada e Atualizada, 2004, 607p.

GARCIA, A.A.F.; SOUZA JÚNIOR, C.L. de. Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. **Bragantia**, v.58, p.253-267, 1999.

GAULY, M.; ERHARDT, G. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in sheep following natural infection. **Veterinary Parasitology**, v.102, n.1, p.253-259, 2001.

HOSTE, H.; TORRES-ACOSTA, J.F.J. Non chemical control of helminthes in ruminants: Adapting solutions for changing worms in a changing world. **Veterinary Parasitology**, v.180, n.1, p.144– 154, 2011.

JACKSON, F.; MILLER, J. Alternative approaches to control-Quo vadit? **Veterinary Parasitology**, v.139, n.1, p.371–384, 2006.

KNOX, M.R. et al. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.139, n.1, p.385–393, 2006.

KRAWCZYK, A.; SLOTA, E. Genetic markers to gastrointestinal nematode resistance in sheep: a review. **Helminthologia**, v.46, n.1, p.3 – 8, 2009.

KUBRUSLY, L.S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v.21, n.1, p. 107-117, 2001.

LORIA, A.D. et al. Evaluation of the FAMACHA® system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. **Veterinary Parasitology**, v.161, n.1, p.53–59, 2009.

MAHIEU, M. et al. Evaluation of targeted drenching using FAMACHA© method in Creole goat: Reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. **Veterinary Parasitology**, v.146, n.1–2, p.135-147, 2007.

MAHIEU, M; AUMONT, G. Periparturient rise in Martinik Hair Sheep and perspectives for gastrointestinal nematode control. **Tropical Animal Health and Production**, v.39, n.1, p.387–390, 2007.

MANLY, B.F.J. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Tradução Sara Ianda Carmona, 3ª ed, Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARTINS, I.S. et al. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.327-333, 2003.

MATTOS, M.J.T. et al. Influência do parasitismo por nematódeos sobre o perfil hematológico de caprinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia**, v.57, n.1, p.133-135, 2005.

MEEUSEN, E. N.T.; et al. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.108, n.1, p.121–125, 2005.

MENDES et al. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1312-1318, 2009.

MILLER, J.E.; HOROHOV, D.W. Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. **Journal of Animal Science**, v.84, n.1, p.124–132, 2006.

MOITA NETO, J.M; MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química nova**, v.21, n.4, p.467-469, 1998.

MOLENTO, M.B. et al. Frequency of treatment and production performance using the FAMACHA[®] method compared with preventive control in ewes. **Veterinary Parasitology**, v.162, n.1, p.314–319, 2009.

MOORS, E.; GAULY, M. Is the Famacha[®] chart suitable for every breed? Correlations between Famacha[®] scores and different traits of mucosa colour in naturally parasite infected sheep breeds. **Veterinary Parasitology**, v.166, n.1, p.108-111, 2009.

MORRIS, C.A. et al. Selecting for resilience in Romney sheep under nematode parasite challenge, 1994–2007. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 53, n.1, p. 245–261, 2010.

NAVARRE, C.B.; PUGH, D.G. Enfermidades do Sistema Gastrointestinal. In; PUGH, D.G. **Clinica de Ovinos e Caprinos**. São Paulo: Roca, 2004, p. 99-103.

NUNES, A.P. et al. Estudo da variabilidade genética de resistência a nematódeos gastrintestinais em ovinos da raça Corriedale com marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.1, p.25-33, 2007.

O'CONNOR, L. J. et al. The effects of amount, timing and distribution of simulated rainfall on the development of *Haemonchus contortus* to the infective larval stage. **Veterinary Parasitology**, v. 146, n.1, p.90–101, 2007.

OLIVEIRA et al. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.11, p.1543-1549, 2008.

PINTO, J.M. et al. Relação entre o Peri-parto e a eliminação de ovos de nematóides gastrintestinais em cabras Anglonubiana naturalmente infectadas em sistema semi-extensivo de produção. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.17, n.1, p.138-143, 2008, Suplemento 1.

PIRES, L. C. 2009. **Estudo da diversidade genética entre populações caprinas com base em marcadores morfométricos**. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 2009.

RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 9ª edição, p. 1203-1214, 2002.

RAHMAN, W.A.; COLLINS, G.H. An association of faecal egg counts and prolactin concentrations in sera of parturient angora goats. **Veterinary Parasitology**, v.43, n.1-2, p.85-91, 1992.

RAMOS, C. I. et al. Resistência de parasitos gastrintestinais de ovinos a alguns anti-helmínticos no estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.3, p.473-477, 2002.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e Estatística na Análise de Experimentos e no Melhoramento Genético**. EMBRAPA, 2007, 561p.

RILEY, D.G.; WYK, J.A.V. Genetic parameters for FAMACHA[®] score and related traits for host resistance/resilience and production at differing severities of worm challenge in a Merino flock in South Africa. **Veterinary Parasitology**, v.164, n.1, p.44–52, 2009.

SASA, A. et al. Infecção helmíntica em ovelhas Santa Inês no periparto criadas na região do Pantanal brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 321-326, 2008.

SILVA, J.B. et al. Dynamics of gastrointestinal parasitoses in goats kept in organic and conventional production systems in Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 98, n.1, p.35–38, 2011.

SILVA, N.C.S. **Efeitos ambientais que interferem no endoparasitismo em matrizes da raça Anglonubiana em Teresina – Piauí**. 2010. 62 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, 2011.

SILVA, W.W. et. al. variação sazonal de nematóides gastrintestinais em caprinos traçadores no semi-árido Paraibano-Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.12, n.2, p71-75, 2003.

STEAR, M.J. et al. Detection of genes with moderate effects on disease resistance using ovine MHC and resistance to nematodes as an example. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.120, n.1, p.3–9, 2007.

STEAR, M.J. et al. The genetic basis of resistance to *Ostertagia circumcincta* in lambs. **Veterinary Journal**, v.154, n.1, p.111–119, 1997.

TORRES, T.S. **Modelos Bayesianos para avaliação genética da resistência**. 2015, 82fl. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, 2015.

TORRES-ACOSTA, J.F.J.; HOSTE, H. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v.77, n.1, p.159–173, 2008.

URQUHART, G. M. et al. **Parasitologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 2ª ed., 1996, 273p.

VIEIRA, L.S et al. **Resistência parasitária e método Famacha[®] como alternativa de controle de *Haemonchus Contotus* em pequenos ruminantes no Nordeste brasileiro**. Documentos 100, Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010, 28p.

VIEIRA, L.S. Alternativas de Controle da Verminose Gastrintestinal dos Pequenos Ruminantes. **Circular Técnica**, 29. EMBRAPA, Sobral-CE: CNPC. 2003. 10p.

WAKELIN, D.W. Genetic control of immunity to helminthes infections. **Parasitol Today**, v1, n.1, p.17–23, 1985.

4 CAPÍTULO I

ANALISE MULTIVARIADA PARA CARACTERIZAR NÍVEIS DE TOLERÂNCIA A NEMATOIDES GASTRINTESTINAIS EM FÊMEAS CAPRINA

ANALISE MULTIVARIADA PARA CARACTERIZAR TOLERÂNCIA FENOTÍPICA A NEMATÓIDES GASTRINTESTINAIS EM FÊMEAS CAPRINA

Pollyana Oliveira da Silva...

Resumo: Nessa pesquisa, com fêmeas naturalmente infectadas por nematóides gastrintestinais analisou-se a variação do OPG, grau de anemia, escore e comprimento corporal, Intervalo de partos, comprimento do animal adulto e peso da cria ao nascer, com o objetivo de caracterizar a sensibilidade a endoparasitismo na forma de resistência e/ou tolerância, com base em análise univariada e multivariada, centralizadas por exame direto (OPG). Utilizou-se informações de 2009 a 2015 do Banco de dados do rebanho caprino da UFPI, de 45 fêmeas mensuradas, respectivamente, durante a gestação, lactação, periparto, vazia no período seco e vazia no período chuvoso do ano. Comparou-se a resposta dos animais a infecção por dois critérios: a) formação de três grupos de 15 animais utilizando-se a soma de rank com o OPG nos estágios fisiológicos (Índice de Mulamba e Mock, 1978); b) formação dos grupos utilizando-se análise multivariada com as características OPG, ECC, grau de anemia, intervalo de partos, peso da cria ao nascer e comprimento corporal. No plano cartesiano com os componentes principais calculou-se a distância trigonométrica de cada fêmea a uma testemunha ideal, que foi usada para ordenar os animais e formar os três grupos. Para cada critério, analisou-se o $\log_{10}(\text{OPG}+100)$ com o efeito de grupo na parcela e de estágio fisiológico na subparcela. As médias comparadas pelo teste de Tukey. Repetiu-se essa análise com as demais características. Nos resultados constatou que a estratégia de ranquear fêmeas com base no OPG em diferentes estágios fisiológicos formou grupos distintos na característica $\log_{10}(\text{OPG}+100)$, porém nas demais características, apenas ECC houve diferenciação entre os grupos. Já com a análise multivariada observou-se variação entre os grupos de $\log_{10}(\text{OPG}+100)$, ECC, IEP e PCN, com os animais do terceiro grupo apresentando resultado inferior. Logo, concluir-se que a análise univariada detecta distinção entre animais com perfil de resistência e de sensibilidade a infecção por nematóides gastrintestinais e que a análise multivariada detecta tolerância diferenciada, se mostrando consistente para auxiliar na seleção de fêmeas para reposição no rebanho. **Palavras-chave:** Caprino. Seleção. Nematóides. Multicaracterística. Tolerância.

INTRODUÇÃO

Estudos tem demonstrado ser possível melhorar a resistência genética à maioria das doenças, embora haja dificuldade para verificar fenótipos de resistência em condições de campo (BISHOP; WOOLLIAMS, 2014). Dos fenótipos parasitológicos medidos a campo, a contagem de ovos por grama de fezes (OPG) pode não refletir o real número de helmintos adultos no animal, em virtude da reação do hospedeiro e das características próprias de cada espécie.

O valor de OPG depende, principalmente, da patogenicidade das espécies parasitas, por exemplo, se um animal é parasitado por *Haemonchus*, parasito hematófago, o principal achado clínico é a severa anemia em um curto período de tempo. Já o *Trichostrongylus*, que parasita animal adulto portadores de certo grau de resistência, põe relativamente poucos ovos em comparação com os que parasitam animais jovens.

Esse fator tem levado os estudos de caracterização de animais resistentes a endoparasitíssimos, focados em abordagens direta, a obtenção de animais com baixa produtividade a ponto de não apresentar diferença significativa quando comparados com os resistentes (BENVENUTI, 2011).

A integração de algumas tecnologias como recursos computacionais aliados a análise estatísticas específicas, pode ser usada para realçar o potencial dos animais em termos de resistência e ou tolerância aos parasitas associada a características produtivas. Os métodos de seleção univariadas, na maioria das vezes, não permitem a obtenção de ganho satisfatório (MARTINS et al., 2003). Assim o uso de índices de seleção para múltiplos caracteres possibilita a obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados, pela reunião de diversos atributos favoráveis (CRUZ et al., 2004).

Com essa pesquisa objetivou-se caracterizar a sensibilidade a endoparasitismo na forma de resistência e/ou tolerância, com base em análise univariada e multivariada, centralizadas por exame direto (OPG).

METODOLOGIA

Local

A pesquisa foi desenvolvida no rebanho caprino do Departamento de Zootecnia – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, localizado em Teresina - PI (latitude de 5°5'20" sul e longitude 42°48'07" oeste), local de clima tropical com inverno seco de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (Pell et al., 2007), com duas estações distintas: o período de chuvas (que ocorre no verão e outono) e o período seco (que ocorre no inverno e primavera).

A precipitação pluviométrica anual é irregular e distribuída, em sua maioria, no período de janeiro a maio. No último ano apresentou temperatura média anual de 27.6°C, sendo sistematicamente mais elevada no segundo semestre de acordo com AGRITEMPO, 2015 (Copyright dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia-INMET). A vegetação é bem distinta, com predominância de floresta mista, conhecida como mata de babaçu (NASCIMENTO et al., 1981).

Animais

Foram utilizadas 45 fêmeas caprinas, da raça Anglonubiana, em idade reprodutiva, submetidas ao sistema de criação semi-intensivo, com os animais indo ao pasto durante o dia e recolhidos ao aprisco suspenso para pernoite. O pastejo foi em área formada por

vegetação nativa consorciada com gramíneas cultivadas, prevalecendo o *Andropogon (Andropogon gayanus)*. Tiveram a disposição também pastagem formada por Tanzânia (*Panicum maximum*) para pisoteio e Tifton (*Cynodon spp*) sob forma de feno, além de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para corte e disponibilizado no cocho coletivo.

No aprisco receberam concentrado, para complementação ao manejo alimentar, sendo que: as matrizes gestantes e lactantes foram suplementadas com ração comercial na proporção de 1% do peso vivo, oferecida no cocho coletivamente e separadas por categorias. Disponibilizou-se também no aprisco água e sal mineral à vontade.

O manejo reprodutivo ocorreu de forma integrada com as fêmeas divididas em dois grupos, de forma que quando num grupo as matrizes estavam em estação de monta, no outro estava ocorrendo os partos, garantindo animais contemporâneos em termos de condição fisiológica, no período da seca e da chuva do ano.

No manejo sanitário adotou-se rotação de princípio ativo do antihelmíntico, através de teste de resistência, sendo que, de 2009 a 2015 foi feita a substituição do princípios ativo apenas uma vez, saindo de Albendazol e passando para Closantel. A utilizações de anti-helmíntico foi indicada de acordo com os exames de ovos por grama de fezes (OPG), sendo que todos animais foram tratados somente quando mais de 10% das matrizes apresentaram valor superior a 1000 OPGs (COSTA et al., 2011). Sistematizou-se também a rotação de pastejo, com as matrizes ocupando piquetes distintos de acordo com o seu estágio fisiológico.

Fenótipos

As características consideradas diretamente relacionadas a infecção por nematoides gastrintestinais utilizadas foram: OPG, grau de anemia e escore da condição corporal. Estas características foram mensuradas em média a cada 40 dias, sendo que a utilização de antihelmíntico só ocorria, se necessário, após a coleta dos dados. Além dessas características estimou-se o intervalo de parto das fêmeas, o peso da cria ao nascer (kg), relacionados ao desempenho dos animais, e o comprimento corporal médio (cm), na idade adulta, a partir de registros semestral no período janeiro de 2009 a julho de 2015.

As amostras de fezes dos animais foram colhidas diretamente da ampola retal, acondicionadas em saco plástico identificadas individualmente e levada ao Laboratório

de Sanidade Animal - LASAN da UFPI, onde as análises de OPG foram realizadas de acordo com a técnica de Gordon e Whitlock (1948), citada por Ueno et al. (1997).

O grau de anemia do animal foi avaliado utilizando o método Famacha[®], que consisti em atribuir nota de um a cinco à tonalidade da conjuntiva dos animais, correspondendo do vermelho rosado ao branco pálido, respectivamente, tendo como referência um cartão guia desenvolvido para utilização a campo e modificado por Molento et al. (2004).

O Escore da condição corporal foi determinado atribuindo-se notas de um a cinco (considerando um o animal muito magro e cinco o animal muito gordo) por três avaliadores distintos e considerada a média dos avaliadores (MACHADO et al., 2008).

Analises estatísticas

Para avaliar a resposta dos animais à infecção por nematoides, utilizou-se dois critérios estatísticos para formação de três grupos com 15 animais. O primeiro foi utilizar análise univariada com o índice de soma de rank de Mulamba e Mock (1978) para ordenar os animais com base no $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, mensurado nos mesmos animais em cinco condições fisiológicas distintas; o segundo critério foi utilizar análise multivariada por componentes principais com o $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ e outras cinco características, para a formação dos grupos.

Foi utilizado os dados das fêmeas em cinco estágios fisiológicos, sendo que na edição impôs-se a restrição da mesma fêmea apresentar pelo menos cinco coletas em cada condição fisiológica. O que resultou em 45 fêmeas com dados em todas suas fases do ciclo reprodutivo. Abaixo está a descrição dos cinco estágios fisiológico utilizados:

- 1- Gestação –coletas ocorridas no terço final da gestação até o parto;
- 2- Lactação – coletas ocorridas pós parto, até 120 dias do parto;
- 3- Periparto – coletas ocorridas entre oitenta dias antes e após o parto;
- 4- Vazia no período da seca – coletas de animais que não estavam gestantes e nem em lactação, ocorridas no período de seca (julho até janeiro);
- 5- Vazia no período chuvoso – coletas de animais que não estavam gestantes e nem em lactação, ocorridas no período de chuvoso (janeiro a junho).

Análise univariada

Para análise univariada utilizou-se a característica OPG transformada em $\text{Log}_{10}(\text{OPG} + 100)$ como forma de obtenção de normalidade por se tratar de uma resposta

muito instável, além de ser uma característica com tendência de distribuição agregada (TORRES, 2015).

Com os dados dos animais nas 5 condições fisiológicas descritas anteriormente, fez-se um índice de seleção com base na soma de ranks (MULAMBA; MOCK, 1978), que consiste em classificar os animais em relação a cada estágio em ordem favorável ao interesse de melhoramento, ou seja do menor valor de $\text{Log}_{10}(\text{OPG} + 100)$ para o maior. Uma vez classificadas, são somadas as ordens de cada animal, referentes a cada estágio fisiológico, resultando numa medida adicional tomada como índice de seleção, dada pela seguinte fórmula: $I = r_1 + r_2 + \dots + r_5$, onde I = valor do índice; r_j = classificação (ou rank) de um animal em relação a j -ésima $\text{Log}_{10}(\text{OPG} + 100)$.

Após o conhecimento dos índices formou-se três grupos de acordo com o rank: Os animais que apareceram da 1ª a 15ª colocação (Grupo 1), da 16ª a 30ª (Grupo 2) e da 31ª a 45ª (Grupo 3). Com os grupos formados fez-se análise de variância do $\text{Log}_{10}(\text{OPG} + 100)$, considerando-se um delineamento em parcela subdivida, com os três grupos na parcela e os cinco estágios fisiológicos nas sub-parcelas e 15 repetições cada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), utilizando-se o comando PROC GLM do software SAS (SAS, 2002).

Análise multivariada

Utilizando o mesmo banco de dados, realizou uma análise multivariada, com as características: OPG; grau de anemia; escore da condição corporal; intervalo entre partos (IEP); Peso ao nascer e comprimento corporal, submetidas à análise por Componentes Principais (ACP), realizada com auxílio do PROC PRINCOMP do SAS (SAS, 2002). Nessa análise as características foram padronizadas (auto-escalamento), de modo que cada uma ficou com média zero e variância 1, para assegurar o mesmo peso na análise e expressão de cada observação como número de desvios-padrão da média (MANLY, 2008).

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{\sigma(X_j)}, \text{ onde:}$$

- Y_{ij} = variável padronizada do individuo i , na característica j ;
- X_{ij} = valor observado no individuo i , na característica j ;
- \bar{X}_j = média estimada da característica j ;
- $\sigma(X_j)$ = desvio padrão da característica j .

O método de análise por componentes principais (CP), utilizando a matriz de correlação de Spearman, consiste em transformar um conjunto de variáveis $X_1, X_2,$

X_3, \dots, X_n em um novo conjunto de variáveis $Y_1(\text{CP}_1), Y_2(\text{CP}_2), Y_3(\text{CP}_3), \dots, Y_n(\text{CP}_n)$, sendo que cada componente principal torna-se uma combinação linear das características originais, com retenção decrescente de variância:

$$\text{CP}_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n = \sum_{j=1}^p a_{ij}Z_j, \text{ com } i \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

Os autovalores indicam o quanto da variância total o componente principal explica e os autovetores fornecem os coeficientes dos componentes principais, ou seja, a correlação da variância da característica com a do componente principal (MANLY, 2008).

Em seguida, adicionou-se às 45 fêmeas uma testemunha, animal com valores simulados nas características OPG, ECC e grau de anemia, intervalo de parto, peso ao nascer da cria e comprimento corporal, que correspondeu a média geral de todos os animais mais dois desvios-padrão. Utilizando-se planilha eletrônica, os valores das seis características foram transformados para uma nova escala (como desvio do maior valor em cada característica) e, com os dois primeiros componentes principais obtidos, calculou-se as coordenadas cartesianas dos 46 animais e os distribuiu em gráficos, de forma similar em cada arquivo. Em seguida calculou-se a distância no gráfico de cada fêmea para a Testemunha (por relação trigonométrica no plano cartesiano formado com os componentes CP1 e CP2) e, considerou-se que a melhor fêmea foi a que apresentou menor distância da testemunha no gráfico.

Com a nova característica “distância de cada animal para a testemunha”, fez-se um rank com as distâncias dos animais em relação a testemunha ideal, em ordem crescente, e dividiu-se novamente os grupos de acordo com a ordem classificação: 1ª a 15ª colocação no Grupo 1, da 16ª a 30ª no Grupo 2 e da 31ª a 45ª no Grupo 3. Com os grupos formados fez-se análise de variância considerando-se um delineamento em parcela subdividida, com os três grupos na parcela e os cinco estágios fisiológicos nas sub-parcelas e 15 repetições cada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), utilizando-se o comando PROC GLM do software SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a utilização do índice de rank (Índice de Mulamba e Mock, 1978) para ordenar cabras com base no $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, obtido nos mesmos animais em três estágios fisiológicos e em duas outras condições (cabra vazia durante o período seco e chuvoso do ano), constatou-se que ao separar os animais em três grupos, resultou em diferença estatística entre eles ($P > 0,05$).

O grupo um, formado por animais da 1ª à 15ª posição, apresentou a menor média de $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ e o grupo três (animais da 31ª à 45ª posição) a maior, 2,91 e 3,25, respectivamente (Tabela 1). Logo, pode-se considerar o grupo um como sendo formado pelos animais com maior grau de resistência e o três pelos mais sensíveis a nematoides gastrintestinais no rebanho.

Ao se comparar os grupos em cada estágio separadamente, esse resultado também foi observado nas coletas que ocorreram quando a cabra estava na condição fisiológica vazia no período chuvoso do ano e também durante o periparto. O grupo dois (animais da 16ª à 30ª posição) não diferiu do grupo três no estágio lactante ($P>0,05$), e também não diferiu do grupo um nos estágios gestante e vazia no período seco do ano.

Analisando-se os resultados dentro de cada grupo (Tabela 1), observou-se que as médias das coletas realizadas no mesmo animal nos cinco estágios fisiológicos, não diferiram estatísticas no grupo um ($P>0,05$). Porém, nos grupos dois e três, constatou-se diferença significativa, com manifestação de sensibilidade maior na lactação e no periparto ($P>0,05$). Portanto, é uma demonstração da capacidade dos animais do grupo um manter níveis mais baixos de infecção por nematoides gastrintestinais, em relação aos animais dos demais grupos.

Quando se leva em consideração que o animal se encontrou sob a ação hormonal específica de cada estágio, esse resultado é contrário às literaturas, nas quais há afirmações da existência de especificidade imunológica em cada estágio fisiológico, principalmente durante o fenômeno *springrise*, ou queda da imunidade no periparto, que eleva a quantidade de ovos por grama de fezes no final da gestação e início da lactação (STEAR et al., 1997; AHID et al., 2008; COSTA et al., 2011).

A diferença significativa constatada com a maior eliminação de ovos pelas matrizes dos grupos dois e três durante o periparto e também na lactação no grupo três ($P>0,05$), pode ser justificada pelas afirmações desses autores, que a queda na imunidade permite o desenvolvimento de larvas que se encontram em hipobiose, além do estabelecimento de novas, ou favorece o aumento da fecundidade de parasitas adultos existentes, que resulta em aumento no número de ovos eliminados nas fezes.

Porém, como no rebanho avaliado a fêmea na gestação e lactação foi suplementada com ração comercial, para manutenção da condição corporal, essa suplementação pode ter levado a um melhor desempenho no período de grande desafio,

que é a gestação, lactação e periparto, resultando na não diferenciação estatística dos animais no periparto em relação aos animais vazios.

Observou-se também não haver diferença entre animais quando se encontravam vazias no período da seca ou quando vazias no período chuvoso do ano. Esse resultado se deve, principalmente, ao manejo dos animais no campo, pois a constatação que não ocorrer diminuição do valor de OPG no período seco se deve à utilização de pastagens irrigadas, que permanecem contaminadas durante todo o ano (SILVA, 2010, BATISTA et al., 2014).

Os animais dos três grupos formados pelo índice de rank, com base no $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, também foram comparados por outras cinco características. Os resultados do grau de anemia e do Escore da condição corporal estão na Tabela 2, e do Intervalo entre partos (IEP), peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal da cabra (CC), registrados em períodos similares às determinações do OPG, estão na Tabela 3.

Verificou-se que os animais dos três grupos não diferiram nas características grau de anemia, IEP e PCN ($P>0,05$). Portanto, não acompanhando o comportamento do OPG que mostrou o grupo 1 com melhor resistência ao endoparasitismo, quando comparado ao grupo 2 e o 3 (Tabela 1) e formado pelo animais de maior comprimento corporal (Tabela 3), onde pode-se observar que o grupo um apresentou comprimento corporal igual 73,51cm e o grupo 3 igual a 69,13 cm.

Analisando-se os resultados da anemia dentro de cada grupo (Tabela 2), observou-se que as médias da mesma cabra nos grupos 1 e 2 não diferiram estatisticamente entre os cinco estágios fisiológicos avaliados ($P>0,05$). Porém, no grupo três constatou-se diferença significativa, com manifestação de menor anemia durante a gestação ($P>0,05$). Levando-se em consideração que os animais do grupo 3, encontram-se mais parasitados, essa anemia pode ser resultado do parasitismo, principalmente pelo gênero *Haemonchus*.

Esse grupo também apresentou animais com menor escore corporal (Tabela 2), mas conseguiram manter o desempenho em três características sem diferir entre os estágios avaliados ($P>0,05$), logo se assemelhando ao comportamento apresentado pelos animais do grupo 1 (menos parasitado). Esse resultado pode ser visto como indicativo de tolerância desses animais à infecção parasitária, pois, segundo Bishop (2010), a condição para receber essa classificação, é que o animal consiga manter um

desempenho, quando se encontram sob infecção elevada, como foi verificado nos animais desse grupo.

Ao se considerar as características, OPG, grau de anemia, escore e comprimento corporal, Intervalo de partos e peso da cria ao nascer em análise multivariada por componentes principais em cada estágio fisiológico, observou-se que os autovalores do primeiro e segundo componentes acumularam de 53 a 60% da variação dos dados (Tabela 4).

De acordo com os autovetores associados a cada componente principal, verificou-se que o OPG apresentou influência variando de 0,39 a 0,58 no primeiro componente e de 0,02 a 0,51 no segundo componente, sendo que nas análises de fêmeas vazias no período seco e vazias no período chuvoso apresentou os menores autovetores (0,02 e 0,09 respectivamente). Apesar de apresentar autovetores expressivos, o OPG não foi considerado o maior influenciador em nenhum dos cinco estágios fisiológicos.

Na gestação, lactação e no periparto os maiores autovetores encontrados nos CP1 foi para o comprimento corporal (0,57; 0,47 e 0,54 respectivamente). No CP2 a gestação apresentou maior variação do grau de anemia (0,55), na lactação foi o peso da cria ao nascer (0,46) e no periparto foi o intervalo de parto (0,55). Nas fêmeas vazias os autovetores que mais influenciaram o CP1 foi o grau de anemia (0,59) e o peso das crias ao nascer, respectivamente para período chuvoso e seco. E no CP2 foi o peso da cria ao nascer (0,65) e intervalo de partos (0,82).

A análise multivariada utilizada para formar os três grupos, com base na distância de cada uma para testemunha, demonstrou que os grupos um e dois diferiram estatisticamente do grupo três ($P > 0,05$) na média geral da característica $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, que apresentou maior infecção por nematoides gastrintestinais (Tabela 5). Esse resultado pode ser observado também quando as matrizes se encontravam nos estágios fisiológicos gestantes, lactantes e periparto.

O grupo um formado pela análise multivariada não apresentou diferença estatística no $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ entre os estágios fisiológicos ($P > 0,05$), se assemelhando ao que foi observado com utilização do índice de rank de Mulamba e Mock (1978), apresentado na Tabela 1. Já no grupo dois constatou-se a tendência dos animais lactantes e no periparto apresentar maior $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$.

Na Tabela 5 pode-se observar que a característica grau de anemia não diferiu estatisticamente entre os grupos ($P > 0,05$) na média geral. E, animais gestantes foi único

estágio fisiológico que apresentou diferença estatística entre os grupos, com os animais do grupo dois apresentando maior grau de anemia (3,43). Comparando esse resultado com o obtido pelo índice de rank, ambos apresentaram praticamente os mesmos resultados.

Continuando a análise das características de desempenho (Tabela 6) dos grupos formados pelo método multivariado, constatou-se que o grupo três com a menor média geral do escore corporal (2,31), diferiu dos demais ($P > 0,05$), similarmente ao que ocorreu quando as matrizes estavam vazias no período da seca. Na lactação o grupo um apresentou maior ECC (2,26), diferindo dos demais. Quando comparou-se os estágios fisiológicos dentro de cada grupo, observou-se que os animais lactantes e no periparto foram os que apresentaram menor condição corporal.

Para as características IEP e PCN (Tabela 7) constatou-se diferença entre os resultados dos dois critérios de formação dos grupos, sendo que pela análise multivariada, o grupo um se destacou apresentando menor intervalo de parto (319,73) e maior peso da cria (3,65). Já com relação a comprimento corporal, o resultado foi semelhante.

Assim, apesar do índice de rank resultar na formação de grupos bem definidos em relação ao $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, esse método não foi eficiente para mostrar se os animais mais sensíveis aos nematoides gastrintestinais são menos produtivos. Logo, a seleção com base no agrupamento pelo índice de rank levando em consideração, apenas o $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$, há a possibilidade de contemplar maior resistência a nematoides gastrintestinais, porém prejudicar características de desempenho.

Já o índice formado pela análise multivariada conseguiu agrupar animais que se mostraram mais sensíveis e apresentaram-se menos produtivos ao mesmo tempo. Os animais que apresentavam $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ alto, mas com bom desempenho nas características produtivas, foram incluídas nos demais grupos, principalmente no grupo dois, e visto como indicação de resiliência.

Como nesse estudo utiliza-se dados longitudinais, com os animais permanentemente em condições desafiadoras impostas pela presença de parasitas em nível elevado, considera-se que esse resultado é um indicativo de expressão de grau diferenciado de tolerância dos animais à infecções por nematóides gastrintestinais, pois, apesar da oscilação no OPG de um estágio fisiológico para outro, não está se refletindo no desempenho dos animais.

A esse respeito, segundo Bishop (2012), a tolerância só pode ser expressa se o animal se apresentar infectado, sob um nível específico de prevalência da infecção, sendo considerado tolerante ao parasita aquele que apresentar melhor desempenho num produto. A seleção de animais tolerantes também é vantajosa ao produtor, pois como ele consegue manter níveis produtivos, mesmo sobre alta contaminação, haverá uma diminuição do uso de antihelmíntico.

No entanto outras condições, além da resistência dos animais a nematódeos, interferem na relação hospedeiro/parasito nessas condições fisiológicas, como a ingestão de suplementação alimentar, em particular ricas em proteína e energia, pois os recursos metabólicos sendo direcionados para combater os efeitos fisiopatológicos da infecção, aumentam a tolerância dos animais (COOP; KYRIAZAKIS, 2001; KNOX et al., 2006).

A resistência é a capacidade do hospedeiro exercer controle sobre o ciclo de vida do patógeno, sendo consideradas como seus indicadores as medidas que indicam o nível de carga parasitária, como o OPG. Assim, com base nessa pesquisa, quando se almeja a seleção de animais mais resistentes recomenda-se a análise univariada, mas quando pretende-se também a seleção de animais mais tolerantes, a análise multivariada se adequa melhor (BISHOP, 2012).

CONCLUSÕES

A estratégia de ranquear fêmeas caprinas com base no OPG em diferentes estágios fisiológicos detecta distinção entre animais com perfil de resistência e de sensibilidade a infecção por nematoides gastrintestinais na raça Anglonubiana.

A estratégia de ranquear fêmeas caprinas com análise multivariada por componentes principais com dados longitudinais do OPG e de características de desempenho detecta tolerância diferenciada a infecção por nematoides gastrintestinais em fêmeas da raça Anglonubiana, se mostrando consistente para auxiliar na seleção de fêmeas para reposição com animais do rebanho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO - Sistema de monitoramento agrometeorológico. **Dados meteorológicos do Piauí**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br>, acessado em: 1 de outubro de 2015, as 14:20.

AHID, S. M.M. et al. Parasitos gastrintestinais em caprinos e ovinos da região oeste do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 212-218, 2008.

BASTOS, E.A.; ANDRADE JUNIOR, A.S. Boletim Agrometeorológico do Ano de 2005 para o Município de Teresina, PI. **Circular Técnica**, 132. EMBRAPA, Teresina-PI: Meio-Norte. 2006. 31p.

BATISTA, J.F. Endoparasitismo gastrintestinal em cabras da raça Anglonubiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.2, p.318-326, 2014.

BENVENUTI, L.C. 2011. **Caracterização fenotípica de caprinos mestiços resistentes e susceptíveis a verminose gastrintestinal no nordeste do Brasil**. Programa de Mestrado em zootecnia da Universidade do Vale do Acaraú, 100fl, 2011

BISHOP, S.C.; WOOLLIAMS, J. A. Genimics and disease resistance studies in livestock. **Livestock Science**, v.166, p. 190-198, 2014.

BISHOP, S.C. A consideration of resistance and tolerance for ruminant nematode infections. **Frontiers in Genetics**, v.3, n.168, 2012.

COOP, R.L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. **Trends in Parasitology**, v.17, p.325–330, 2001.

COSTA, V.M.M. et al. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p.65-71, 2011.

CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. v.1. 480p.

KNOX, M.R. et al. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.139, p.385–393, 2006.

MACHADO, R. et al. Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes. **Circular Técnica**, 57. Embrapa Pecuária Sudeste: São Carlos, SP, 16p, 2008.

MANLY, B.F.J. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Tradução Sara Ianda Carmona, 3ª ed, Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARTINS, I.S. et al. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, p.327-333, 2003.

MOLENTO, M.B. et al. Método FAMACHA® como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1139-1145, 2004.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.

NASCIMENTO, H.T.S. et al. Produtividade de pastagens nativa da “Zona de Mimoso” e da “Zona de Agreste”. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, P.2, 1980, Teresina. **Anais...Teresina**: EMBRAPA/UEPAE. p.145-51, 1981.

SAMPAIO, I.B.S. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3ª Ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2007. v.1. 264p.

SAS. **Statistical Analysis System**. SAS Circle. SAS Institute Inc., Cary, NC.2002.

SILVA, N.C.S. **Efeitos ambientais que interferem no endoparasitismo em matrizes da raça Anglonubiana em Teresina – Piauí**. 2010. 62 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, 2011.

STEAR, M.J. et al. The genetic basis of resistance to *Ostertagia circumcincta* in lambs. **Veterinary Journal**, v.154, p.111–119, 1997.

UENO, H.; et al. **Diagnóstico prático para verminose de caprinos**: aproveitamento da técnica de coprocultura quantitativa. Tóquio: Japan International Cooperation Agency, Technical Information, 1997, 7 p.

Tabela 1-Média do $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$ de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na mesma cabra em cada estágio fisiológico ocorridos de 2009 a 2015

Grupos	$\text{Log}_{10}(\text{OPG}+100)$					Média do grupo
	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso	
1	2,83 ^{aB}	3,01 ^{aB}	2,95 ^{aC}	2,90 ^{aB}	2,87 ^{aC}	2,91 ^C
2	2,94 ^{cB}	3,25 ^{aA}	3,15 ^{abB}	3,00 ^{bcB}	3,02 ^{bcB}	3,07 ^B
3	3,12 ^{bA}	3,36 ^{aA}	3,31 ^{aA}	3,27 ^{abA}	3,19 ^{abA}	3,25 ^A

^a Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$);

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

Tabela 2 - Médias do grau de anemia pelo Famacha e do escore da condição corporal, de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na cabra em cada estágio fisiológico ocorridos de 2009 a 2015

Grupos	Grau de anemia pelo Famacha (valor de 1 a 5)					Média do grupo
	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso	
1	3,21 ^{aA}	3,41 ^{aA}	3,31 ^{aA}	3,43 ^{aA}	3,27 ^{aA}	3,34 ^A
2	3,35 ^{aA}	3,54 ^{aA}	3,43 ^{aA}	3,23 ^{aA}	3,14 ^{aA}	3,34 ^A
3	3,09 ^{bA}	3,63 ^{aA}	3,36 ^{abA}	3,47 ^{abA}	3,33 ^{abA}	3,38 ^A

Grupos	Escore da Condição Corporal (valor de 1 a 5)					Média do grupo
	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso	
1	2,55 ^{abA}	2,19 ^{cA}	2,32 ^{bcA}	2,49 ^{abcA}	2,73 ^{aA}	2,46 ^A
2	2,69 ^{aA}	2,18 ^{cA}	2,35 ^{bcA}	2,55 ^{abA}	2,67 ^{aA}	2,49 ^A
3	2,51 ^{aA}	2,13 ^{bA}	2,22 ^{abA}	2,47 ^{aA}	2,57 ^{aA}	2,37 ^B

^a Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$);

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

Tabela 3- Médias do Intervalo de partos (IEP), Peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal (CC) de cabras do rebanho da UFPI de grupo de 15 animais, que foram formados depois de ordená-los com o Índice da soma de rank de Mulamba e Mock (1978) pelo OPG mensurado na esma em cada estágio fisiológico

Grupos	IEP	PCN	CC
1	245,67 ^A	3,37 ^A	73,51 ^A
2	352,13 ^A	3,28 ^A	71,75 ^{AB}
3	381,60 ^A	3,17 ^A	69,13 ^B

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

Tabela 4 - Autovalores da análise de componentes principais com as características Log₁₀(OPG+100), grau de anemia pelo Famacha, escore da condição corporal, intervalo de partos (IEP), Peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal (CC), de cabras da raça Anglonubiana

	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso
CP1 variância (autovalor)	1,87	2,21	2,11	1,62	2,36
CP2 variância (autovalor)	1,31	1,05	1,08	1,56	1,23
Porcentagem acumulada	53	54	54	53	60

*CP1 componente principal 1; componente principal 2

Tabela 5 – Média do Log₁₀(OPG+100) de cabras do rebanho da UFPI em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas características avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2

Grupos**	Log ₁₀ (OPG+100)					Média do grupo
	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso	
Grupo 1	2,95 ^{aB}	3,17 ^{aB}	3,10 ^{aB}	2,97 ^{aA}	3,01 ^{aA}	3,04 ^B
Grupo 2	2,97 ^{bAB}	3,22 ^{aAB}	3,14 ^{abAB}	2,93 ^{bA}	2,92 ^{bA}	3,04 ^B
Grupo 3	3,11 ^{bcA}	3,33 ^{aA}	3,27 ^{abA}	3,15 ^{abcA}	3,02 ^{cA}	3,18 ^A

^a Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05);

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

Tabela 6 - Médias do grau de anemia pelo Famacha e do escore da condição corporal de cabras da raça Anglonubiana, em cinco estágios fisiológicos, dentro de grupo com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas características avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2

Grupos	Anemia pelo Famacha (valor de 1 a 5)					Média do grupo
	Gestante	Lactante	Periparto	Vazia na seca	Vazia per. chuvoso	
1	3,05 ^{aB}	3,41 ^{aA}	3,29 ^{aA}	3,21 ^{aA}	3,37 ^{aA}	3,27 ^A
2	3,43 ^{aA}	3,55 ^{aA}	3,50 ^{aA}	3,27 ^{aA}	3,16 ^{aA}	3,38 ^A
3	3,18 ^{aAB}	3,63 ^{aA}	3,37 ^{aA}	3,65 ^{aA}	3,21 ^{aA}	3,41 ^A
Escore da Condição Corporal (valor de 1 a 5)						
1	2,64 ^{aA}	2,26 ^{bA}	2,41 ^{abA}	2,63 ^{aA}	2,63 ^{aA}	2,51 ^A
2	2,65 ^{aA}	2,15 ^{cAB}	2,30 ^{bcA}	2,57 ^{abA}	2,79 ^{aA}	2,49 ^A
3	2,47 ^{aA}	2,05 ^{bB}	2,19 ^{bA}	2,31 ^{abB}	2,54 ^{aA}	2,31 ^B

^a Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05);

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

Tabela 7 - Médias do Intervalo de partos (IEP), Peso da cria ao nascer (PCN) e comprimento corporal (CC), de cabras da raça Anglonubiana em três grupos com 15 animais, formados com base na “distancia no gráfico” de cada fêmea a uma testemunha (animal simulado com valores entre as médias a mais ou menos dois desvio padrão nas características avaliadas), plotados num plano cartesiano com os Componentes Principais CP1 e CP2

Grupos	IEP	PCN	CC
1	319,73 ^B	3,65 ^A	74,11 ^A
2	360,40 ^{AB}	3,29 ^B	71,47 ^{AB}
3	399,27 ^A	2,87 ^C	68,81 ^B

^A Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

** Grupos 1 a 3 - Cabras da 1^a a 15^a colocação, da 16^a a 30^a e da 31^a a 45^a, respectivamente

5 CAPÍTULO II

DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS ANGLONUBIANAS INFECTADAS NATURALMENTE POR NEMATOIDES GASTRINTESTINAIS

DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS ANGLONUBIANAS INFECTADAS NATURALMENTE POR NEMATÓIDES GASTROINTESTINAIS

Pollyana Oliveira da Silva...

Resumo: Com a tecnificação da caprinocultura novos estudos epidemiológicos das infecções por nematoides gastrintestinais são necessários, no intuito de auxiliar seu controle e diminuir a utilização de antihelmíntico. O estudo objetivou verificar a influência da infecção por nematoides gastrintestinais nas taxas de gestação, em caprinos. A pesquisa foi desenvolvida no rebanho caprino do Departamento de Zootecnia – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, localizado em Teresina – PI, com os animais submetidos a criação semi-intensiva. Durante o período do experimento não houve utilização de antihelmíntico e os animais foram divididos em dois grupos, para formação de duas estações de monta natural. As características estudadas foram: OPG (transformado para a escala $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+1)$), grau de anemia (indicada pelo método Famacha[®]) e escore da condição corporal. Com as coletas realizadas no início das duas estações de montas do ano de 2012, totalizando 65 animais. Observa-se que as médias dessa característica são próximas quando se analisou os dados dividindo-se as fêmeas em dois grupos (“gestaram” e “não gestaram”) e que o contraste fêmeas que “gestaram” vs “não gestaram” não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) para nenhuma das características. Logo a infecção por nematoides gastrintestinais não interfere na gestação das fêmeas caprinas, assim como o escore da condição corporal e o grau de anemia, pelo método Famacha[®].

Palavras-chave: Adaptabilidade. Caprinos. Nematóides. Taxa de gestação.

INTRODUÇÃO

No Brasil o efetivo caprino é formado por 9.313 milhões de animais, com um aumento de 1,6 % quando comparada os anos de 2009 e 2010, sendo a região nordeste a maior produtora com efetivo acima de 90% do total nacional (IBGE, 2010).

A exploração desses pequenos ruminantes em pastagens irrigadas pode ser uma estratégia de produção importante para o semiárido brasileiro. Entretanto, tais condições também são favoráveis a manutenção de significativa infestação de larvas de helmintos nas pastagens (SILVA, 2010), responsáveis por infecções nesses animais e conseqüentemente perdas econômicas. Levado a altas taxas de mortalidade e queda no desempenho produtivo dos animais, pois os endoparasitos promovem a diminuição do consumo voluntário de alimento e prejuízos a digestão e absorção de nutrientes (AMARANTE et al., 2007).

Dentre as conseqüências da alta infecções por nematoides gastrintestinais podemos citar, o retardo do crescimento, perda de peso, redução do consumo de alimento, baixa fertilidade e até mesmo alta taxa de mortalidade (VIEIRA, 2005), além

de levar aos aumentos nos custos com mão de obra e uso de medicamentos (MOLENTO et al., 2004; MOLENTO et al., 2009).

Na caprinocultura estudos antigos ligados ao manejo sanitário envolvendo fatores genéticos, nutricionais e reprodutivos, ainda estão, de alguma forma, sendo associadas diretamente a intensidade das infecções parasitárias (Neves, 2010). Sendo que o conhecimento de aspectos epidemiológicos da infecção, nas condições atuais de criação, poderá implicar no aumento da vida útil dos fármacos atualmente utilizados, conseqüentemente, ao se reduzir a utilização de antihelmíntico contribuirá para preservar a susceptibilidade dos parasitas (LIMA et al., 2010).

Em contrapartida da resistência dos nematoides gastrintestinais aos antihelmíntico, os caprinos também tendem a se tornar tolerantes aos parasitas, principalmente em decorrência da utilização de critérios de seleção capaz de identificar animais com resposta diferenciada de resistência aos parasitas. Considerando-se a perspectiva que hospedeiro e parasita veem sofrendo mudança genética, abre a necessidade para o reestudo das perdas produtivas ocasionadas por essa infecção. Levando em consideração esse pensamento, com o estudo objetivou-se verificar a influência da infecção por nematoides gastrintestinais de caprinos, nas taxas de gestação.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no rebanho caprino do Departamento de Zootecnia – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, localizado em Teresina - PI (latitude de 5°5'20" sul e longitude 42°48'07" oeste), local de clima tropical com inverno seco de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (PELL et al., 2007) com duas estações distintas: o período de chuvas (que ocorre no verão e outono) e o período seco (que ocorre no inverno e primavera). A precipitação pluviométrica anual é irregular e distribuída, em sua maioria, no período de janeiro a maio. Apresentou temperatura média anual de 29°C no ano de 2012, sendo sistematicamente mais elevada no segundo semestre de acordo com AGRITEMPO, 2015 (Copyright dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia-INMET). A vegetação é bem distinta, com predominância de floresta mista, conhecida como mata de babaçu (NASCIMENTO et al., 1981).

Foram utilizadas fêmeas caprinas da raça Anglonubiana, submetidos ao sistema de criação semi-intensivo, descrito a seguir: os animais vão ao pasto durante o dia em

área formada por vegetação nativa consorciada com gramíneas cultivadas, prevalecendo o *Andropogon (Andropogongayanus)* e são recolhidos no fim do dia para o aprisco suspenso. Como complementação ao manejo alimentar, as matrizes são suplementadas com ração comercial, oferecida no cocho coletivamente e separadas por categorias (vazias, gestantes, lactantes e crias). É também disponibilizado no aprisco, água e sal mineral à vontade.

O manejo reprodutivo, com monta natural, ocorreu com as fêmeas divididas em dois grupos: o primeiro grupo entrou em estação de monta no primeiro semestre do ano e o segundo no segundo semestre. Fora da estação de monta o reprodutor fica isolado das fêmeas. As estações de monta tiveram 50 dias de duração e o diagnóstico de gestação foi realizado 30 dias após o fim da estação de monta, sendo que todas as fêmeas diagnosticadas positivas levaram a gestação a termo. Durante o experimento não foi feita a utilização de antihelmíntico para os animais.

As características utilizadas para identificar a infecção por nematoides gastrintestinais foram: OPG (transformado para a escala Log), grau de anemia (indicada pelo método Famacha[®]) e escore da condição corporal.

As coletas foram realizadas no início das duas estações de montas do ano de 2012, totalizando 65 animais. As amostras de fezes dos animais foram colhidas diretamente da ampola retal, acondicionada em saco plástico identificadas individualmente e levada ao Laboratório de Sanidade Animal - LASAN da UFPI, onde as análises de ovos por grama de fezes (OPG) foram realizadas de acordo com a técnica de Gordon e Whitlock (1948), citada por Ueno et al. (1997). Também foram preparadas coproculturas para a identificação dos gêneros de endoparasitas prevalentes (Roberts; O'Sullivan, 1950).

O grau de anemia do animal foi avaliado utilizando o método Famacha[®], que consisti em atribuir nota de um a cinco à tonalidade da conjuntiva dos animais, correspondendo do vermelho rosado ao branco pálido, respectivamente, tendo como referência um cartão guia desenvolvido para utilização a campo e modificado por Molento et al., 2004. O Escore da condição corporal foi determinado atribuindo-se notas de um a cinco (considerando um o animal muito magro e cinco o animal muito gordo) por três avaliadores distintos e considerado a média dos avaliadores (MACHADO et al., 2008).

Para as análises estatísticas, o OPG foi transformado em $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+1)$ como forma de obtenção de normalidade por se tratar de uma resposta muito instável, além de

ser uma característica com tendência de distribuição agregada (SAMPAIO, 2007). Após a transformação a análise estatística foi realizada utilizando modelo Log-Linear para dados de contagem, por meio do procedimento GENMOD, sob distribuição de binomial. A variável dependente foi o estágio fisiológico (gestou ou não gestou) e as variáveis independentes foram: LogOPG+1, Grau de anemia, Escore da condição corporal (ECC). Todas as análises foram realizadas por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2002).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Nos exames parasitológicos foram encontrados ovos de parasitas da Superfamília Trichostrongylidae e presença de oocisto. A coprocultura demonstrou que os animais estavam com uma infecção mista, por parasitos dos gêneros *Haemonchus* (73,5%), *Trichostrongylus* (21,3%) e *Oesophagostomum* (5,2%).

Na tabela 1 estão apresentadas as estatísticas da análise descritiva dos resultados com a média e desvio padrão das variáveis estudadas, demonstrando que durante as estações de monta avaliadas esses animais encontravam-se infectados (média de $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+1)$ 3,10, que é equivalente a 1300 OPG). De acordo com a estatística Z (Tabela 2), o contraste fêmeas que “gestaram” vs “não gestaram” não diferiu estatisticamente ($P>0,05$). Além disso, observou-se nos dados na escala original quatro animais com OPGs entre 7400 a 8900 que gestaram.

Tabela 1- Análise descritiva dos resultados com a média e desvio padrão de $\text{Log}_{10}(\text{OPG}+1)$, Escore da Condição Corporal (ECC) e grau de anemia, de matrizes caprina durante a estação de monta

Características	Média \pm DP	Gestaram (72,3%)	Não gestaram (27,7%)
	Total		
$\text{Log}_{10}(\text{OPG}+1)$	3,10 \pm 0,49	3,07 \pm 0,46	3,18 \pm 0,56
ECC	2,20 \pm 0,54	2,20 \pm 0,52	2,18 \pm 0,61
Grau de anemia	3,91 \pm 0,70	3,85 \pm 0,81	4,06 \pm 0,24

Uma explicação para o bom desempenho reprodutivo pode estar relacionado ao fato dos animais receberem uma alimentação com altos nível de proteína (em média 16%), o que pode aumentar a capacidade de tolerar as consequências adversas do parasitismo. A nutrição adequada pode limitar o estabelecimento de larvas infectantes,

o desenvolvimento e a fecundidade dos nematódeos e, até mesmo, provocar a eliminação dos parasitos já estabelecidos no trato gastrointestinal. (COOP; KYRIAZAKIS, 2001; BRUNET et al., 2007). Dietas com teor elevado de proteína e energia propiciam melhor eficiência na resposta imunológica, aumentando a capacidade de resistência à infecção durante o tempo em que os recursos metabólicos estão direcionados para lidar com os efeitos fisiopatológicos da infecção (BRICARELLO et al., 2005; KNOX et al., 2006; TORRES-ACOSTA; HOSTE et al., 2008).

Segundo Molento, et al. (2013), para que haja uma melhor implantação da oferta alimentar, o rebanho deve ser manejado por categorias, o que favorece a disponibilidade de nutrientes de acordo com as necessidades nutricionais de cada grupo. O rebanho estudado vem sendo manejado por categorias, de acordo com o estado fisiológico e a idade dos animais, e suplementado com ração comercial com 16% de proteína, o que favoreceu um melhor aproveitamento nutricional e com isso aumentando sua tolerância a parasitose.

Além do efeito da suplementação alimentar, há também a possibilidade da ocorrência de adaptação do hospedeiro ao patógeno, que não deve ser confundida com resistência a parasitose, pois para se desenvolver são necessários níveis elevados de incidência do patógeno (BISHOP, 2012). De acordo com Maia (2012) os hospedeiros e parasitos co-evoluem em uma disputa perpétua envolvendo adaptações e contra adaptações de modo a manter suas adequações aos ambientes no qual compartilham, o que leva a ocorrência controvérsias na literatura ao reavaliarem aspectos epidemiológicos das enfermidades. Elevada incidência desses parasitos tem sido uma constante no rebanho que foi justificado Silva (2011) e reafirmado por Campelo et al. (2014), como decorrente da utilização de pastejo em áreas irrigadas durante a época seca do ano, com isso limitando a capacidade da temperatura elevada no período seco na região, reduzir o nível de infestação na pastagem.

A média do escore da condição corporal apresentou-se abaixo do considerado ideal (Tabela 1) para estação reprodutiva de fêmeas de pequenos ruminantes, segundo Aragão et al., (2011) e machado et al. (2008), que considera um ECC ideal nessa fase entre 3 e 4. No entanto os animais apresentaram bom desempenho reprodutivos, com uma taxa de gestação de 72% (47/65), valor este que está de acordo com as literaturas consultadas, visto que em caprinos, embora a taxa de concepção determinada pela presença de embriões clivados no oviduto, seja relativamente alta entre 90 e 95%

(COFFEY; BRITT, 1993), a mortalidade embrionária durante os primeiros 30 dias de gestação também é elevada 40% (MARTINEZ et al., 1998), portanto sendo aceitável uma taxa de gestação mínima de 60%. Porém essa característica deve ser sempre acompanhada em busca de melhorar escore, pois representa grande influência nos setores produtivos e reprodutivos, sendo responsável pelas reservas corporais que serão utilizadas no terço final da gestação, início da lactação e em condições alimentares adversas, além da subnutrição afetar a taxa de concepção, podendo levar ao anestro (SOARES et al., 2012).

Tabela 02 - Análises de equações generalizadas (GEE) do estágio fisiológico em função do $\text{Log}_{(\text{OPG}+1)}$, Escore da Condição Corporal (ECC) e grau de anemia, de matrizes caprina durante a estação de monta

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Limite de confiança (95%)		Estatística Z	Pr > Z
Intercepto	-0.0095	1.4108	-2.775	2.7556	-0.01	0.9946
ECC	0.0005	0.0002	-0.0001	0.0008	2.82	0.0048
Grau de anemia	0.0010	0.0006	-0.0002	0.0021	1.64	0.1018
$\text{Log}_{(\text{OPG}+1)}$	0.0008	0.0002	0.0004	0.0012	3.87	0.0030

O grau de anemia estimado pelo método Famacha[®] apresentou uma média considerada possível de aplicação de antihelmíntico (Tabela 1), de acordo com as recomendações do cartão desenvolvido por Molento (2004), porém sem diferença estatística de acordo com a estatista Z com para fertilidade das fêmeas (Tabela 2).

Portanto, considera-se que não houve associação significativa entre as características estudadas e a fertilidade das fêmeas (Tabela 2). O que contradiz as literaturas que afirmam haver uma redução na fertilidade das fêmeas de pequenos ruminantes com a elevação da infecção por nematoides gastrintestinais (CHARLES, 1989; VIEIRA et al. 1997; 2005; 2008). Levando-se em consideração as mudanças climáticas, assim como o fato dos animais e parasitas estarem sujeitos a modificação a cada ano, novos estudos sobre a epidemiologia dessa doença devem ser realizados, pois o modo de criar pequenos ruminantes evoluiu muito, novas técnicas de manejo sanitário e nutricional tem contribuído para o controle desses parasitos.

CONCLUSÃO

A infecção por nematóides gastrintestinais não interferiu na fecundação embrionária das fêmeas caprinas durante estação de monta natural.

REFERENCES

AGRITEMPO - Sistema de monitoramento agrometeorológico. **Dados meteorológicos do Piauí**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br>, acessado em: 1 de outubro de 2015, as 14:20.

AMARANTE, A.F.T.; SALES, R.O. Controle de endoparasitoses dos ovinos: Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, 01, 02, 14-36, 2007.

ARAGÃO, I. M. A.; MATOS, R. S.; SALLUM, W. B. **Manual de Criação de Caprinos e Ovinos**. 1.ed., p. 71. Brasília: CODEVASF, 2011.

BISHOP, S.C.. A consideration of resistance and tolerance for ruminant nematode infections. *Front. Livest. Genomics*, 3, 168, 2012.

BRICARELLO, P. A. et al. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. **Small Ruminant Research**, 51, p.73-81, 2004.

BRUNET, S. et al. The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in the presence of a tanin-rich plant extract (sainfoin) both in vitro and in vivo. **Parasitology**, 134, 1, 1253-1262, 2007.

CAMPELO, J. E. G. et al. Goat health management to reduce gastro-intestinal parasitism.. In: 51ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia., 2014, Aracajú. 51ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia.. Viçosa: Editora da UFV, 2014.

CHARLES T.P.; POMPEU J.; MIRANDA D.B. Efficacy of three broadspectrum anthelmintics against gastrointestinal nematode infections of goats. **Veterinary Parasitology**. v34, p. 71-75, 1989.

COFFEY, M.T.; BRITT, J.H. Enhancement of sow reproductive performance by beta-carotene or vitamin A. **Journal of Animal Science**. 71, 1, 1198–1202,1993.

COOP, R.L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. Trends. **Parasitology**, 7, 6, 325-330, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, 38, 1-65, 2010.

KNOX, M.R. et al. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, 139, 385–393, 2006.

LIMA, M. M. et al. Eficácia da moxidectina, ivermectina e albendazole contra helmintos gastrintestinais em propriedades de criação caprina e ovina no estado de Pernambuco. **Ciência Animal Brasileira**, 11, p. 94-100, 2010.

MACHADO, R. et al. Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes. **Circular Técnica**, 57. Embrapa Pecuária Sudeste: SP, 16p, 2008.

MAIA, R.S. Alterações cognitivas de ratos infectados com *Toxoplasma gondii*. 2012, 61fl.. **Dissertação**. UFRGN, pós-graduação em psicobiologia. 2012.

MARTINEZ, M.F.; BOSCH,R.A. Determination of the early pregnancy and embryonic growth by transrectal ultrasound scanning. **Theriogenology**. 49, p. 1555-1565, 1998.

MOLENTO, M.B. et al. Método FAMACHA® como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, 34, 4, 1139-1145, 2004.

MOLENTO, M.B. et al. Alternativas para o controle de nematoides. **Arquivos do Instituto Biológico**, 80, 2, 253-263, 2013.

NASCIMENTO, H.T.S. et al. Produtividade de pastagens nativa da “Zona de Mimoso” e da “Zona de Agreste”. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, P.2, 1980, Teresina. **Anais...Teresina**: EMBRAPA/UEPAE. 145-51, 1981.

NEVES, M.R.M. **Utilização de marcadores fenotípicos para caracterização de ovinos mestiços Santa Inês naturalmente infectados com nematóides gastrintestinais**. 2010. 71 f. Dissertação (Pós-graduação em Zootecnia), Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2010.

M. C. PEEL; B. L. FINLAYSON; T. A. MCMAHON. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, European Geosciences Union, 2007, 4 (2), pp.439-473. <hal-00298818>

ROBERTS, F.H.S.; O'SULLIVAN, J.P. Methods for egg counts and larval cultures for *Strongyles* infesting the gastrointestinal tract of cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, 1, 99-102, 1950.

SAMPAIO, I.B.S. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3ª Ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2007. 1. 264p.

SAS. **Statistical Analysis System**. SAS Circle. SAS Institute Inc., Cary, NC.2002.

SILVA, N.C.S. **Efeitos ambientais que interferem no endoparasitismo em matrizes da raça Anglonubiana em Teresina – Piauí**. 2010. 62 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, 2011

SOARES, L.S.U.; Wommer, t.p.; Hastenpflug, m. Dinâmica de peso, escore de condição corporal e grau famacha em ovelhas de diferentes idades e gestantes. **Revista Agrarian**, 5, 15, 68-74, 2012.

TORRES-ACOSTA, J.F.J.; HOSTE, H. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research**, 77, 159–173, 2008.

UENO, H.; et al. **Diagnóstico prático para verminose de caprinos**: aproveitamento da técnica de coprocultura quantitativa. Tóquio: Japan International Cooperation Agency, Technical Information, 1997, 7 p.

VIEIRA, L.S.; CAVALCANTE, A.G.R.; XIMENES, L.J.F. Epidemiologia e controle das principais parasitoses de caprinos nas regiões semiáridas do Nordeste do Brasil.

Circular Técnico, Embrapa Caprinos, Sobral, 1997, 49p.

VIEIRA, L. S. **Endoparasitoses Gastrintestinais em Caprinos e Ovinos**. 1.ed.

Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 32p.

VIEIRA, L. S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciências Agropecuárias**, 2, 2, 49-56, 2008.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seleção de animais resistente a nematóides gastrintestinais leva a perdas no desempenho produtivo e reprodutivo de alguns indivíduos, sugerindo a necessidade de mais estudos, com a utilização de multicaracterísticas, para identificação de animais adaptados (tolerantes) a infecção por nematóides gastrintestinais.

Com a possibilidade de introdução, no rebanho de animais tolerantes, há a necessidade de mais estudos visando a criação de métodos alternativos de controle de nematóides, que visem a diminuição da utilização de antihelmíntico nesses animais. Portanto, que associe características produtivas as parasitológicas.

Pesquisas de análises de regressão das características de desempenho em função de características consideradas medidas diretas e indiretas de resistência a nematóides gastrintestinais, utilizando-se medidas repetidas de fêmeas ao longo da vida produtiva, pode discriminar no rebanho animais com perfil de tolerância (capazes de manter a aptidão produtiva sob carga aumentada do patógeno), opostos às sensíveis.

Estudos para atualização de dados epidemiológicos da infecção por nematóides gastrintestinais são necessárias, visto que o sistema de produção tem sofrido várias implementações tecnológicas, principalmente por conta das mudanças climáticas ocorridas nos últimos anos. Assim como estudos constantes de desempenhos produtivos e reprodutivos desses animais.

ANEXO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

RESOLUÇÃO 001/03-CCMCA

O Coordenador do Curso de Mestrado em Ciência Animal da UFPI, no uso de suas atribuições e em atenção à deliberação do Colegiado em sessão ordinária realizada no dia 22.05.2003 e ao disposto na Resolução nº 160/98-CEPEX,

R E S O L V E:

ESTABELEECER as seguintes normas para elaboração e apresentação de Dissertação:

- Art. 1º Do candidato ao grau de Mestre exigir-se-á a aprovação de dissertação no qual o aluno demonstre domínio atualizado do tema escolhido.
- Art. 2º O trabalho final deverá ser apresentado na forma de artigos científicos, no mínimo um artigo para dissertações e dois para teses, redigidos de acordo com revista indexada da área, de acordo com o seguinte roteiro:
- I - CAPA: é a cobertura que reveste a obra e deve conter o nome do autor, título, local e ano. A lombada deve conter ano, nome do autor, curso e tipo (Dissertação). A encadernação deve ser em cor verde, com letras em cor dourada;
 - II - FOLHA DE ROSTO: deve conter os elementos essenciais à identificação do trabalho (autor, título, título universitário, local e ano);
 - III - FICHA CATALOGRÁFICA: deve conter nome do autor, título, título universitário, local, ano, orientador e palavras-chave);
 - IV - TERMO DE APROVAÇÃO: elaborado pela Secretaria do Curso devendo ser assinada pela Comissão Examinadora junto a Ata da Defesa e pelo Coordenador do Curso quando da apresentação da versão final. Deve conter: título, nome do aluno e termo de aprovação com identificação do título universitário;
 - V - DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS (**Opcional**): aparecem em folhas distintas. As vinculações com instituições e/ou subvenções financeiras para execução do trabalho devem aparecer nestes itens. Texto em espaço 1,5. Numeração de página em romano (no canto superior direito);
 - VI - SUMÁRIO: relação dos títulos e subtítulos das partes do trabalho, na ordem em que são desenvolvidos, com a indicação da página inicial de cada

elemento. Texto em espaço 1 com uma linha em branco entre os diferentes itens. A subordinação das sessões deve ser realizada em margem recuada, independente do uso ou não da numeração. Numeração de página em romano (no canto superior direito);

- VII - LISTA DE ILUSTRAÇÕES (**Opcional**): relação das ilustrações na ordem em que aparecem no texto, com apresentação similar a do sumário. Se o trabalho contiver apenas um tipo de ilustração o cabeçalho pode ser substituído pelo ramo específico (Lista de Gráficos, Lista de Tabela, etc.);
- VIII - LISTA DE TABELAS (**Opcional**): relação das tabelas na ordem em que aparecem no texto, com apresentação similar a do sumário;
- IX - LISTA DE ABREVIATURAS OU SÍMBOLOS (**Opcional**): relação de abreviaturas e/ou siglas e/ou símbolos empregados no texto, em ordem alfabética, seguidos do significado correspondente. Numeração de página em romano (no canto superior direito);
- X - RESUMO: conteúdo conciso do trabalho, sem a repetição do título. Devem fazer parte do mesmo informações sobre os objetivos, metodologia, resultados e conclusões. Texto em espaço 1 e parágrafo único, podendo ter até 1.400 toques. Numeração da página em romano (no canto superior direito). No caso da dissertação ou tese incluir mais de um artigo científico, deve ser elaborado um resumo geral para o conjunto do trabalho;
- XI - ABSTRACT: versão em inglês do título e do resumo, em parágrafos distintos. Texto em espaço 1. Numeração de página em romano (no canto superior direito);
- XII - INTRODUÇÃO: deve ser um texto conciso englobando a justificativa, revisão bibliográfica e a descrição da proposta geral do trabalho, assim como sua estrutura formal, destacando-se as revistas científicas a que foram ou serão submetidos cada artigo. Texto em espaço 1,5 com uma linha em branco entre os diferentes itens;
- XIII - CORPO DO(S) ARTIGO(S) CIENTÍFICO(S): deve ser constituído por um ou mais capítulos independentes, **contendo artigos completos**, redigidos segundo as normas de uma revista científica indexada. Na montagem da dissertação, figuras e tabelas devem ser apresentadas inseridas no corpo do texto, próximas da primeira citação. Serão aceitas cópias de separatas, quando algum artigo já se encontrar publicado (restrito a artigos publicados no período de realização do curso, vinculados ao projeto de dissertação ou tese apresentado). Neste caso, a(s) cópia(s) do(s) artigo(s) deverá(deverão) ser apresentada(s) em papel tamanho A4, sendo uma cópia por página;

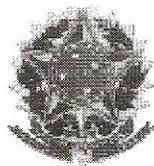
- XIV - CONSIDERAÇÕES FINAIS: quando for apresentado mais de um artigo científico deverá ser incluído o item “Conclusões Gerais”. Neste capítulo deverão ser apresentadas as “recomendações para novos trabalhos”. Texto em espaço 1,5 com uma linha em branco entre os diferentes itens;
- XV - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO: deve conter a lista das referências bibliográficas apresentadas no capítulo introdução, segundo as normas da ABNT;
- XVI - ANEXO ou APÊNDICE (**Opcional**): deverá conter as tabelas referentes aos testes estatísticos que não tenham sido incluídas no CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO;
- XVII - NORMAS DE PUBLICAÇÃO: as normas de publicação (instrução para os autores) da(s) revista(s) selecionada(s) deverão ser entregues em separado para a Comissão Examinadora.
- XVIII - APRESENTAÇÃO: deve ser utilizado papel tamanho A-4 (210 x 297mm). Para ilustrações desdobráveis usar o formato A-3 (297 x 420 mm). As margens, exceto para os artigos científicos, devem obedecer aos seguintes espaçamentos: superior 35 mm, inferior 20 mm, esquerda 30 mm e direita 15 mm.
- XIX - NUMERAÇÃO DAS PÁGINAS: a parte preliminar da estrutura deve ser numerada com algarismos romanos pequenos (i, ii, iii, iv, ...), exceto a página de rosto que é contada mas não numerada. As páginas do texto e material de referência devem ser numeradas com números arábicos.

Art. 4º Esta Resolução se aplica aos alunos ingressos no Curso a partir do ano 2002, sendo opcional para os alunos ingressos em 2001.

Teresina, 22 de outubro de 2004.

Prof. Dr. João Batista Lopes

Coordenador do Mestrado em Ciência Animal



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO COM ANIMAIS
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil; CEP: 64049-550
Telefone (86) 32155734 – e-mail: ceeapi@ufpi.br

Teresina, 06 de Agosto de 2009

Ao (A)
Prof (a). **Dr (a). JOSÉ ELIVALTO GUIMARÃES CAMPELO**
Centro de Ciências Agrárias – CCA
Departamento de Zootecnia

Sr(a) Pesquisador (a)

O Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA da Universidade Federal do Piauí analisou o protocolo de pesquisa encaminhado por V.Sa. intitulado: **“Seleção para resistência a endoparasitas gastrintestinais com base no OPG de matrizes, no rebanho da raça Anglonubiana da UFPI”** o qual teve parecer **APROVADO** sob o nº. **011/09**. Esclarecemos que o mesmo se encontra de acordo com os requisitos exigidos para apreciação de projetos de pesquisa.

Atenciosamente,

Prof^a **Ivete L. de Mendonça**
Comitê de Ética em Experimentação Animal-UFPI
Coordenadora

Prof^a. Ivete Lopes de Mendonça
Coordenadora