

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NO TEOR DE NITRATO NAS PASTAGENS E NO LEITE AO LONGO DO ANO NO OESTE DE SANTA CATARINA

(Influence of fertilization on nitrate content in pastures and milk in the west of Santa Catarina over the year)

Veridiane Orsolin¹, Antonise M. Jaguezeski², Aldo Gava³, Marciél França¹, Adriana Hauser¹, Adriana L. S. Klock⁴, Vagner M. Portes⁴, André T. Neto¹

¹Departamento de Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Brasil, ²Departamento de Bioquímica Toxicológica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, ³Laboratório de Patologia Animal, Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, 88520-000, Brasil, ⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Laboratório de Biotecnologia em Sanidade Animal, Chapecó, SC, Brasil

*Autor para correspondência: andre.thaler@udesc.br

Editor de seção: José Carlos Ribeiro Júnior

RESUMO - O uso indiscriminado da adubação nitrogenada pode levar ao acúmulo de nitrato nas pastagens, intoxicar animais e aumentar a níveis nocivos residuais no leite destinado ao consumo humano. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi determinar os teores de nitrato nas pastagens e no leite ao longo de um ano em propriedades que utilizam níveis elevados de adubação nitrogenada no oeste de Santa Catarina (SC). O experimento foi realizado durante o período de abril/2018 a março/2019 em dez propriedades produtoras de leite do município de Riqueza (SC). Foram realizadas duas coletas anuais de amostras de água e coletas mensais de pastagens e leite, além de obtidas informações quanto ao manejo de adubação das pastagens da propriedade. O teste de difenilamina foi realizado nas pastagens. Dados de temperatura e pluviometria foram obtidos diariamente por uma estação meteorológica. A quantidade média de adubo nitrogenado utilizado nas propriedades foi de 654 ± 176 kg/ha/ano. O teor médio de nitrato na água de consumo dos animais foi de $1,5 \pm 1,4$ mg/L, na pastagem foi de 270 ± 76 mg/kg MS, enquanto no leite foi de $2,0 \pm 0,3$ mg/L. Houve variação sazonal com aumento no teor de nitrato nas pastagens e no leite no outono, período do experimento em que foi observado baixo índice pluviométrico. Concluiu-se que apesar de se tratar de propriedades leiteiras com elevada utilização de adubação nitrogenada, o leite produzido é seguro quanto aos teores de nitrato, mesmo em épocas do ano com condições climáticas adversas. O teste de difenilamina pode ser indicado como teste rápido para verificar teores elevados de nitrato na pastagem.

Palavras-chave: adubação nitrogenada; condições climáticas adversas; produtividade das pastagens; nitrato no leite; saúde pública.

ABSTRACT - The indiscriminate use without criteria of nitrogen fertilization can lead to an accumulation of nitrate in pastures, animal poisoning and potential increase in residual content of this compound in milk. The objective of this study was to determine the residual levels of nitrate throughout the year in pastures and milk from small farms in western Santa Catarina (SC) that use high levels of nitrogen fertilization. The experiment was carried out from April/2018 to March/2019 on 10 dairy farms in the municipality of Riqueza (SC). Two annual collections of water samples and monthly collections of pastures and milk were carried out, in addition to obtaining information on the property and management of pasture fertilization through a structured questionnaire. Nitrate was also evaluated in pastures using the diphenylamine test. Temperature and rainfall data were obtained daily by a weather station. The average amount of nitrogen fertilizer used in the properties was 654 ± 176 kg/ha/year. The average nitrate content in the drinking water of the animals was 1.5 ± 1.4 mg/L, in the pasture it was 270 ± 76 mg/kg DM, while in milk it was 2.0 ± 0.3 mg/L. There was seasonal variation with an increase in nitrate content in pastures and milk in autumn, a period of the experiment in which low rainfall was observed. It was concluded that despite being dairy properties with high use of nitrogen fertilization, safe milk is produced in terms of nitrate levels, even in times of the year with adverse climatic conditions. The diphenylamine test has a good ability to discriminate the nitrate content in pastures and can be indicated as a quick test to verify the presence of high levels of nitrate in the pasture.

Keywords - Adverse climatic conditions; nitrate in milk; nitrogen fertilization; pasture productivity; public health.

INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada é uma forma de intensificar os sistemas de produção de leite a base de pastagem. O nitrogênio é considerado o principal limitante do crescimento vegetal, havendo a possibilidade do uso da forma orgânica em propriedades em que há a integração de suínos e aves, onde os dejetos destes animais representam um recurso disponível e econômico (Drake et al., 2018).

Os benefícios econômicos, ambientais e sociais do uso da adubação orgânica oriunda de dejetos animais são bem documentados (Reganold, 2012; Paulin, 2014), porém, por ser de origem renovável e baixo custo, frequentemente é utilizada de forma

exacerbada, associado ao fato de existir um grande volume de dejetos e áreas restrita para acondicionamento. No entanto, o seu uso deve ser cauteloso, uma vez que não se tem o controle dos nutrientes aplicados ao solo (Chan et al., 2007; Quilty & Cattle, 2011), podendo gerar uma preocupação ambiental, à saúde animal e humana. O acúmulo de matéria orgânica no solo, associado a fatores como períodos de estiagem, baixas temperaturas, uso de herbicidas, solos ácidos, baixo molibdênio, enxofre e fósforo no solo, predispõe o acúmulo de nitrato (NO_3) nas plantas (Jönck et al., 2013).

Quando ingerido pelos ruminantes, o nitrato é metabolizado pela microbiota ruminal em nitrito (NO_2), sendo lentamente metabolizado em amônia (Guo et al., 2009) e proteínas para o metabolismo das bactérias e protozoários ruminais (Kozloski, 2009). Dependendo da quantidade de NO_3 ingerido, da microbiota do rúmen e da dieta do animal, o processo de redução de nitratos à amônia é inadequado e ocorre o acúmulo de NO_2 (Kozloski, 2009), sendo este, absorvido e alcançando a circulação sanguínea, onde causa oxidação do grupo Fe da heme da hemoglobina, estado em que não carreia oxigênio, estado chamado de metahemoglobinemia (Latham et al., 2016). Os sinais clínicos característicos da intoxicação em bovinos são os relacionados a metahemoglobina e anóxia tecidual, tais como taquipnéia, andar cambaleante, micção frequente, timpanismo, sangue de coloração escura, mucosas de coloração marrom, podendo levar a óbito (Radostits et al., 2002; Jönck et al., 2013).

Além disso, tanto o NO_3 quanto o NO_2 podem ser excretados através do leite. Em humanos, quando ingerido na forma de NO_3 , pode ser reduzido pelas bactérias do trato gastrointestinal a NO_2 (Hord et al., 2009), com potencial carcinogênico aos adultos (Grosse et al., 2006) e anoxigênico às crianças (Santos et al., 2005). As doses orais letais de nitrato para humanos são estabelecidas em 80 – 800 mg/kg de peso corporal (Winter et al., 2007), enquanto para ruminantes, pastagens com 3003,54 a 7911,98 mg de nitrato/kg MS podem provocar a intoxicação (Jönck et al., 2013) sendo a dose letal estimada a partir de 990 mg/kg de peso vivo (Bradley et al., 1940). O nitrato, uma vez em alta concentração na circulação dos ruminantes, estará também em maior concentração no leite oriundo destes, e será um produto de risco ao consumo humano.

Por ser um alimento considerado importante como fonte de nutrientes, a inocuidade dos lácteos é uma responsabilidade da cadeia produtiva do leite com a saúde pública (Portes et al., 2012), assim, se faz importante estabelecer a relação de práticas como o nível de adubação nitrogenada com o teor residual de NO_3 no leite. Dessa forma, objetivo desse estudo foi determinar a influência do nível elevado de adubação

nitrogenada no teor residual de nitrato ao longo do ano nas pastagens e no leite de pequenas propriedades do oeste de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Riqueza (27°04'01" sul, 53°19'18" oeste), situado na região extremo oeste de Santa Catarina, durante o período de abril de 2018 a março de 2019. O clima na região é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média de 19 °C, distribuição de chuvas regular ao longo do ano e latossolo vermelho distroférreo (Epagri, 2008). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), número de referência 2.704.844.

Inicialmente foi aplicado um questionário estruturado a 23 produtores participantes de um programa de incentivo a bovinocultura de leite a base de pastagens, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Dentre estas propriedades foram selecionadas as 10 com maiores níveis de adubação nitrogenada, seja ela química ou orgânica. O critério de seleção adotado buscou obter as propriedades com maior chance de acúmulo de nitrato nas pastagens, podendo influenciar no teor residual de nitrato (NO_3) no leite.

O N total aplicado no solo foi obtido a partir de cálculos. Para dejetos orgânicos líquidos utilizou-se a equação proposta por Nicoloso et al. (2016), $QD = AxCxD$, e para outros dejetos orgânicos a equação utilizada foi $QD = Ax((B/100)x(C/100)xD)$, onde QD é a quantidade de nutriente disponível; A é a dose de adubo orgânico aplicado no solo (kg/ha, fornecido pelo produtor); B é o teor de matéria seca do adubo orgânico (% valor calculado); C é a concentração do nutriente na matéria seca do adubo orgânico (% valor determinado em estudos prévios), e D é o índice de eficiência agronômica de cada nutriente. Para a obtenção de N aplicado no solo a partir de adubos químicos, utilizou-se a fórmula comercial do fertilizante utilizado multiplicando-se a quantia usada (kg) pelo teor de N disponível (%).

Após a seleção das propriedades, amostras da água de consumo dos animais foram coletadas diretamente dos bebedouros duas vezes durante o experimento (julho/2018 e janeiro/2019), armazenadas em frascos estéreis, mantidas em caixas isotérmicas em temperatura máxima de 7 °C e posteriormente congeladas até o momento da análise laboratorial. Foram processadas um total de 20 amostras de água.

As amostras das pastagens para consumo foram coletadas mensalmente pelo método de simulação de pastejo (De Vries, 1995) em pontos estratégicos do piquete, evitando áreas onde se observasse depósito de fezes dos animais. Foram totalizadas 120 amostras de pastagens de 10 propriedades em 12 meses de coletas. Por fim, amostras mensais de leite para avaliação do teor de nitrato foram coletadas do tanque de armazenamento com uso de um coletor de inox esterilizado por flambagem em álcool 96%. As amostras de leite foram armazenadas em tubos estéreis sem conservante (15 mL), identificadas e mantidas em caixas isotérmicas com gelo, a uma temperatura máxima de 7 °C, e posteriormente congeladas (-20 °C), até o momento da análise segundo a normativa que rege as análises de leite (BRASIL, 2018). Foram totalizadas 110 amostras de leite processadas (10 propriedades em 11 meses de coleta, exceto do mês de abril).

Para a determinação de nitrato, todas as amostras foram encaminhadas ao laboratório da EPAGRI – Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (CEPAF) de Chapecó (SC). Para a determinação do teor de nitrato no leite, foi efetuada desproteinização das amostras conforme descrito por Cortas & Wakid (1990), utilizando-se 2 mL de leite, 8 mL de ZnSO₄ 75 mM e 10 mL de NaOH 55 mM sob agitação, repouso por 10 minutos e posterior centrifugação a 3000 RPM durante 10 minutos. O nitrato foi determinado após redução quantitativa a nitrito, através de método colorimétrico de redução por cádmio utilizando o kit da Hach Nitraver 5, com posterior análise espectrofotométrica a 400 nm; a mesma técnica foi utilizada para a mensuração de nitrato na água.

A determinação quantitativa do teor de nitrato na pastagem seguiu o método de Tedesco et al. (1995), utilizando-se a técnica de destilação a vapor, extração por cloreto de potássio (KCl) 1 Mol (M) e titulação com H₂SO₄ a 0,0025 M, determinado em ppm ou mg/kg e percentual de amônio + nitrito + nitrato mineral (N-NO₃). O valor obtido referente a concentração de nitrogênio (N) foi multiplicado pelo fator de correção 4,43 para obter-se o valor de nitrato (Tedesco et al., 1995).

A determinação pelo teste da difenilamina foi realizada na pastagem obtendo-se 1 gotas de extrato vegetal por maceração manual sob uma lâmina de vidro, sobre a qual foram adicionadas 3 gotas de difenilamina. Foi considerada a reação como positiva quando ocorreu a formação de coloração azul intensa em menos de 10 segundos (Jönck et al., 2013).

Os dados meteorológicos para o município de Riqueza (temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) e pluviosidade (mm/h)) foram fornecidos pela estação

meteorológica do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de hidrometeorologia (CIRAM/EPAGRI) de Santa Catarina, de São Miguel do Oeste (SC).

Para avaliar o efeito da estação do ano, os dados mensais do teor de nitrato no pasto e no leite foram submetidos à análise de variância como medidas repetidas no tempo dentro da variável aleatória propriedade. Foi definido como verão os meses janeiro, fevereiro e março; como outono, os meses abril, maio e junho; como inverno, os meses julho, agosto e setembro; e como primavera, os meses outubro, novembro e dezembro. Os dados foram testados para normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Foram consideradas significativas as diferenças ao nível de 5% de significância e a tendência ao nível de 10%. Para avaliar a relação entre os teores mensais de nitrato no pasto e no leite utilizou-se a correlação de Pearson, assim como para avaliar a relação entre as médias anuais de nitrato e nitrito no leite com a quantidade de nitrogênio aplicado como fertilizante nas pastagens (kg de N/ha/ano).

A capacidade do teste de difenilamina refletir a concentração de nitrato foi expressa como sensibilidade (SE) e especificidade (ES). O ponto de corte, SE e a ES foram estimados utilizando-se a metodologia de Receiver Operating Characteristic Curve (curva ROC), baseado na área sob a curva ROC (AUC).

RESULTADOS

A média e desvio padrão de adubação nitrogenada utilizada nas propriedades foram de 654 ± 176 kg/ha/ano, variando de 440 – 940 kg/ha/ano, sendo de origem da adubação orgânica 554 ± 146 kg N/ha/ano e 100 ± 62 kg N/ha/ano de adubação química. O valor médio do teor de nitrato na água foi de $1,5 \pm 1,4$ mg/L; nas pastagens foi de 270 ± 76 mg/kg MS e no leite foi de $2,0 \pm 0,3$ mg/L. Não foi observada correlação significativa entre a quantidade anual de adubação nitrogenada aplicada no solo e o teor médio de nitrato nas pastagens ($r^2 = 0,3610$; $P=0,3054$) e no leite ($r^2 = 0,2419$; $P=0,5007$). O teor de nitrato nas pastagens foi superior no outono em relação ao inverno, verão e primavera ($P<0,05$), assim como ocorreu no leite (valor máximo de 4,5) ($P<0,05$), e com menores teores na primavera em relação ao inverno e verão ($P<0,05$). Resultados de nitrato no pasto e no leite são detalhados na Figura 1 e Figura 2. O aumento nos teores de nitrato nas pastagens coincidiu com a época de início das baixas temperaturas e diminuição da pluviosidade, principalmente no mês de abril, sendo considerada uma

estiagem para a região (Figura 2). Ao longo do ano houve uma tendência de correlação positiva entre o teor de nitrato na pastagem e no leite ($r^2 = 0,17099$; $P=0,0812$).

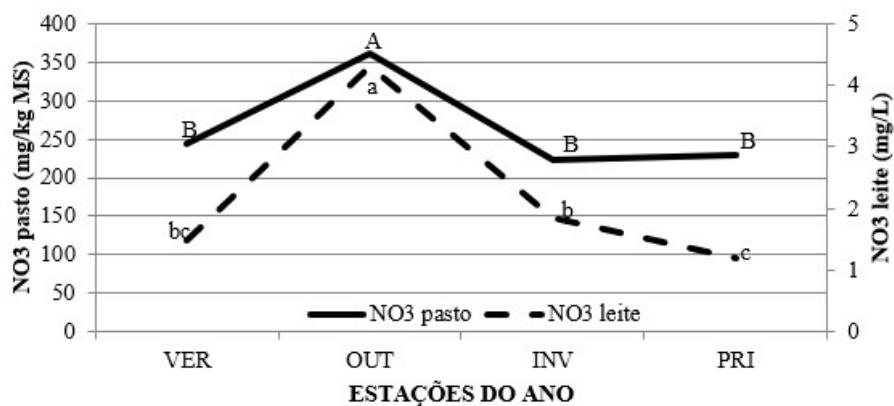


Figura 1 - Variações das condições climáticas de temperatura e pluviosidade obtidas ao longo das estações do ano (abril/2018 - março/2019) para o município de Riqueza (SC).

O ponto de corte para o diagnóstico qualitativo por difenilamina estimado a partir da dosagem laboratorial de nitrato foi de $>248,05$ mg/kg com 81,2% de sensibilidade e 80,3% de especificidade e AUC ROC de 0,867 (Figura 3; $P<0,0001$).

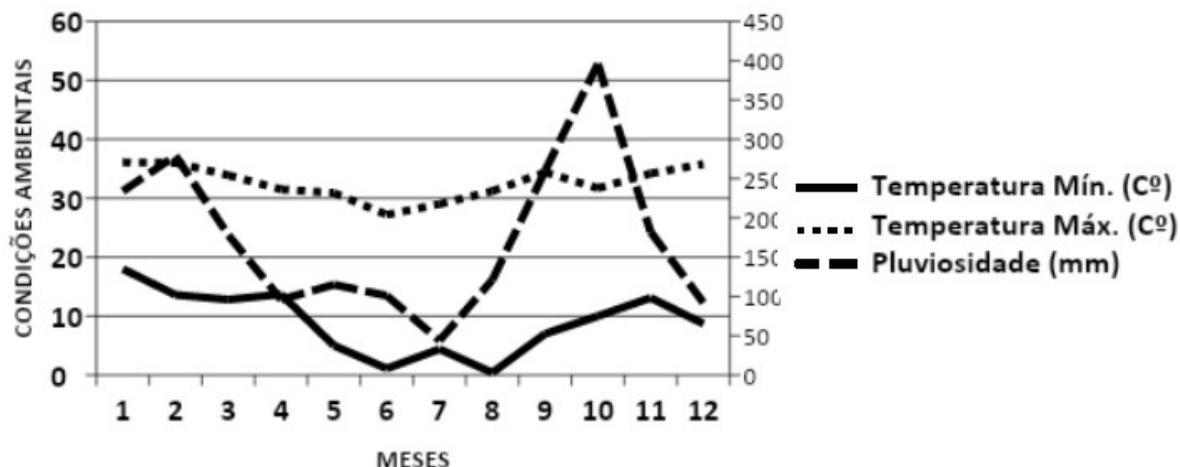


Figura 2 - Variações das condições climáticas de temperatura e pluviosidade obtidas dentre os doze meses, ao longo de um ano (abril/2018 - março/2019) para o município de Riqueza (SC).

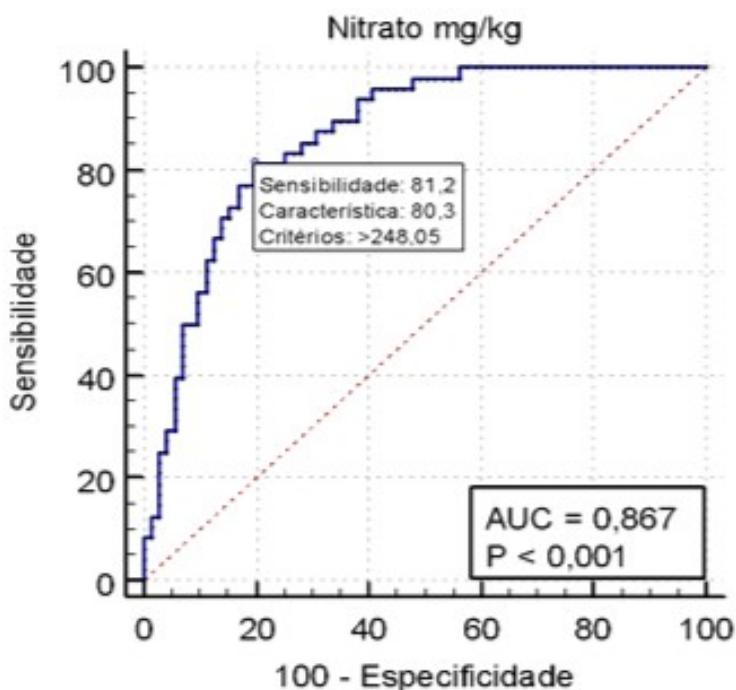


Figura 3 - Análise de curva AUC, sensibilidade e especificidade para a análise do teste de difenilamina nas pastagens de 10 propriedades do oeste de Santa Catarina com uso de alta dose de adubação nitrogenada.

DISCUSSÃO

Considerando tratar-se de pequenas propriedades utilizadas neste estudo, com baixa capacidade ou intenção de investimento, a criação em pastagens pode ser a mais vantajosa economicamente (Finneran et al., 2010). Nesse sentido, o uso de dejetos derivados das atividades integradas proporciona insumos durante todo o ano, reduzindo os custos de produção. Outras vantagens quanto a adubação orgânica são os benefícios ao solo, como o aumento do carbono orgânico, maior biomassa microbiana e de minhocas, maior capacidade de troca de cátions, melhor capacidade de retenção de água e porosidade (Quilty & Cattle, 2011; Paulin, 2014).

O teor de nitrogênio, e consequentemente seus derivados (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) no solo e nas plantas, variam de acordo com o sistema de cultivo, manejo, tipo de pastagem, clima e a mineralização de N no solo (Gourley et al., 2017; Smith et al., 2018). A maioria das culturas de pastagens absorve N principalmente na forma de nitrato (NO_3^-) do solo, mas também pode absorver nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+) e até mesmo N na forma orgânica (Fulkerson et al., 2011). A adubação orgânica necessita de maior tempo

para sua mineralização e disponibilização de nutrientes no solo e às plantas (Giacomini & Aita, 2008; Silva et al., 2015). Deve-se lembrar que a quantidade de adubação orgânica a ser aplicada é indeterminada, uma vez que depende da composição deste material, das características do solo, das exigências nutricionais das plantas e das condições climáticas (CQFS-RS/SC, 2004).

A recomendação de adubação nitrogenada para pastagens perenes é baseada no teor de matéria orgânica (MO) do solo (Fiorin & Lima, 2016). Segundo dados de análises de solo, o teor de MO no solo com pastagens perenes do município em estudo varia de 2,6% a 3,5%, sendo assim recomendada uma dosagem entre 160 - 180 kg N/ha/ano, valores bem inferiores à média utilizada nas propriedades leiteiras avaliadas em nosso estudo, caracterizando um excesso de adubação nitrogenada. No entanto, não foi observada correlação significativa entre a quantidade anual de adubação nitrogenada aplicada no solo e o teor médio de nitrato nas pastagens e no leite neste estudo. O acúmulo de nitrato nas plantas e a absorção deste pelos animais sofre influência de vários fatores, podendo ser relacionado ao solo, ao clima, a planta e aos animais (Gourley et al., 2017; Smith et al., 2018).

Em períodos como o outono e inverno, com temperaturas amenas e menor umidade no solo na região, a necessidade da aplicação de adubação nitrogenada deve ser bem avaliada. A adubação nitrogenada deve ser feita de forma restrita em decorrência da baixa produção de matéria seca neste período (Durigon et al., 2002). Quando se considera o uso de pastagens anuais de inverno, prática importante utilizada nos estados do sul para garantir um alimento barato e de boa qualidade, o azevém e a aveia preta são as culturas mais utilizadas, e pode haver uma maior exigência em fertilidade do solo (Marques et al., 2014). O uso de adubação em consórcio de aveia e azevém pode chegar a valores entre 150 - 300 kg de N ha⁻¹, com uma eficiência da planta e dos animais que não necessariamente acompanha a maior quantia de adubação (Lupatini et al., 2013). Nas propriedades avaliadas, foram usadas predominantemente gramíneas perenes no verão, com áreas solteiras ou de sobressemeadura com gramíneas de clima temperado no inverno.

As plantas podem absorver do solo e armazenar o nitrogênio além de suas necessidades (Soares & Restle, 2002). Dessa forma, a aplicação de N em um período de declínio ou baixo crescimento do pasto pode levar ao acúmulo excessivo de NO₃ em situações em que a disponibilidade é alta e/ou os requisitos de N são baixos (Fulkerson et al., 2011). Neste estudo, no período do outono ocorreu uma escassez de chuvas na

região (mês de abril), e a falta de umidade do solo somado a taxa de crescimento diminuído podem justificar os achados de aumento de nitrato na planta e no leite. Em outras situações climáticas adversas tais como secas, geadas, luminosidade baixa, aeração do solo e falta de outros nutrientes, também se faz necessária uma gestão flexível no uso de adubação nitrogenada (Fulkerson et al., 2011; Harrison et al., 2016; Smith et al., 2018). Neste estudo, a adubação orgânica foi variável entre as propriedades, uma vez que a oferta e distribuição dependeu da oferta de resíduos; já a adubação química foi realizada comumente na semeadura das pastagens de inverno e após solte nas pastagens em épocas de maior rebrote.

No hemisfério norte foi verificado um pico na atividade de nitrato redutase (NR) no outono e maior nitrato nos tecidos foliares (Bergareche e Simon, 1988), coincidindo com o período de acumulação máxima de nitratos encontrada em nossas condições de campo. A atividade da NR foliar é consideravelmente afetada pelo abastecimento de água (Aparicio-Tejo & Sanchez-Diaz, 1982). Esta enzima na planta é responsável pela redução do nitrato a nitrito (Donato et al., 2004), e quando um grande suprimento de nitratos do solo está disponível, a taxa de assimilação não consegue acompanhar a taxa de absorção, havendo acúmulo na planta (Bergareche e Simon, 1988). Em condições adversas a concentração de NO_3 na pastagem atinge valores próximos a 4.500 mg/kg MS, podendo levar a intoxicação animal (Jönck et al., 2013).

O NO_2 e o NO_3 no leite cru também são alterados em função do local de origem da amostra, além da estação do ano (Santos et al., 2005), e contém tipicamente 1-5 mg/L de nitrato e <0,1mg/L de nitrito (Indyk & Woppard, 2011). Em nosso estudo as doses de nitrato no leite foi no máximo de 4,5 mg/L no período de outono e menos de 2 mg/L nas demais estações. O Brasil utiliza como referência os mesmos valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) do Mercosul e da FAO/OMS de 0,06 mg/kg/dia de nitrito e 3,7 mg/kg/dia de nitrato (Gonçalves et al., 2011), com base nos padrões de água potável (Bedale et al., 2016). As doses orais letais de nitrato para humanos são estabelecidas em 80 – 800 mg/kg de peso corporal (Winter et al., 2007). Dessa forma, o leite obtido neste estudo durante todo o ano, inclusive no período de maior concentração de nitrato das pastagens (outono), pode ser considerado inócuo. Os lácteos são monitorados regularmente pelos países exportadores e importadores, uma vez que poderia haver a contaminação pós-secretória e a presença de nitrosaminas (Indyk & Woppard, 2011).

O teste da difenilamina é um método que pode ser utilizado como forma de prevenção de quadros de intoxicação de bovinos, por ser um teste simples, rápido e efetivo (Tokarnia et al., 2012), possível de ser feito antes de colocar os animais em pastagens suspeitas de haver teor excessivo de nitrato. Os resultados demonstraram uma boa capacidade para discriminar o problema conforme a classificação de Zhu et al. (2010) para o teste de difenilamina, com ponto de corte pastagens contendo mais de 248,05 mg de nitrato/kg MS. Jönck et al. (2013) encontraram valores que oscilaram entre 3003,54 a 7911,98 ppm, equivalente a 3003,54 a 7911,98 mg de nitrato/Kg MS em amostras de pastagens onde ocorreram surto e morte de animais por intoxicação com nitrato e nitrito, amostras estas que foram positivas ao teste difenilamina. A dose oral toxicante para bovinos de nitrato foi estimada a partir de 990 mg/kg de peso vivo (Bradley et al., 1940). Em Santa Catarina a intoxicação por nitrato/nitrito é considerada como uma doença emergente, diagnosticada pela primeira vez em 2006 com surtos anuais, estando associada à adubação com esterco de suínos, de aves, ou aplicação de ureia (Jönck et al., 2013).

As informações obtidas nesse estudo serão úteis na formação de uma visão geral sobre o manejo da adubação de pastagens, auxiliando nas recomendações técnicas aos produtores. Sabe-se que a biomassa da pastagem varia grandemente de acordo com a estação e a fertilidade inerente do solo. A partir disso, deve-se considerar os dados do histórico da propriedade e ter o auxílio de análises de solo para determinar novas estratégias de adubação (Drake et al., 2018). Deve-se ainda levar em consideração que o excesso de adubação, seja ela orgânica ou mineral, impacta negativamente ao meio ambiente, podendo o N ser lixiviado para os corpos de água e causar eutrofização, prejudicial à vida aquática, animal e humana (Mekala & Nambi, 2016).

CONCLUSÃO

Épocas do ano com condições climáticas adversas, como restrição hídrica e baixas temperaturas, aumentam o teor de nitrato nas pastagens, sendo que existe tendência de correlação entre o teor de nitrato na pastagem e no leite ao longo do ano. Entretanto, os níveis elevados de adubação nitrogenada (média de 654 kg N/ha/ano) utilizados em pequenas propriedades na produção de leite baseada em pastagens não interferem na inocuidade do leite quanto aos teores de nitrato, mesmo na época do ano com condições climáticas adversas. O teste da difenilamina apresenta boa capacidade para discriminar, com margem segura, o teor de nitrato nas pastagens, podendo ser indicado

como teste rápido para verificar a presença de teores elevados de nitrato na pastagem, evitando-se a intoxicação de animais ou o excesso de nitrato e nitrito no leite oriundo dos animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), por ceder gentilmente os dados meteorológicos.

REFERÊNCIAS

APARICIO-TEJO, P.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M. Nodule and leaf nitrate reductases and nitrogen fixation in *Medicago sativa* L. under water stress. **Plant Physiology**, v. 69, n. 2, p. 479-482, 1982.

BEDALE, W.; SINDELAR, J.J.; MILKOWSKI, A.L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat science**, v. 120, n. C, p. 85-92, 2016.

BERGARECHE, C.; SIMON, E. 1988. Nitrate reductase activity and nitrate content under two forms and three levels of nitrogen nutrition in *Lolium perenne* L. **Journal of plant physiology**, v. 132, n. 1, p. 28-33, 1988.

BRADLEY, W.B.; EPPSON, H.F.; BEATH, O.A. Methylene blue as an antidote for poisoning by oat hay and other plants containing nitrates. **Journal of the American Veterinary Medical**, v. 96, n. 7, p. 41-42, 1940.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2018. Estabelece métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, p. 9, Seção 1, Ed. 134, 13 de julho de 2018.

CHAN, K.Y.; DORAHY, C.; TYLER, S. Determining the agronomic value of composts produced from garden organics from metropolitan areas of New South Wales, Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 47, n. 11, p. 1377-1382, 2007.

CORTAS, N.K.; WAKID, N.W. Determination of inorganic nitrate in serum and urine by a kinetic cadmium-reduction method. **Clinical chemistry**, v. 36, n. 8, p. 1440-1443, 1990.

CQFS-RS/SC. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo.** Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre, 400 p., 2004.

DE VRIES, M.F.W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management Archives**, v. 48, n. 4, p. 370-375, 1995.

DONATO, V.M.T.S.; ANDRADE, A.G.D.; MACIEL, G.A. et al. Atividade enzimática em variedades de cana-de-açúcar cultivadas in vitro sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1087-1093, 2004.

DRAKE, J.A.; PATTI, A.F.; CAVAGNARO, T.R. et al. Can we maintain productivity on broad acre dairy farms during early transition from mineral to compost fertilization? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 257, p. 12-19, 2018.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; PAVINATO, P.S. et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 983-992, 2002.

EPAGRI. 2008. Manual técnico de bovinocultura de leite. Florianópolis: EPAGRI, 158p.

FINNERAN, E.; CROSSON, P.; WALLACE, M. et al. Simulation modelling of the cost of producing and utilising feeds for ruminants on Irish farms. **Journal of Farm Management**, v. 14, n. 2, p. 95-116, 2010.

FIORIN, J.E.; LIMA, L.O.C. **Forrageiras.** In: Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Núcleo Região Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, Santa Maria: SBCS, 135-152p., 2016.

FULKERSON, W.J.; LOWE, K.F.; HUME, D.E. Forages and Pastures | Perennial Forage and Pasture Crops – Establishment and Maintenance. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, p. 586-593, 2011.

GIACOMINI, S.J.; AITA C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 1, p. 195-205, 2008.

GONÇALVES, J.F.; OLIVEIRA, W.D.C.; PEREIRA, F.R. et al. Ocorrência de nitratos e nitritos em queijos Minas Frescal, Mussarela, Parmesão e Prato. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 193-198, 2011.

GOURLEY, C.J.; HANNAH, M.C.; CHIA, K.T. Predicting pasture yield response to nitrogenous fertiliser in Australia using a meta-analysis-derived model, with field validation. **Soil Research**, v. 55, n. 6, p. 567-578, 2017.

GROSSE, Y.; BAAN, R.; COGLIANO, V. Carcinogenicity of nitrate, nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. **Lancet Oncology**, v. 7, n. 8, p. 628-629, 2006.

GUO, W.S.; SCHAEFFER, D.M.; MENG, Q.X. et al. Use of nitrate-nitrogen as a sole dietary nitrogen source to inhibit ruminal methanogenesis and to improve microbial nitrogen synthesis *in vitro*. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 4, p. 542-549, 2009.

HARRISON, M.T.; CULLEN, B.R.; RAWNSLEY R.P. Modelling the sensitivity of agricultural systems to climate change and extreme climatic events. **Agricultural Systems**, v. 148, p. 135-148, 2016.

HORD, N.G.; TANG, Y.; BRYAN, N.S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **The American journal of clinical nutrition**, v. 90, n. 1, p. 1-10, 2009.

INDYK, H.E.; WOOLLARD, D.C. Contaminants of milk and dairy products | nitrates and nitrites as contaminants. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, p. 906-911, 2011.

JÖNCK, F.; GAVA, A.; GUELLER, E. et al. Intoxicação espontânea e experimental por nitrato/nitrito em bovinos alimentados com *Avena sativa* (aveia) e/ou *Lolium* spp. (azevém). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 9, p. 1062-1070, 2013.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica Microbiana Ruminal**. In: Ibid. (Ed), Bioquímica dos Ruminantes. Editora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 11- 66p. 2009.

LATHAM, E.A.; ANDERSON, R.C.; NISBET, D.J. et al. Insights on alterations to the rumen ecosystem by nitrate and nitrocompounds, **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 228, 2016.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência animal brasileira**, v. 14, n. 2, p. 164-171, 2013.

MARQUES, A.C.R.; KROLOW, R.H.; MISSIO, E. et al. Desempenho da mistura de aveia preta e azevém em função da adubação orgânica e mineral. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 112-120, 2014.

MEKALA, C.; NAMBI I.M. Transport of ammonium and nitrate in saturated porous media incorporating physiobiotransformations and bioclogging. **Bioremediation Journal**, v. 20, n. 2, p. 117-132, 2016.

NICOLOSO, R.S.; AITA, C.; BRUNETTO, G. et al. **Adubos e adubação orgânica**. In: Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Núcleo Região Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, Santa Maria: SBCS, 317-328p., 2016.

PAULIN, R. The role of composted organics in a sustainable future. **Acta Horticulturae**. v. 1018, p. 671-678, 2014.

PORTE, V.M. **Qualidade do Leite**. In: Córdova U.A. (Org.). Produção de Leite a base de pasto em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 517-551p, 2012.

QUILTY, J.R.; CATTLE, S.R. Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. **Soil Research**, v. 49, n. 1, p. 1-26, 2011.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W. et al. **Doenças causadas por toxinas de plantas, fungos, cianofitas, clavibactéria e por venenos de carrapatos e animais vertebrados**. In: Ibid. (Eds), Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos. 9^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 1472-1547, 2002.

REGANOLD, J.P. The fruits of organic farming. **Nature**, v. 485, p. 176, 2012.

SANTOS, J.S.D.; BECK, L.; EMANUELLI, T. et al. Nitrato e nitrito em leite produzido em sistemas convencional e orgânico. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 2, p. 304-309, 2005.

SILVA, A.A.; LANA, A.M.Q.; COSTA, A.M. et al. Fertilização com dejetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* nas alterações no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 2, p. 254-265, 2015.

SMITH, A.P.; CHRISTIE, K.M.; ECKARD, R.J. et al. Fertiliser strategies for improving nitrogen use efficiency in grazed dairy pastures. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 274-282, 2018.

SOARES, A.B; RESTLE, J. Adubação nitrogeada em pastagem de triticale mais azevém sob pastejo com lotação continua: recuperação de nitrogênio e eficiência na produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 43-51, 2002.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico de Solos 5. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, 174p, 1995.

TOKARNIA, C.H.; BRITO, M.F.; DÖBEREINER, J. et al. **Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção**. Rio de Janeiro: Editora Helianthus, 461-464p, 2012.

WINTER, J.W.; PATERSON, S.; MCCOLL, K.E. et al. N-nitrosamine generation from ingested nitrate via nitric oxide in subjects with and without gastroesophageal reflux. **Gastroenterology**, v. 133, n. 1, p. 164-174, 2007.

ZHU, W.; ZENG, N.; WANG, N. **Sensitivity, specificity, accuracy, associated confidence interval and roc analysis with practical SAS® implementations K & L consulting services**. Inc, Fort Washington, PA Octagon Research Solutions, Wayne. NESUG: Health Care and Life Sciences. p. 1-9, 2010.