

Adubação de pastagens irrigadas: princípios e recomendações

Fertilization of irrigated pastures: principles and recommendations

André Santana Andrade¹, Luis César Dias Drumond²

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência Animal e Pastagens, ESALQ/USP

² Professor Doutor, Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba

Resumo: Para compatibilizar os níveis de adubação com a produtividade da pastagem em sistemas irrigados, é fundamental considerar vários aspectos, tais como expectativa de produção, quantidade de nutrientes exportados, níveis no solo e ciclagem. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar, de forma sucinta, os principais aspectos a serem considerados para uma adequada adubação em pastagens irrigadas de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo, considerando os princípios envolvidos e reunindo as principais informações citadas na literatura, de modo a facilitar a utilização dessas informações por pesquisadores, técnicos e produtores rurais envolvidos nestes sistemas.

Palavras-chave: balanço nutricional, fertirrigação, irrigação, pastagem intensiva.

Abstract: So as to compatible the fertilization levels with the productivity of irrigated pasture systems, it is essential to consider various aspects, like the expected production, export quantity of nutrients, levels in soil and cycling. Therefore, the objective of this paper is to present succinctly the main aspects to be considered for an adequate fertilization in irrigated pasture with exclusive grasses of high potential productive, considering the principles involved and gathering the main information cited in the literature, so as to facilitate the use of such information by researchers, technicians, and farmers involved in these systems.

Keywords: fertigation, intensive pasture, irrigation, nutritional balance.

Introdução

No Brasil, os sistemas de produção de carne e leite bovinos são fundamentalmente baseados em produção de pastagens, que é a principal fonte de alimentação animal (EUCLIDES et al., 2010), o que demonstra sua grande importância.

Nos últimos anos, significativos avanços ocorreram na produção pecuária em pastagens. No período de 1996 a 2006 o rebanho bovino brasileiro aumentou de 158,3 para 205,9 milhões de cabeças, enquanto que a área total de pastagens diminuiu de

177,7 milhões para 158,6 milhões de hectares (IBGE, 2010). Esses números demonstram o esforço, ao longo desses anos, de técnicos, produtores e pesquisadores em aumentar a produtividade das mesmas, o que resultou em significativa melhoria na eficiência de utilização da pastagem (EUCLIDES et al., 2010).

Apesar desses avanços, a produtividade média das pastagens brasileiras ainda são incipientes, com lotações médias inferiores a 1 unidade animal (UA) por hectare, indicando necessidade de intensificação da produção (ALENCAR et al., 2009). Ao se pensar na intensificação da produção a pasto, a pesquisa tem buscado o uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal. Dentre essas tecnologias destacam-se o método de pastejo sob lotação rotacionada, o uso de níveis de adubações compatíveis com altas produções de forragem e o uso da irrigação (ALENCAR et al., 2009).

Neste contexto, destaca-se que é crescente a utilização de irrigação nas pastagens brasileiras, especialmente nas regiões mais quentes, que apresentam maior resposta ao seu uso (DRUMOND; AGUIAR, 2005). No entanto, o uso desta tecnologia deve estar associado ao uso adequado de fertilizantes, para que o incremento em produção real seja compatível com o esperado.

O que acontece é que, em situações práticas, ao se planejar níveis de adubação para pastagens irrigadas, pelo fato de os níveis serem superiores ao convencional (AGUIAR et al., 2006a), técnicos e produtores se deparam com uma maior complexidade, uma vez que não se encontram recomendações oficiais de adubação para pastagens com potencial de produção superior aos sistemas mais usuais.

As recomendações de adubação de manutenção de pastagens da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CANTARUTTI et al. 1999) citam que os sistemas de produção de alto nível tecnológico seriam aqueles com taxas de lotação de até 7 UA por hectare, enquanto que há fazendas brasileiras que já trabalham com taxas de lotação em alguns períodos do ano com até 13,5 UA/ha (AGUIAR et al., 2006b).

Neste contexto, observa-se que para compatibilizar os níveis de adubação com as produções nesses sistemas, é fundamental que os cálculos considerem vários aspectos, tais como a produção esperada e níveis de exportação de nutrientes, a correção dos níveis no solo para faixas adequadas e a ciclagem de nutrientes, sendo esta definida como a dinâmica dos diferentes elementos entre os distintos compartimentos da pastagem (DUBEUX JR et al., 2011).

Considerando esses aspectos, o objetivo deste trabalho é apresentar, de forma sucinta, os principais aspectos a serem considerados para uma adequada adubação em pastagens irrigadas de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo, considerando os princípios envolvidos e reunindo as principais informações citadas na literatura, de modo a facilitar a utilização dessas informações por pesquisadores, técnicos e produtores rurais envolvidos nestes sistemas.

Correção da acidez e dos níveis de nutrientes do solo

Segundo Vitti et al. (2006) a experimentação de campo, principalmente em con-

dições de pastejo na região dos cerrados, ainda não está suficientemente desenvolvida para a recomendação de calagem em sistemas mais produtivos. Nestas circunstâncias, as recomendações para áreas de pastagens intensivas têm sido baseadas nas recomendações oficiais para o estado de São Paulo para gramíneas do grupo I (maior potencial produtivo). O método de determinação da necessidade de calagem é o de saturação por bases (Equação 1), elevando-se a saturação para 70 ou 60% para formação e manutenção da pastagem, respectivamente (WERNER et al., 1996).

$$NC = \frac{Ve - Va}{100} \times T \quad [1]$$

em que: NC = necessidade de calcário (Mg ha⁻¹);
 Ve = saturação por bases esperada (%);
 Va = saturação por bases atual (%);
 T = capacidade de troca catiônica à pH 7 (cmol_c dm⁻³).

Para pastagens de gramíneas de alto potencial produtivo, Macedo (1997) recomenda o método supracitado para solos argilosos e o método de neutralização do alumínio trocável e elevação dos níveis de cálcio e magnésio no solo (CFSEMG, 1999) para solos arenosos (Equação 2).

$$NC = 2 \times Al + [2 - (Ca + Mg)] \quad [2]$$

em que: NC = necessidade de calcário (t ha⁻¹);
 Al = teor de alumínio trocável no solo (cmol_c dm⁻³);
 Ca = teor de cálcio trocável no solo (cmol_c dm⁻³);
 Mg = teor de magnésio trocável no solo (cmol_c dm⁻³).

Destaca-se que em ambos os casos a necessidade de calagem se refere à camada de solo de 0-20 cm, e deve ser ajustada a depender da camada efetivamente corrigida e do poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário (CFSEMG, 1999; VITTI et al., 2006).

Quanto à forma de aplicação, o calcário deve ser aplicado a lanço, de maneira mais uniforme possível. Se a calagem for realizada antes da implantação da forrageira, o calcário deverá ser incorporado mecanicamente. Quando a dose for inferior a 3 Mg ha⁻¹, é recomendada uma única aplicação, seguida da incorporação com arado ou grade pesada. Caso as doses sejam maiores, é conveniente aplicar metade do calcário antes da primeira aração e a outra metade antes da gradagem (VITTI et al., 2006).

Em pastagens já estabelecidas, a calagem, visando corrigir a acidez resultante da acidificação contínua do solo e repor os níveis de Ca e Mg, também deve ser reali-

zada em área total, sendo recomendado, antes da aplicação, o rebaixamento da forrageira, via pastejo ou roçado (VITTI et al., 2006). Neste caso, a ação do calcário em profundidade é mais lenta, porém ocorrerá uma frente de alcalinização para camadas mais profundas, com efeito dependente da umidade do solo e da dose (RHEINHEIMER et al., 2000; FIDALSKI; TORMENA, 2005; SOUSA; MIRANDA e OLIVEIRA, 2007), que proporciona os efeitos desejáveis da calagem via aplicação em superfície nas pastagens.

Vitti et al. (2006) citam que é importante a gessagem para altas produtividades em pastagens, sendo que os objetivos são fornecer Ca e S e condicionar a subsuperfície, favorecendo o desenvolvimento das raízes nestas camadas. O critério para utilização de gesso agrícola mais utilizado é da CFSEMG (1999), que recomenda seu uso quando o resultado de análise de solo da camada de 20-40 cm apresentar teor inferior ou igual a $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} e, ou, mais do que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al^{3+} e, ou, mais do que 30% de saturação por Al^{3+} . A necessidade de gessagem (NG), para uma camada de 20 cm de espessura, é indicada em função do teor de argila do solo, sendo a NG de 0 a 400; 400 a 800, 800 a 1200 ou de 1200 a 1600 kg ha^{-1} de gesso para as faixas de 0 a 15, 15 a 35, 35 a 60 ou de 60 a 100 % de argila, respectivamente (CFSEMG, 1999).

Além da correção da acidez do solo e da elevação dos níveis de Ca e Mg, é importante também, para altas produtividades em pastagem, que a relação entre esses nutrientes e o K seja mantida o mais adequado possível. Corsi e Martha Júnior (1997) recomendam as relações aproximadas de $\text{Mg/K} = 3$ e $\text{Ca/Mg} = 3$. Para que esses níveis sejam atendidos, na maioria dos solos brasileiros, é necessária a realização de potassagem (ERNANI; ALMEIDA e SANTOS et al., 2007), que se refere à aplicação de potássio em área total, visando corrigir a deficiência do solo deste elemento.

A correção de fósforo em área total pode ser realizada; no entanto, a prática de fosfatagem, na maioria dos solos brasileiros, apresenta limitações, devido à alta capacidade de adsorção (em formas lábeis e não-lábeis) dos solos argilosos tropicais, que podem chegar a mais 4.000 kg ha^{-1} de P na camada de 0-20 cm (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007). Esses mesmos autores ressaltam que grande parte do P adsorvido, de forma lábil, poderá converter-se em formas não-lábeis (ser fixado) em tempo relativamente curto.

Desta forma, a correção de fósforo, em curto prazo, em solos com alta capacidade de adsorção, torna-se inviável economicamente em pastagens irrigadas. A recomendação de adubações de P em pastagens irrigadas, nesses casos, se restringe às adubações de estabelecimento e manutenção, visando somente fornecer o P às plantas, minimizar o tempo de contato do P com o solo e, conseqüentemente, reduzir o processo de fixação (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007). Em solos com menor capacidade de adsorção de P (solos mais arenosos), a fosfatagem poderá ser realizada com benefícios ao crescimento das plantas (VITTI et al., 2006). Corsi e Nussio (1993) citam que a elevação de P no solo a níveis de 20 a 30 mg dm^{-3} de P (extrator resina) seria adequada às pastagens mais produtivas.

Adubação de estabelecimento das gramíneas

Para a adubação de estabelecimento de pastagens em sistemas irrigados, tem

sido utilizado o critério de classes de fertilidade do solo (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Assim, as adubações de plantio ou semeadura são realizadas, sobretudo com base em análises de solo, considerando o uso de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo. Os critérios mais utilizados estão apresentadas na Tabela 1, que são adaptados da CFSEMG (1999) e de Vitti et al. (2006). Mais detalhes sobre essas recomendações podem ser obtidas mediante consulta aos textos originais.

Tabela 1. Recomendação de adubação para o estabelecimento de gramíneas exclusivas para pastagens irrigadas

| Nutriente | N ¹ | P ₂ O ₅ ² | K ₂ O ³ | B | Cu | Zn |
|------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------|-------------------------------|---|----|----|
| Quantidade (kg ha ⁻¹) ⁴ | 100 - 150 | 40 - 120 | 20 - 60 | 1 | 2 | 2 |

Fonte: CFSEMG (1999) e Vitti et al. (2006). ^{1/} Realizar aplicações em cobertura, parcelada em duas ou três vezes. ^{2/} Realizar aplicações no momento do plantio, podendo misturar formulações como Superfosfato simples (18% de P₂O₅) às sementes. ^{3/} Realizar aplicação em cobertura, em uma ou duas aplicações. ^{4/} A amplitude das recomendações se relaciona com a disponibilidade dos nutrientes no solo (teores nos resultados nas análises para P e K e teor de MOS para N).

Demanda nutricional

Após o estabelecimento da forrageira, adubações de manutenção deverão ser realizadas de acordo com a demanda nutricional da pastagem (PRADO, 2008) e ajustes devido a perdas, entradas e ciclagem dos nutrientes no sistema (AGUIAR, 2004).

A demanda nutricional é a quantidade de nutrientes acumulada na planta inteira durante seu ciclo de vida. Para contabilizar a demanda nutricional (DN) de uma cultura, é necessário considerar os nutrientes absorvidos pela planta inteira, ou seja, DN=teor do nutriente na matéria seca (MS) da planta x total de MS da planta (PRADO, 2008). Obviamente, o incremento da produção implicará um aumento da quantidade de nutrientes acumulados pela planta.

Os teores de nutrientes nas plantas estão diretamente relacionados com o tipo de forrageira e ao nível de manejo estabelecido (VITTI et al., 2006). Na Tabela 2 estão sintetizados os teores de macro e micronutrientes das principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens irrigadas.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea das principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens irrigadas

| Gramínea forrageira | N | P | K | S | B | Cu | Zn | Mn | Fe |
|------------------------------------------|---------------------|-----|----|---|--------------------|----|----|-----|-----|
| | kg Mg ⁻¹ | | | | g Mg ⁻¹ | | | | |
| <i>Panicum maximum</i> ¹ | 14 | 1,9 | 17 | 2 | 15 | 7 | 21 | 90 | 124 |
| <i>Pannisetum purpureum</i> ² | 14 | 2 | 20 | 2 | 25 | 10 | 40 | 179 | 178 |
| <i>Cynodon sp.</i> ³ | 16 | 2,5 | 20 | 2 | 17,5 | 9 | 40 | 120 | 125 |

Fonte: Adaptado de Werner et al. (1996) e Paulleti (2004), citados por Vitti et al., 2006; Abreu; Lopes e Santos (2007) e Prado (2008). ^{1/} Refere-se a trabalhos com capim Colômbio; ^{2/} Refere-se a trabalhos com capim Napier; ^{3/} Refere-se a trabalhos com capim Coast-cross; os teores de micronutrientes referem-se à média dos teores adequados em folhas.

Em pastagens irrigadas, a produção de MS é bastante variável, principalmente em função das variáveis climáticas regionais, da espécie ou cultivar utilizada, das condições do solo e de manejo da pastagem, tais como manejo do pastejo, da adubação e da irrigação (DRUMOND e AGUIAR, 2005).

Em termos de planejamento e cálculo de demandas de nutrientes no solo, de forma geral, para pastagens irrigadas nas condições do Brasil central, é conveniente dividir a produção anual de MS em termos de produção em duas épocas definidas, de acordo com os fatores que mais influenciam a produção nestas condições, que são a temperatura e luminosidade (PINHEIRO, 2002; DRUMOND; AGUIAR, 2005). Essas épocas seriam: época de menor potencial produtivo, que abrange o outono e inverno (meses de abril a setembro), e época de maior potencial produtivo, que abrange a primavera e o verão (meses de outubro a março).

Vários autores têm avaliado a produção de diferentes gramíneas forrageiras em pastagens irrigadas. Os resultados auxiliam para nortear a estimativa de produção e, conseqüentemente, auxiliam no cálculo da demanda total de nutrientes na pastagem. Convém ressaltar, porém, que as condições experimentais que geraram os resultados citados na literatura devem ser bem avaliadas, pois caso as condições não forem semelhantes, poderá se incorrer em grandes erros.

Aguiar e Silva (2002) avaliaram a produção de MS de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Selvíria/MS em pastagens adubadas e irrigadas e encontraram produção de 19,9 e 19,3 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e outono/inverno, respectivamente, totalizando produção anual próxima a 40 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Observa-se que a produção citada pelos autores não apresentou grande variação entre os períodos avaliados, possivelmente houve algum fator limitante a produção no período de primavera/verão.

Por outro lado, Aguiar et al. (2006a), trabalhando com pastagens irrigadas em Uberaba/MG, encontraram acúmulo total de forragem médio de experimentos com *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. Tanzânia e *Cynodon sp.* cv. Tifton 85 de 34 e 14 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e no outono/inverno, com produção total anual de

48 Mg ha⁻¹ de MS.

Mota et al. (2010) encontraram produção próxima a 20 Mg ha⁻¹ de MS com o capim-elefante (*P. purpureum*) irrigado e adubado na região norte de Minas Gerais no período de outono/inverno. Esses mesmos autores citam que há relatos de produções de até 80 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em condições irrigadas e adubadas nas regiões tropicais.

A título de exemplo, para uma produção estimada de 30 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e de 15 Mg ha⁻¹ de MS no outono/inverno, a demanda total nutricional estimada de macronutrientes seria de 480, 75 e 600 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P e K na primavera/verão e de 240, 37,5 e 300 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P e K no outono/inverno, considerando os teores médios citados na Tabela 2.

A partir da demanda total estimada, a necessidade de adubação deve ser ajustada às perdas (lixiviação, volatilização, fixação, etc.), às entradas (via chuva e mineralização da matéria orgânica do solo) e reciclagem via excreções dos animais em pastejo. Os tópicos subsequentes apresentam os principais aspectos relacionados a esses fatores em pastagens irrigadas, na pretensão de auxiliar na compreensão dos princípios que norteiam as adubações nesses sistemas.

Balanço nutricional

De forma geral, as recomendações de adubação de pastagens no Brasil central têm sido baseadas em boletins de recomendações de calagem e adubação para diversas culturas, publicadas por instituições de pesquisa. Os mais utilizados são o Boletim 100 (VAN RAIJ et al., 1996) e a 5ª aproximação (CFSEMG, 1999), que se baseiam nos critérios de classes de fertilidade do solo e níveis tecnológicos para sugerir os níveis de adubação.

Segundo Aguiar (2004), muitos avanços têm ocorrido em termos de adubação de pastagens, especialmente em sistemas mais tecnificados, como no caso de pastagens irrigadas. Segundo o autor, vários trabalhos têm questionado o uso dos boletins para a recomendação de adubação nestes sistemas de produção, propondo modelos matemáticos de predição, tais como o Balanço de Massa e o Modelo Dinâmico. Ainda segundo Aguiar (2004), as vantagens desses modelos são a possibilidade de se fazer balanços nutricionais para produtividades específicas, levando-se em consideração a complexidade da dinâmica dos nutrientes na pastagem (principalmente devido à ação dos animais), e a melhor associação das adubações com a evolução do sistema produtivo.

Para a realização de um balanço nutricional, para determinada produtividade almejada, em um primeiro momento, devem-se considerar os fatores de disponibilização dos nutrientes no ambiente. Além das adubações, há fornecimento de nutrientes por meio da decomposição da matéria orgânica (MOS) (importante para N, P e S) e a deposição atmosférica pelas precipitações pluviais (importante para N e S) (GUILHERME; VALE E GUEDES, 1995). Deve-se considerar também a ciclagem desses nutrientes via excreções animais e decomposição dos resíduos vegetais oriundos das gramíneas forrageiras (DUBEUX JR. et al., 2011).

Quantificação dos processos envolvidos no balanço nutricional

Considerando a deposição atmosférica de nutrientes via precipitações pluviais, Moreira-Nordemann, Girard e Ré Poppi (1997) avaliaram e compilaram dados de deposição de enxofre e nitrogênio em várias cidades brasileiras e encontraram valores de 0,5; 5,9 e 7,8 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 1,2; 1,6 e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S nas cidades de Natal, Campo Grande e São José dos Campos, respectivamente. Segundo Lagreid, Bockman e Kaarstad (1999), citados por Cantarella (2007), a deposição aérea de N varia de 3 a 5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em áreas agrícolas, que são valores normais em ambientes não poluídos.

Considerando a disponibilização de nutrientes via MOS, Guilherme, Vale e Guedes (1995), sugerem que, para cada 10 g kg⁻¹ de MOS, haverá mineralização de 1 a 4 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P e também de 1 a 4 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S. Sousa e Lobato (2004), nas condições do Cerrado, sugerem uma contribuição de 30 kg ha⁻¹ de N para cada 10 g kg⁻¹ de MOS.

Em termos de perdas, destaca-se que são mais importantes em pastagens irrigadas as perdas por volatilização (N), lixiviação (N e K) e fixação nos colóides do solo (P) (AGUIAR, 2004). Considerando a fixação de P, Aguiar (2004) cita que as perdas são em torno de 50%, sendo maiores quanto maior o teor de óxidos de ferro e alumínio do solo (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007).

Em termos de volatilização de N, no caso de pastagens irrigadas, as perdas por esse processo, mesmo quando se utiliza a fonte ureia, são consideravelmente reduzidas, uma vez que é possível a aplicação via fertirrigação e incorporação via água de irrigação. Segundo Cantarella (2007), a aplicação de uma lâmina de irrigação de 10 a 20 mm após a aplicação dos fertilizantes é suficiente para incorporar a ureia ao solo.

Outro processo a ser considerado é a desnitrificação, que ocorre mais pronunciadamente em solos saturados, mas que também pode ocorrer naqueles não saturados, em sítios anaeróbios localizados no interior de agregados do solo (CANTARELLA, 2007). Segundo Cantarella (2007), a mensuração deste processo é bastante complicada, e os valores podem ser bastante variáveis. Maior será a desnitrificação, quanto maior o teor de umidade do solo e maior a disponibilidade de carbono oxidável. Cantarella (2007), citando vários autores, relata média de 1,25% de perda de N por desnitrificação em grande número de experimentos de longa duração.

No Brasil são poucos os casos relatados de grandes perdas por lixiviação. Primavesi et al. (2006) avaliaram a lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross sob manejo intensivo em solo de textura média, aplicando doses de 125 a 1000 kg ha⁻¹ de N, parceladas em cinco vezes. Os autores apenas encontraram quantidades relativamente altas de nitrato, em camadas abaixo de 40 cm, nas parcelas que receberam 1000 kg/ha de N; no caso, tratava-se de uma dose superior ao necessário para a máxima produtividade. Os autores concluíram que doses de até 500 kg ha⁻¹ de nitrogênio, parceladas em cinco vezes na forma de ureia ou de nitrato de amônio, no período das chuvas na pastagem avaliada, não proporcionam perdas significativas via lixiviação. Os autores ainda citam que o risco de contaminação do lençol freático é pequeno em pastos de gramíneas tropicais, desde que as adubações, mesmo sendo altas, não excedam a capa-

cidade de ciclagem das forrageiras.

Cantarella (2007) fez uma síntese dos trabalhos que avaliaram a lixiviação de nitrato medida em campo com uso de adubos marcados com ^{15}N . A média de dose de adubação dos experimentos foi de $120,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo a média dos ciclos de 178,2 dias e média de precipitação de 836 mm. A maioria dos solos eram Latossolos ou Nitossolos. Na síntese dos resultados, a média de nitrogênio total lixiviado foi de $24,3 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo que em média, $4,9 \text{ kg ha}^{-1}$ deste total de N lixiviado foi oriunda dos fertilizantes.

Além das perdas, na adubação de pastagens irrigadas deve-se considerar também a reciclagem de nutrientes via excretas, remobilização interna e via liteira (resíduos vegetais) (DUBEUX JR. et al., 2011). Segundo Lira et al. (2006), a proporção que cada uma dessas vias contribuem para o retorno dos nutrientes varia de acordo com a eficiência de pastejo. No caso de pastagens irrigadas, busca-se alto nível de eficiência de pastejo, em torno de 70% (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Nesta condição, a proporção das vias de retorno de N é em torno de 10% via liteira, 23% via remobilização interna e 50% via excreções dos animais (LIRA et al., 2006).

Segundo Aguiar (2004), a distribuição das dejeções dos animais na pastagem depende de fatores como a taxa de lotação animal, método de pastejo, área de descanso e a quantidade e frequência de excreção, sendo que 25% destas dejeções podem ter efeitos inexpressivos quanto à reciclagem de nutrientes em sistemas intensivos, devido à deposição dessas em currais, sob as sombras, corredores e áreas de bebedouros. O restante das dejeções cobre uma área bastante variável da pastagem, de 1 a 46%.

Saraiva (2010) avaliou os teores de macronutrientes de excretas de bovinos em pastejo e encontrou médias de 16; 1,7 e 9,67 g de N, P e K, respectivamente, para cada kg de MS de fezes e 2,99 e 34,86 g de N e K, respectivamente, para cada litro de urina. Esse mesmo autor ainda cita que para o N, 47 e 53% são retornados via urina e fezes, respectivamente, 95% do K é retornado via urina, e praticamente todo o P é retornado via fezes, sendo a média de produção de 4,17 kg de MS de fezes/dia/animal, e 24,6 L de urina/dia/animal.

Teixeira (2010) avaliou o retorno de nutrientes via excretas de bovinos em pastejo, sob diferentes lotações animais e observou que, para a lotação de $4,2 \text{ UA ha}^{-1}$, em média 140,2 e 332,1 g $\text{UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de N e K, respectivamente, retornou via urina e 33,6 g de P $\text{UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ retornou via fezes.

Sollenberger et al. (2002) citam que cada animal defeca de 11 a 16 e urina de 8 a 12 vezes dia^{-1} , sendo a massa de cada defecação de 1,5 a 2,7 kg e o volume da cada urinação de 1,6 a 2,2 L. Cada evento de defecação cobre uma área de 0,05 a 0,14 m^2 , e cada evento de urinação cobre uma área de 0,14 a 0,39 m^2 . Segundo o autor, a área de distribuição dos nutrientes no solo via excretas ainda pode ser afetada pela distribuição das mesmas por invertebrados do solo e pela movimentação dos nutrientes em solução. De forma geral, as excretas cobrem uma área de 30 a 40% da superfície da pastagem anualmente (SOLLENBERGER et al., 2002).

Além da grande variação na distribuição das excretas dos animais em pastejo, grandes perdas dos elementos nas dejeções ocorrem devido à alta concentração dos nutrientes na área afetada (AGUIAR, 2004). Assim, somente parte dos nutrientes pode ser recuperada pela planta em área que recebem excretas, pois na área afetada, nem a

planta consegue absorver, nem o solo consegue reter todos os nutrientes. Corsi e Martha Júnior (1997) apresentam dados da literatura que citam taxas de recuperação de N, P e K em torno de 28, 15 e 65%, respectivamente.

Uso da fertirrigação

Ao se considerar a adubação em pastagens irrigadas, convém ressaltar ainda que na maioria das situações estas são realizadas via fertirrigação, devido às várias vantagens do sistema, tais como redução de custos de aplicação, redução de problemas com compactação do solo devido à redução do tráfego de máquinas, grande uniformidade de aplicação, possibilidade de maior parcelamento e redução das perdas, principalmente de nitrogênio (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Alguns problemas que podem ser encontrados são relacionados à solubilidade dos adubos e entupimento de emissores; no entanto, quando são usadas as fontes adequadas, esses problemas são praticamente eliminados (DRUMOND; FERNANDES, 2001)

Cunha (2009) estudou os efeitos de uso da fertirrigação sobre a produtividade da MS da *B. brizantha* cv. Xaraés submetido a diferentes períodos de desfolha e doses de nitrogênio e potássio, comparado com a adubação a lanço. O autor observou maior produtividade de MS com o uso da fertirrigação para as maiores doses e recomendou seu uso, devido ao aumento da produção e às vantagens já supracitadas.

Conclusão

A determinação de adequadas doses de fertilizantes em pastagens irrigadas, devido aos vários processos envolvidos com o ambiente, planta e animal, é complexa. As recomendações encontradas em boletins oficiais de recomendação de adubações nem sempre são adequadas às adubações de manutenção desses sistemas, principalmente pelo fato de que os maiores níveis tecnológicos citados nos boletins, muitas vezes, são inferiores aos obtidos em propriedades mais tecnificadas atualmente, além dos mesmos não considerarem todos os fatores que influenciam na recomendação de adubação em pastagens.

Atualmente, já existem na literatura, resultados de muitas pesquisas que permitem nortear adubações mais coerentes com sistemas mais tecnificados, reduzindo a probabilidade de erros. Entretanto, ainda é necessária a realização de mais pesquisas, especialmente quando se trata de pastagens irrigadas, pois nem sempre é possível extrapolar as informações oriundas de culturas agrícolas ou de pastagens extensivas. Além disso, a correta interpretação e organização dessas informações, para que possam ser utilizadas no contexto de pastagens irrigadas, não é tarefa fácil, mas espera-se que o uso das mesmas seja crescente dentro desses sistemas.

Referências

- ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. "Micronutrientes", in: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.
- AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. "Técnicas de medição da pastagem para planejamento alimentar ao longo do ano em sistema de pastejo", in: **Simpósio de Pecuária de Corte, 2.**, Lavras, 2002. **Anais ...** Lavras: NEPEC/UFLA, 2002. 302 p. p. 109-164.
- AGUIAR, A.P.A. "Volumosos para bovinos de corte: opções, avanços tecnológicos e viabilidade econômica", in.: **Simpósio de Produção de Gado de Corte, 4.**, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, pp. 269-312.
- AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. ; MORAES NETO, A.R.; PAIXÃO, J.B.; RESENDE, J.R.; BORGES, L.F.C.; MELO JUNIOR, L.A.; SILVA, V.F.; APONTE, J.E.E. "Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia-1 ("*Panicum maximum*" Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia-1) e Tifton 85 ("*Cynodon dactylon*" x "*Cynodon nlemfuensis*" cv. Tifton 68) em pastagens intensivas", **FAZU em Revista**, n. 3, p. 16-19, 2006a.
- AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; CAMARGO, A.; MINMA, J.H.; SCANDIUZZI, R. N.; RESENDE, J.R.; APONTE, J.E.E. "Parâmetros de crescimento de uma pastagem de Tifton 85 ("*Cynodon dactylon*" x "*Cynodon nlemfuensis*" cv. Tifton 68) irrigada e submetida ao manejo intensivo do pastejo", **FAZU em Revista**, n. 3, p. 26-28, 2006b.
- ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F.F; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; ROCHA, W.S.D.; ARAÚJO, R.A.S. "Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009.
- CANTARELLA, H. "Nitrogênio", in: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. "Pastagens", in: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. "Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado", in: **Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14.**, Piracicaba, 1997. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1997, pp. 161-193.
- CORSI, M.; SANTOS, P. M. "Potencial de produção de *Panicum maximum*", in: **Simpósio**

sobre **Manejo da Pastagem**, 12. Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 275-304.

CUNHA, F.F. **Produção e características morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xarés com adubação convencional e fertirrigação na região Leste de Minas Gerais**, 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

DRUMOND, L.C.D.; FERNANDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba: UNIUBE, 2001. 84 p.

DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A.P.A. **Irrigação de Pastagem**. Uberaba: L. C. D. Drumond, 2005. 210 p.

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. SILVA, H.M.S. LIRA, C.C. “A ciclagem de nutrientes no contexto do manejo das pastagens”, in: **Simpósio de Forragicultura e Pastagens**, 8., Lavras, 2011. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2011, p. 79-98.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. “Potássio”, in: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. “Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century”, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. “Dinâmica da calagem superficial em um latossolo vermelho distrófico”, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 235-247, 2005.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 171 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Capturado em 23 dez. 2010. Online. Disponível em: http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1

LAGREID, M.; BOCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O. **Agriculture fertilizers and the environment**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 294 p.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA JR., M.A.; MELLO, A.C.L. “Sistemas de produção de forragem: Alternativas para sustentabilidade da pecuária”, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 491-511, 2006.

MACEDO, M.C.M. “Adubação e calagem para a implantação de pastagens cultivadas na região dos cerrados”, in: **Curso de Pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1997.

MOREIRA-NORDEMANN, L.M.; GIRARD, P.; RÉ POPPI, N. "Química da precipitação atmosférica na cidade de Campo Grande – MS", **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 15, p. 35-44, 1997.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; JÚNIOR, V. R. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. "Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1191-1199, 2010.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. "Fósforo", in.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e interpretações**. 2 ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86 p.

PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 500p.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. "Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 683-390, 2006.

RAPPAPORT, B.D.; AXLEY, J.H. "Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency", **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 399-401, 1984

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. "Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural", **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 797-805, 2000.

SARAIVA, F.M. **Ciclagem de nutrientes em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob diferentes intensidade de pastejo**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SOLLENBERGER, L.E.; DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; MATHEWS, B.W. "Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems", in: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 39., Recife, 2002. **Anais ...** Recife: SBZ, 2002, pp. 151-179.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. "Acidez do solo e sua correção", in: NOVAIS,

R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

TEIXEIRA, V. I. **Reciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf.** Manejadas sob três lotações animais em Itambé-PE. 2010. 53 f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

VITTI, G.C.; LUCHIO, J.P.M.; CRUZ, A.P.; SPOLIDORIO, E.S. “Nutrição e adubação de pastagens forrageiras”, in: PIRES, W. Manual de pastagem. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 302 p.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. “Forrageiras”, in: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996, pp. 263-273. (Boletim técnico, 100).

WERNER, L.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. “Forrageiras”, in: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).