

Análise por componentes principais e regressão de nutrientes acumulados por capins tropicais sob efeito de doses de nitrogênio via chorume bovino

A. de Moura Zanine*, P. F. Dias**, S. Manhães Souto***, J. R. Costa*** e L. J. Motta^φ

Introdução

O chorume é obtido da água de lavagem de currais, pocilgas e granjas, sendo constituído de fezes, urina, restos de rações e pêlos. Nas zonas rurais, como consequência da criação de animais em confinamento e semiconfinamento, há uma grande produção de chorume. E grande parte desse dejetos é lançado diretamente nos cursos d'água ou acumulado inadequadamente, provocando sérios desequilíbrios ecológicos (Chateaubriand et al., 1989). Na estação experimental de Seropédica, em Seropédica-RJ, a produção média de chorume por vaca e por dia é aproximadamente igual a 27 kg. Se levar em conta que o rebanho aproximado de vacas ordenhadas no Brasil é de 19 milhões, segundo o Censo do IBGE para 2002, chegar-se-á a uma quantidade produzido chorume, aproximadamente igual a 513 milhões de quilos por ano.

Daí o chorume nos últimos anos na Europa ter recebido bastante atenção por parte dos governos e da pesquisa. Tal interesse é devido, por um lado, ao alto custo dos fertilizantes químicos que limita o seu uso pelos pequenos agricultores, e por outro lado, à pressão social por uma

agricultura sustentável, onde a reciclagem de nutrientes dentro da propriedade contribua não somente para a redução dos custos mas também para a redução da poluição ambiental (Simas e Nussio, 2001).

No Brasil, segundo a Embrapa (2003), entre as várias tendências com alta probabilidade de permanecerem constantes no horizonte considerado (2002/2012), destacam-se as relacionadas ao esgotamento de recursos naturais ou na degradação do meio ambiente, fazendo com que hajam uma preocupação forte e constante do desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias para a reciclagem de nutrientes, a disposição ambiental correta dos dejetos animais e a reutilização de resíduos rurais e urbanos.

Há muitos trabalhos de pesquisa sobre efeitos da aplicação de chorume bovino e de suino na produção de plantas (Barcellos, 1991; Treham, 1995; Melo et al., 1997; Gonçalves et al., 2001), inclusive estudos conduzidos no campo demonstraram a existência de respostas inter e intra específicas de gramíneas ao chorume aplicado (Studdy et al., 1995; Estavillo et al., 1996), bem como os registros de perdas de N logo após sua aplicação, são encontrados na literatura para forrageiras temperadas (Jensen, 1991; Glaser et al., 2001; Stevens e Laughlin, 2002), mas quase nada para forrageiras tropicais, principalmente, se os efeitos avaliados forem nos nutrientes das plantas nas diferentes partes das plantas. Daí, Schimidt et al. (2003), em condições tropicais, terem se preocupado em pesquisar os efeitos do N aplicado, através de chorume

* Bolsista de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFV.

** Pesquisador da PESAGRO-RJ; Email para correspondência: pfrancisco@hotmail.com.br

*** Pesquisador da Embrapa Agrobiologia

^φ Bolsista de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ.

bovino, não só na parte aérea do capim Tanzânia mas também no seu sistema radicular. Estes pesquisadores encontraram que a matéria seca (MS) e nutrientes acumulados em ambas as partes do capim Tanzânia (*Panicum maximum*), foram maiores aos 84 dias após o plantio e com a maior dose aplicada (180 kg/ha de N), e concluíram que o chorume bovino pode ser uma boa fonte de N durante a fase de crescimento inicial do capim.

Segundo Ribeiro Jr. (2001) os dados provenientes de experimentos que mostrem correlações significativas entre suas variáveis, devem ser analisados por análise multivariada e, se os tratamentos forem quantitativos, uma análise de regressão deve complementá-la (Gomes, 1981).

Devido aos fatos relatados sobre a importância do chorume como fonte de nitrogênio foi que se objetivou estudar com o presente trabalho, os seus efeitos no acúmulo de MS e nutrientes na parte aérea e nas raízes em quatro gramíneas forrageiras tropicais, via análise dos dados, por regressão e por método multivariado dos componentes principais.

Material e métodos

O experimento foi instalado em vasos com capacidade de 22 dm³ de solo em área da Embrapa Agrobiologia, localizada no Km 47 da BR 465, no município de Seropédica-RJ (21° 45' latitude sul, 43° 41' longitude oeste e altitude de 33 m).

O solo usado foi classificado como Argissolo vermelho Amarelo, cuja análise química mostrou o seguinte resultado: pH = 5.7, Al⁺⁺⁺ = 0 cmol_c/dm³, P = 3 mg/dm³ (Mehlich-1), K = 56 mg/dm³, Ca = 2.3 cmol_c/dm³ e Mg = 1.9 cmol_c/dm³. Foi feita uma adubação uniforme em todos os vasos antes do plantio para atender as necessidades de P (4.5g/vaso) e K (0.9g/vaso) dos capins nesse solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um arranjo fatorial 4 x 3 com quatro gramíneas (duas cultivares de *Digitaria*, Transvala e Suazi; e duas cultivares de *Cynodon*, Coast-cross e Tifton 85) e três doses de nitrogênio,

na forma de chorume, com cinco repetições.

A composição de nutrientes contidos em 1 kg do chorume de bovino usado foi a seguinte: matéria orgânica = 870 g, P = 73.8g, K = 6 g, Ca = 19.5g, Mg = 4.6 g e N = 2%. O plantio dos capins nos vasos (oito mudas/vaso) foi feito no 05/12/2001, tomando todo o cuidado de uniformizá-las para cada cultivar.

As doses de N (150 e 300 kg/ha) foram divididas em nove aplicações. Na primeira e segunda aplicação usou-se 50% das doses de N do chorume com a finalidade de estimular o crescimento inicial das plantas e o restante das doses, para as outras sete aplicações, foi aplicada parceladamente em partes iguais com a finalidade de diminuir as perdas de N, que ocorrem segundo Estavillo et al. (1996).

Foram feitos nove cortes cada 35 dias no período chuvoso, e cada 56 dias no período de escassez de chuva. As variáveis MS, N, P, K, Ca e Mg da parte aérea e das raízes dos capins no último corte, foram avaliadas segundo a metodologia de Silva (1999). A unidade usada para todas variáveis foi mg/vaso.

Os dados foram analisados estatisticamente separados, para parte aérea e raízes, utilizando-se do método multivariado denominado Análise de Componentes Principais (ACP) e de regressão por meio do software SAEG 8.1 (Euclides e Theodoro, 2003). Na interpretação dos resultados multivariados, além dos três primeiros componentes principais, também foram utilizados os valores de coeficientes de correlação linear ($r_{x_i y_j}$) entre as variáveis originais (X_i) e os três primeiros componentes principais (Y_1 , Y_2 e Y_3). Quanto maior o valor absoluto de $r_{x_i y_j}$, maior será a contribuição da variável X_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) para a formação do componente principal Y_j ($j = 1, 2, 3$).

Resultado e discussão

Nas Tabelas 1 e 2 observam-se respectivamente, para a parte aérea e raiz, os valores dos três componentes principais e a ordenação decrescente dos tratamentos com relação aos valores de cada um dos

Tabela 1. Valores dos componentes principais (Y_1 , Y_2 e Y_3) para os tratamentos em estudo referentes as combinações entre as quatro gramíneas e doses de nitrogênio relacionadas a parte aérea. Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para Y_1 , Y_2 e Y_3 .

Tratamento	Gramínea (cvs.)	Dose de nitrogênio (kg/ha)	Y_1	Y_2	Y_3
1	Coast-cross	0	-2.681 (9)	-0.017 (7)	-0.026 (7)
2		150	-0.061 (7)	-0.589 (11)	-0.090 (8)
3		300	2.464 (3)	-0.532 (10)	0.279 (1)
4	Tifton 85	0	-2.919 (11)	0.486 (2)	0.193 (2)
5		150	0.885 (5)	0.387 (3)	-0.178 (11)
6		300	3.493 (1)	0.846 (1)	0.107 (4)
7	Suazi	0	-3.221 (12)	-0.154 (8)	-0.138 (10)
8		150	0.591 (6)	-0.671 (12)	0.044 (5)
9		300	1.775 (4)	-0.494 (9)	-0.122 (9)
10	Transvala	0	-2.730 (10)	0.313 (5)	0.027 (6)
11		150	-0.154 (8)	0.039 (6)	0.129 (3)
12		300	2.566 (2)	0.385 (4)	-0.223 (12)

componentes. Os 12 tratamentos envolvidos no estudo foram dados pela combinação entre as quatro gramíneas (cvs. Transvala, Suazi, Coast-cross e Tifton 85) e as doses de N (0, 150 e 300 kg/ha). Nas Tabelas 3 e 4 observam-se que, nesse estudo, a utilização do método multivariado de análise de componentes principais foi viável, pois os três primeiros componentes principais foram responsáveis por cerca de 100% e 99 % da informação contida no conjunto das seis variáveis originais, para a parte aérea e raízes dos capins, respectivamente.

Deste modo, para a parte aérea (Tabela 1 e Figura 1) e raízes (Tabela 2 e Figura 2), os tratamentos com maiores valores de Y_1

apresentam maior disponibilidade de Ca, N, P, K e MS na parte aérea e MS e Mg nas raízes, o contrário ocorrendo com menores valores de Y_1 , para ambas partes das plantas. Assim, destacam-se os tratamentos (T) com N: T6 (cv. Tifton 85 com a dose 300 kg/ha), T12 (cv. Transvala com 300 kg/ha) e T3 (cv. Coast-cross com 300 kg/ha) como os de maior disponibilidade e produtividade de Ca, N, P, K e MS na parte aérea; e os tratamentos sem N: T7 (cv. Suazi), T4 (cv. Tifton 85), T10 (cv. Transvala) e T1 (cv. Coast-cross) apresentam-se como os de menor disponibilidade destas variáveis na parte aérea, situando-se os demais tratamentos em uma posição intermediária. Nas raízes destacam-se os tratamentos T3 (cv. Coast-

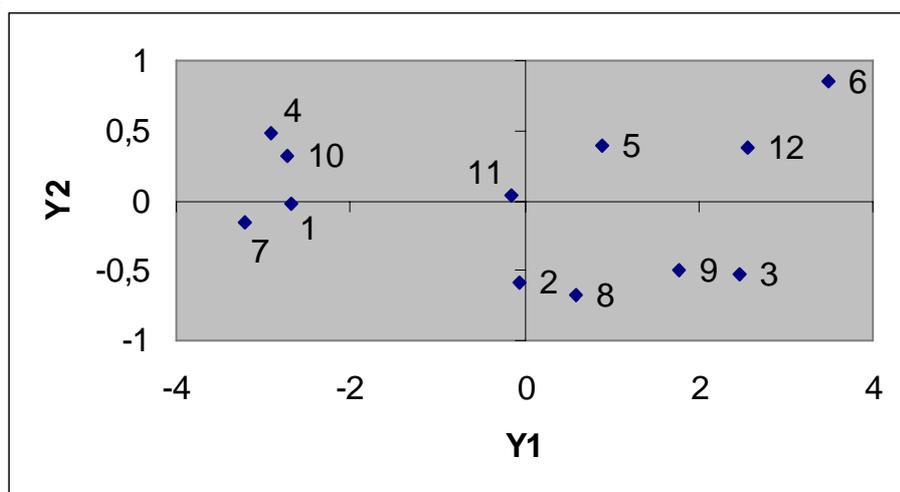


Figura 1. Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis da parte aérea dos capins no último corte. Dados de 12 tratamentos.

Tabela 2. Valores dos componentes principais (Y₁, Y₂ e Y₃) para os tratamentos em estudo referentes as combinações entre as quatro gramíneas e as três doses de nitrogênio relacionadas as raízes. Os valores entre parênteses correspondem a ordenação decrescente dos tratamentos para Y₁, Y₂ e Y₃.

Tratamento	Gramínea (cvs.)	Dose de nitrogênio (kg/ha)	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	Coast-cross	0	-1.660 (9)	0.087 (5)	0.317 (4)
2		150	2.007 (4)	0.124 (4)	-0.039 (7)
3		300	3.337 (1)	0.624 (2)	0.438 (1)
4	Tifton 85	0	-2.822 (11)	0.043 (6)	0.422 (2)
5		150	2.658 (2)	-1.385 (12)	0.352 (3)
6		300	0.342 (6)	-0.509 (11)	-0.187 (10)
7	Suazi	0	-3.499 (12)	0.026 (7)	-0.175 (9)
8		150	-0.766 (7)	-0.338 (10)	-0.125 (8)
9		300	-1.059 (8)	0.302 (3)	-0.438 (11)
10	Transvala	0	-2.332 (10)	-0.038 (9)	0.116 (6)
11		150	2.050 (3)	-0.016 (8)	-0.831 (12)
12		300	1.744 (5)	1.081 (1)	0.150 (5)

cross com a dose 300 kg N/ha) e T5 (cv. Tifton 85 com a dose 150 kg N/ha) como os de maior disponibilidade de MS e Mg nas raízes e os tratamentos sem N: T7 (cv. Suazi), T4 (cv. Tifton 85) e T10 (cv. Transvala) apresentam-se como os de menor disponibilidade destas variáveis.

Pela Tabela 3 nota-se que todas as variáveis (MS, N, P, K, Ca e Mg) da parte aérea apresentaram valores altos de coeficientes de correlação (próximos de 1 em valor absoluto) com o primeiro componente principal (Y₁). Este resultado, também observado na Figura 3, indica que estas seis variáveis tiveram contribuição importante para os valores de Y₁, porém, destacam-se

Ca, N, P, K e MS, com valores $r_{x_{ij}y_1}$ em torno de 0.99.

As seis variáveis nas raízes também apresentaram valores altos de coeficientes de correlação com o componente principal Y₁ (Tabela 4 e Figura 4); porém, destacam-se MS e Mg com $r_{x_{ij}y_1} = 0.98$.

A análise comparativa na disponibilidade dos nutrientes nas partes das plantas, mostram para o primeiro componente principal, responsável por cerca de 95% e 90,4% da informação no conjunto das seis variáveis da parte aérea e raízes, respectivamente que as variáveis que se destacam como as mais disponíveis para a

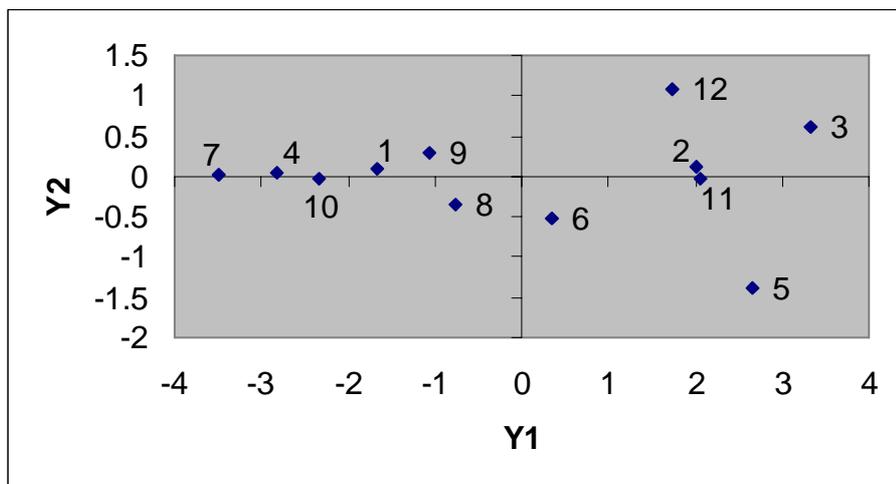


Figura 2. Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis das raízes dos capins no último corte. Dados de 12 tratamentos.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear ($r_{X_iY_j}$) entre as variáveis originais (X_i) e os três primeiros componentes principais (Y_1, Y_2 e Y_3) e, ainda, porcentagem da informação retida pelos componentes principais (variância e variância acumulada) -parte aérea.

Variáveis originais (X_i)	Y_1	Y_2	Y_3
Ca	0.99	-0.10	0.09
K	0.98	-0.16	-0.07
MS	0.98	-0.19	0.04
N	0.99	0.03	-0.09
P	0.99	0.06	0.01
Mg	0.91	0.41	0.02
Variância (%)	95.00	4.00	1.00
Variância acumulada (%)	95.00	99.00	100.00

parte aérea (Ca, N, P, K e MS) enquanto que para as raízes sobressaem-se MS e Mg, e os tratamentos que se destacam como os que proporcionaram maior disponibilidade dos nutrientes nas partes da planta não coincidem, exceto no caso do T3 (cv. Coast-cross com 300 kg/ha de N), enquanto, que os tratamentos T4, T7, T1 e T10, todos sem N para os quatro capins, foram os que se destacaram como os que proporcionaram menor disponibilidade do nutrientes em ambas partes das plantas, exceto o T1 (cv. Coast-cross), para a raiz.

Apesar da baixa correlação da variável Mg com o segundo componente principal (Y_2) ($r = 0.41$) em valor absoluto, esta foi a variável na parte aérea da planta que mais contribuiu para os valores de Y_2 . Já as variáveis N e P em quase não contribuíram para Y_2 . Para as raízes, apesar também da baixa correlação das

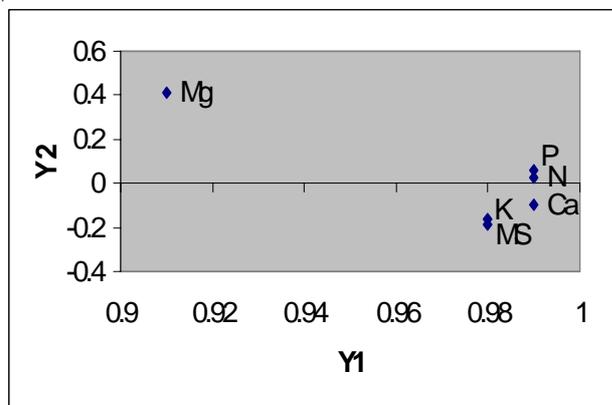


Figura 3. Círculo das correlações entre as variáveis da parte aérea dos capins no último corte e os eixos dos dois primeiros componentes principais.

Tabela 4. Coeficientes de correlação linear ($r_{X_iY_j}$) entre as variáveis originais (X_i) e os três primeiros componentes principais (Y_1, Y_2 e Y_3) e, ainda, porcentagem da informação retida pelos componentes principais (variância e variância acumulada) -raízes.

Variáveis originais (X_i)	Y_1	Y_2	Y_3
Ca	0.91	-0.38	-0.14
K	0.92	0.33	-0.20
MS	0.98	0.02	0.16
N	0.96	-0.23	0.12
P	0.95	0.23	0.17
Mg	0.98	0.03	-0.13
Variância (%)	90.45	6.01	2.42
Variância acumulada (%)	90.45	96.46	98.88

variáveis Ca e K com o segundo componente principal (Y_2) ($r = 0.38$ e 0.33) em valor absoluto, respectivamente, estas foram as variáveis na raiz da planta que mais contribuíram para os valores de Y_2 . Para as raízes, as variáveis MS e Mg em quase não contribuíram para Y_2 . Assim, o tratamento T6 (cv. Tifton 85, dose 300 kg/ha de N), com maior valor de Y_2 , apresentou maior disponibilidade de Mg do que os demais tratamentos. Menor valor de Y_2 foi apresentado pelo tratamento T8 (cv. Suazi, dose 150 kg/ha de N). Para as raízes, os tratamentos T12 (cv. Transvala, dose 300 kg/ha de N) e T3 (cv. Coast-Cross, dose 300 kg/ha de N) com maiores valores de Y_2 , apresentaram maior disponibilidade de K e menor disponibilidade de Ca do que os demais tratamentos. Menor valor de Y_2 foi apresentado pelo tratamento T5 (cv. Tifton 85, dose 150 kg/ha de N).

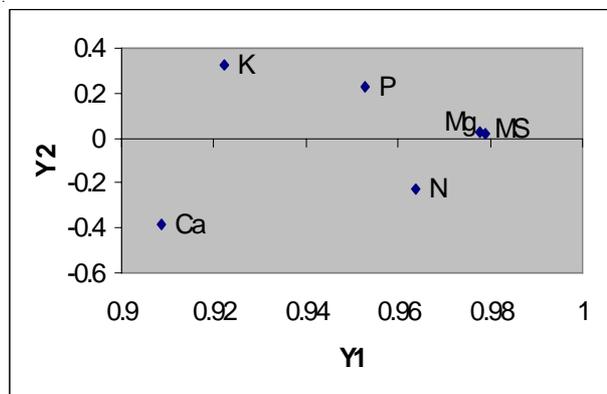


Figura 4. Círculo das correlações entre as variáveis das raízes dos capins no último corte os eixos dos dois primeiros componentes principais.

No caso da parte aérea, o terceiro componente principal (Y_3) foi responsável apenas por 1% da informação contida nas variáveis originais sendo que as variáveis que contribuíram um pouco mais para seu valor foram o Ca e N. Para as raízes o componente Y_3 foi responsável apenas por 2.42% da informação contida nas variáveis originais sendo que a variável que contribuiu também um pouco mais para seu valor foi K.

A análise da variância tal como é feita usualmente pressupõe a independência dos diversos tratamentos utilizados. Quando esta hipótese não se verifica, a análise da variância deve refletir a dependência entre os tratamentos, sob a pena de não ser válida (Gomes, 1981). Assim acontece no presente trabalho, em que os tratamentos são quantitativos e se justifica a existência de uma correspondência funcional (equação de regressão) que ligue os valores dos tratamentos aos dados analisados.

No capim cv. Coast-cross, a MS acumulada na parte aérea com a aplicação de N mostrou uma dependência quadrática decrescente segundo a equação ajustada:

$$MS (cv. Coast-cross, parte aérea) = 66.6 + 0.375N - 0.00071N^2 \quad (F = 22.1, P < 0.0001)$$

enquanto a relação para a raiz foi linear positiva, através da equação ajustada:

$$MS (cv. Coast-cross, raiz) = 45.6 + 0.124N \quad (F=9.1, P = 0.0099)$$

portanto, a produção máxima calculada de MS da parte aérea do capim cv. Coast-cross foi obtida com adubação de 264.1 kg/ha de N e aquela da raiz não foi alcançada com a dose máxima (300 kg/ha de N) do adubo nitrogenado.

A MS acumulada na parte aérea e raízes dos capins cv. Suazi mostrou uma dependência quadrática decrescente com a aplicação de N, enquanto com o capim cv. Transvala a relação de dependência na parte aérea foi linear positiva e com as raízes foi quadrática decrescente, através as equações:

$$MS (cv. Suazi, parte aérea) = 58.7 + 0.781N - 0.0016N^2 \quad (F = 33.5, P < 0.0001)$$

$$MS (cv. Suazi, raiz) = 17.3 + 0.228N - 0.0005N^2 \quad (F = 8.0, P < 0.0061).$$

$$MS (cv. Transvala, parte aérea) = 62.2 + 0.296N \quad (F = 71.8, P < 0.0001).$$

$$MS (cv. Transvala, raiz) = 33.6 + 0.284N - 0.00058N^2 \quad (F = 8.9, P < 0.0043).$$

As produções máximas calculadas de MS na parte aérea e raízes do capim cv. Suazi foram alcançadas, respectivamente, com 244.1 e 228 kg/ha de N. Com o cv. Transvala a produção máxima calculada de MS nas raízes foi obtida com 244.8 kg/ha de N e na parte aérea não foi alcançada com a dose máxima de N.

Com o capim cv. Tifton 85 a relação de dependência de MS da parte aérea com o N aplicado foi linear positiva, segundo a equação:

$$MS (cv. Tifton 85, parte aérea) = 60.9 + 0.364N \quad (F = 60.5, P < 0.0001)$$

e a produção máxima de MS não foi obtida com a maior dose de N aplicado e nenhuma relação de dependência foi observada no acúmulo de MS nas raízes do capim cv. Tifton 85 com N aplicado, via chorume.

A relação de dependência do N acumulado na parte aérea das plantas dos capins cvs. Coast-cross e Suazi com o N aplicado foi linear positiva, enquanto que na raiz a dependência foi linear e quadrática decrescente para os cvs. Coast-cross e Suazi, respectivamente, segundo as equações:

$$N (Coast-cross, parte aérea) = 639.0 + 2.500N \quad (F = 64.4, P < 0.0001)$$

$$N (Coast-cross, raiz) = 184.2 + 0.530N \quad (F = 7.5, P < 0.0167).$$

$$N (Suazi, parte aérea) = 626.3 + 2.500N \quad (F = 26.1, P < 0.0002).$$

$$N (Suazi, raiz) = 109.2 + 1.287N - 0.00365N^2 \quad (F = 7.1, P < 0.0093).$$

A produção máxima calculada de N nas raízes do capim cv. Suazi foi obtida com aplicação de 176.3 kg/ha de N. Com cvs. Transvala e Tifton 85 foi observado uma relação de dependência linear da parte

aérea desses capins com o N aplicado, porém nenhuma dependência foi encontrada nas raízes desses capins.

$$N \text{ (cv. Transvala, parte aérea)} = 620 + 3.013N \text{ (F = 70.5, P < 0.0001)}$$

$$N \text{ (cv. Tifton 85, parte aérea)} = 607 + 3.340N \text{ (F = 55.1, P < 0.0001)}.$$

Schimidt et al. (2003) também encontraram uma relação de dependência da MS e N, acumulados na parte aérea e nas raízes do capim Tanzânia (*Panicum maximum*) com a idade das plantas e com as doses de nitrogênio aplicados, via chorume bovino.

Na parte aérea dos capins foram observados uma dependência linear positiva do P acumulado com o N aplicado, enquanto que com o P acumulado nas raízes não se observou relação de dependência no capim cv. Tifton 85, ela foi linear positiva nos capins cvs. Coast-ross e Transvala e quadrática decrescente no cv. Suazi, segundo as equações:

$$P \text{ (cv. Coast-cross, parte aérea)} = 87.8 + 0.669N \text{ (F = 72.4, P < 0.0001)}$$

$$P \text{ (cv. Coast-cross, raiz)} = 19.7 + 0.793N \text{ (F = 41.5, P < 0.0001)}$$

$$P \text{ (cv. Suazi, parte aérea)} = 85.7 + 0.653N \text{ (F = 53.7, P < 0.0001)}$$

$$P \text{ (cv. Suazi, raiz)} = 7.3 + 0.151N - 0.00035N^2 \text{ (F = 13.2, P < 0.0008)}$$

$$P \text{ (cv. Transvala, parte aérea)} = 84.3 + 0.659N \text{ (F = 68.3, P < 0.0001)}$$

$$P \text{ (cv. Transvala, raiz)} = 13.4 + 0.126N \text{ (F = 72.7, P < 0.0001)}$$

$$P \text{ (cv. Tifton 85, parte aérea)} = 80.9 + 0.929N \text{ (F = 57.3, P < 0.0001)}.$$

A produção máxima calculada de P acumulado nas raízes do capim cv. Suazi foi obtida com aplicação de 215.7 kg/ha de N.

Relação linear positiva de dependência ao N aplicado foi encontrada para o K acumulado na parte aérea dos quatro capins e nas raízes dos capins cvs. Coast-cross e Suazi e quadrática decrescente nas raízes dos capins cvs. Transvala e Tifton 85, através das equações:

$$K \text{ (cv. Coast-cross, parte aérea)} = 993.4 + 4.240N \text{ (F = 25.5, P < 0.0002)}$$

$$K \text{ (cv. Coast-cross, raiz)} = 82.8 + 0.793N \text{ (F = 48.5, P < 0.0001)}$$

$$K \text{ (cv. Suazi, parte aérea)} = 953.2 + 0.456N \text{ (F = 16.7, P < 0.0013)}$$

$$K \text{ (cv. Suazi, raiz)} = 33.1 + 0.451N \text{ (F = 48.3, P < 0.0001)}$$

$$K \text{ (cv. Transvala, parte aérea)} = 817.1 + 4.661N \text{ (F = 66.4, P < 0.0001)}$$

$$K \text{ (cv. Transvala, raiz)} = 39.8 + 2.351N - 0.005623N^2 \text{ (F = 14.4, P < 0.0007)}$$

$$K \text{ (cv. Tifton 85, parte aérea)} = 839.1 + 0.521N \text{ (F = 52.5, P < 0.0001)}$$

$$K \text{ (cv. Tifton 85, raiz)} = 27.2 + 1.455N - 0.00348N^2 \text{ (F = 4.8, P < 0.0301)}.$$

As produções máximas calculadas do potássio acumulado nas raízes dos capins cvs. Transvala e Tifton 85 foram obtidas com aplicações de 224.8 e 209.1 kg/ha de N, respectivamente. A relação de dependência encontrada por Schimidt et al. (2003) para o P e K acumulados na parte aérea e nas raízes do capim cv. Tanzânia mostraram que o acúmulo de ambos nutrientes nas partes das plantas foram dependentes do N aplicado, via chorume bovino, e também da idade da planta, porém em graus diferentes.

O Ca acumulado na parte aérea mostrou uma dependência linear positiva ao N aplicado nos capins cvs. Coast-cross, Transvala e Tifton 85 e quadrática decrescente no cv. Suazi. Em relação a raiz a dependência encontrada foi quadrática decrescente nos capins cvs. Transvala, Tifton 85 e Suazi, porém linear positiva no capim cv. Coast-cross, segundo as equações:

$$Ca \text{ (cv. Coast-cross, parte aérea)} = 311.9 + 1.223N \text{ (F=41, P < 0.0001)}$$

$$Ca \text{ (cv. Coast-cross, raiz)} = 67.7 + 0.195N \text{ (F = 5.8, P < 0.0313)}$$

$$Ca \text{ (cv. Suazi, parte aérea)} = 265.1 + 2.645N - 0.005193N^2 \text{ (F = 31.7, P < 0.0001)}$$

$$Ca \text{ (cv. Suazi, raiz)} = 48.2 + 0.446N - 0.00113N^2 \text{ (F = 6.3, P < 0.0133)}$$

$$Ca \text{ (cv. Transvala, parte aérea)} = 322.4 + 1.069N \text{ (F = 25.9, P < 0.0002)}$$

$$Ca \text{ (cv. Transvala, raiz)} = 52.8 + 0.857N - 0.00244N^2 \text{ (F = 4.6, P < 0.0339)}$$

$$Ca \text{ (cv. Tifton 85, parte aérea)} = 310.7 + 1.222N \text{ (F = 28.4, P < 0.0001)}$$

$$Ca \text{ (cv. Tifton 85, raiz)} = 47.8 + 1.223N - 0.00336N^2 \text{ (F = 4.3, P < 0.0393)}.$$

A produção máxima calculada de cálcio acumulado na parte aérea nos capim Suazi foi obtida com a aplicação de 254.7 kg/ha de N, e aquelas nas raízes dos capins cvs. Suazi, Transvala e Tifton 85 foram alcançadas com a aplicação de 197.3, 175.6 e 188.4 kg/ha de N, respectivamente.

A dependência do Mg acumulado na parte aérea das plantas em relação ao N aplicado foi linear positiva para os capins cvs. Suazi, Transvala e Tifton 85 e quadrática decrescente para o Coast-cross, enquanto que na raiz a dependência quadrática decrescente foi observada em todos capins, através das equações:

$$Mg \text{ (cv. Coast-cross, parte aérea)} = 105.9 + 0.188N - 0.000627N^2 \text{ (F = 13.4, P < 0.0009)}$$

$$Mg \text{ (cv. Coast-cross, raiz)} = 21.4 + 0.213N - 0.000449N^2 \text{ (F = 5.8, P < 0.0172)}$$

$$Mg \text{ (cv. Suazi, parte aérea)} = 87.8 + 0.398N \text{ (F = 65, P < 0.0001)}$$

$$Mg \text{ (cv. Suazi, raiz)} = 9.8 + 0.151N - 0.000360N^2 \text{ (F = 15.7, P < 0.0004)}$$

$$Mg \text{ (cv. Transvala, parte aérea)} = 119.1 + 0.498N \text{ (F = 41.3, P < 0.0001)}$$

$$Mg \text{ (cv. Transvala, raiz)} = 20 + 0.287N - 0.000751N^2 \text{ (F = 7.2, P < 0.0089)}$$

$$Mg \text{ (cv. Tifton 85, parte aérea)} = 134.1 + 0.653N \text{ (F = 38., P < 0.0001)}$$

$$Mg \text{ (cv. Tifton 85, raiz)} = 10.6 + 0.335N - 0.000889N^2 \text{ (F = 5.1, P < 0.0257)}$$

A produção máxima de Mg calculada na parte aérea do capim cv.Coast-cross foi obtida com aplicação de 1501 kg/ha de N, enquanto aquelas relacionadas com as raízes de cvs. Coast-cross, Suazi, Transvala e Tifton 85 foram alcançadas com o N aplicado nas doses 237.1; 209.7, 191.1 e 188.4 kg/ha de N, respectivamente. Schmidt et al. (2003) mostraram que o Ca e Mg acumulados na parte aérea e raízes do capim cv. Tanzânia tiveram uma relação de dependência diferente com o N aplicado via chorume bovino e com a interação N x idade das plantas, pois enquanto com o Ca não foi possível estabelecer esta relação, com o Mg a mesma foi estabelecida.

Conclusões

Os resultados apresentados através dos ganhos de MS e nutrientes/kg de N aplicado via chorume bovino permitem afirmar que dependendo da dose aplicada, o chorume é uma fonte alternativa de N e outros nutrientes, beneficiando o crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea dos capins cvs. Coast-cross, Tifton 85, Transvala e Suazi. A análise dos componentes principais dos dados mostra que as variáveis mais importantes, que devem ser consideradas em um experimento sobre efeitos de aplicação de N via chorume, nas raízes dos capins são MS e Mg. Os tratamentos com maior disponibilidade e produtividade destas variáveis foram cvs. Coast-cross (300 kg/ha de N) e Tifton 85 (150 kg/ha de N). No caso da parte aérea, as variáveis mais importantes foram Ca, N, P, K e MS e os tratamentos (kg/ha) que apresentaram maior disponibilidade dessas variáveis foram os cvs. Tifton 85 (300), Transvala (300) e Coast-cross (300).

Resumen

En el área experimental de Embrapa Agrobiologia, localizada en Seropédica-RJ (21° 45' latitud sur, 43° 41' longitud oeste), Brazil, se realizó un experimento en recipientes conteniendo suelo Argisol para evaluar los efectos de la aplicación de nitrógeno (N) en la forma de efluentes de establos de bovinos sobre la producción de MS y nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) en la parte aérea y las raíces de *Cynadon* cvs. Coast-cross y Tifton 85 y de *Digitaria* cvs. Transvala y Suazi. Se utilizo un diseño de bloques al azar con parcelas ordenadas en factorial 4 x 3 (cuatro cultivares y tres dosis de N: 0, 150 y 300 kg/ha) con cinco repeticiones. La aplicación de N se hizo en forma fraccionada en nueve aplicaciones y un número igual de cortes en el período 2001-03, cada 35 días en época de lluvias y cada 56 días en época seca. Los resultados fueron analizados por regresión y por el método multivariada de componentes principales. Se encontraron respuestas diferentes en producción de MS y nutrientes acumulados en la parte aérea y las raíces.

Las producciones máximas calculadas para MS y Ca en la parte aérea y las raíces de cv. Suazi se obtuvieron con la aplicación de 244.1, 228 y 254.7, 197.3 kg/ha de N, mientras que para Mg en cv. Coast-cross esta dosis fue de 150.1 y 237.1 kg/ha, respectivamente. Las producciones máximas calculadas de MS, K, Ca e Mg acumulados en las raíces de cv. Transvala se obtuvieron con la aplicación de 244.8, 224.8, 197.3 y 191.1 kg/ha de N, respectivamente.

En las raíces de cv. Suazi las mayores concentraciones de N, P, e Mg se alcanzaron con la aplicación de 176.3, 215.7 y 209.7 kg/ha de N, respectivamente, y las de K, Ca e Mg en las raíces de cv. Tifton 85 con 209.1, 188.4 y 188.4 kg/ha de N, respectivamente. No se encontró relación entre el N aplicado con la MS, el N y el P acumulados en las raíces de cv. Tifton 85, ni con el N en las raíces de cv. Transvala. Los análisis de los componentes principales de los datos con mediciones de raíces muestran que las variables más importantes, que deben ser consideradas en experimentos de este tipo son la producción de MS y el contenido de Mg, en este caso, la mayor disponibilidad y productividad de estas variables se encontraron con cv. Coast-cross con 300 kg/ha de N y cv. Tifton 85 con 150 kg/ha de N. En el caso de la parte aérea, las variables más importantes fueron los contenidos de Ca, N, P, K y la producción de MS, principalmente con la aplicación de 300 kg/ha de N como afluente en los cvs. Tifton 85, Transvala y Coast-cross.

Summary

In Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ (21° 45' South latitude, 43° 41' West longitude), Brazil, the evaluation of the effects of nitrogen application by cow slurry, in the dry matter (DM) and nutrients (N, P, K, Ca and Mg) was assessed in the shoots and roots of some grasses planted in pots with soil Argisol (open air). The trial was carried out in a randomized block design with plots arranged in 4x3 factorial, with four grasses (two varieties of *Cynodon*, cultivar (cv.) Coast-cross and Tifton 85, and two varieties of *Digitaria*, cultivar Transvala and Suazi) and 3 doses of nitrogen (0, 150 and 300 kg N/ha) with five repetitions. Nine applications of N and nine

cuttings were done in the 2001-03 period, every 35 days during the rainy season and every 56 days during the dry season. The experiment's data were analyzed by regression and the multi-mixed method of main components. The highest productions calculated for DM and Ca in the shoot and root parts of cv. Suazi were obtained with 244,1; 228,0; and 254,7; 197,3 kg N/ha, and for Mg in cv. Coast-cross with 150,1 and 237,1 kg N/ha. The highest yields accumulated in the Transvala roots for DM, K, Ca and Mg were 244,8; 224,8; 197,3; 191,1 kg N/ha. The highest concentrations of N, P and Mg in cv. Suazi were obtained with 176,3; 215,7 and 209,7 kg N/ha, and those of K, Ca and Mg in the roots of Tifton 85 with 209,1; 188,4 and 188,4 kg N/ha. The highest yields of DM and Ca in cv. Suazi were reached with the highest dose of nitrogen (300 kg N/ha), for the following variables: N for Coast-cross; P for Coast-cross and Transvala; K for Coast-cross and Suazi; and Ca for Coast cross. No correlation was found between the application of N and the DM, N and P cumulated in the root of cv. Tifton 85, or the N content in the roots of cv. Transvala. No relationship was found between the nitrogen applied with DM, N and P cumulated in the roots of cv. Tifton 85, and N in cv. Transvala. The analysis of the main data components showed that the most important variables, in this kind of root measuring, were DM and Mg. The treatments with more availability and productivity of these variables were the grasses Coast-cross x 300 kg N/ha and Tifton 85 x 150 kg N/ha. Within the shoot part, the most important variables were the contents of Ca, N, P, K and the DM yield, mainly with the application of 300 kg N/ha as cow slurry in cv. Tifton 85 x, Transvala and Coast-cross.

Referências

- Barcellos, L. A. R. 1991. Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos. Tese de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. 108 p.
- Chateabriand, A. D.; Loureiro, B. T.; Caixeta, T. J. e Loures, E. G. 1989.

- Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulcos, na cultura de milho (*Zea mays*). Rev. Ceres 36(205): 264-277.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2003. Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o agronegócio brasileiro: Cenários 2002-2012. Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasil. Embrapa Informação Tecnológica. 92 p.
- Estavillo, J. M.; Gonzalez-Murua, C.; Besga, G.; e Rodriguez, M. 1996. Effect of cow slurry N on herbage productivity, efficiency of N utilization and on white clover content in a natural sward in the Basque Country, Spain. Grass Forage Sci. 51(1):1-7.
- Euclides, R. F. e Theodoro, F. 2003. Sistema para análises estatísticas. Viçosa: UFV. SAEG 8.1. – Pacote Computacional.
- Glaser, B.; Bol, R.; Preedy, M.; McTiernan, K. B.; Clark, M.; e Amelung, W. 2001. Short-term sequestration of slurry-derived carbon and nitrogen ion temperate grassland soil as assessed by ^{13}C and ^{15}N natural abundance measurement. J. Plant Nutr. Soil Sci. 164(5):467-474.
- Gomes, F. P. 1981. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 430 p.
- Gonçalves, C. A.; Azevedo, G. P. C.; e Dutra, S. 2001. Adubação mineral e orgânica em *Panicum maximum* cv. Tobiatã como alternativa para capineira. Pasturas Tropicales. 23(3):36-41.
- Jensen, I. 1991. The after effect of P from cattle slurry and superphosphate on yield and nutrient uptake in sugar beets. Acta Agric. Scand. 41(3):259-265.
- Melo, A. S.; Capeche, C. L.; Macedo, J. R.; Carmo, C. A.; Meneguelli, N. A.; Silva, E. F.; Resende, H. C.; e Santos, D. M. 1997. Efeito de fontes de nutrientes na cultura do milho em um podzólico vermelho-escuro degradado, Prado-M.G. En: Anais do Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26. Rio de Janeiro. p. 252
- Ribeiro Jr., J. I. 2001. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa (UFV). 301 p.
- Schimidt, L. T.; Dias, P. F.; Souto, S. M.; Rossiello, R. O.; e Zanine, A. M. 2003. Absorção e acúmulo de nutrientes no capim cv. Tanzânia (*Panicum maximum*) em resposta à aplicação de nitrogênio com chorume bovino. Pasturas Tropicales 25(1):10-16.
- Silva, F. C. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1ª Ed., Rio de Janeiro. CNPS. 370p.
- Simas, J. M. E Nussio, C. M. 2001. Reciclagem de nutrientes de esterco tendo em vista o controle da poluição do meio ambiente. In: Mattos, W.R. et al. (eds). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba:FEALQ. P.383-394.
- Stevens, R. J. e Laughlin, R. J. 2002. Cattle slurry applied before fertilizer nitrate lowers nitrous oxide and dinitrogen emission. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:647-652.
- Studdy, C. D; Morris, R. M.; e Ridge, I. 1995. The effects of separated cow slurry liquor on soil and herbage nitrogen in *Phalaris arundinacea* and *Lolium perenne*. Grass Forage Sci. 50(2):106-111.
- Trehan, S. P. 1995. Comparison of inorganic fertilizers and cattle slurry for meeting nitrogen needs of maize band potatoes. J. Indian Potato Assoc. 22(1-2):1-7.