

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE AVEIA

ANA CÂNDIDA PRIMAVESI¹, ODO PRIMAVESI¹, HEITOR CANTARELLA², RODOLFO GODOY¹

¹ Pesquisador(a) da Embrapa Pecuária Sudeste, C.P. 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, anacan@cnpq.br

² Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas. C.P. 28, CEP 13001-970, Campinas, SP.

RESUMO: Para avaliar o efeito da adubação na produção de forragem da aveia cv. São Carlos, foram conduzidos experimentos sob irrigação por aspersão, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd) e em Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd). O delineamento experimental foi: fatorial fracionado tipo $(1/2)4_3$, dois blocos ao acaso, total de 32 parcelas, sem repetição. Os tratamentos usados foram quatro doses de N e de K_2O (0, 70, 140, 210 kg/ha), e de P_2O_5 (0, 60, 120, 180 kg/ha). Foram ajustadas funções de resposta do tipo $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$ para as produções de forragem, e determinadas as doses de nutrientes para a máxima produção econômica. Nos dois solos houve resposta ao N e P. Apenas o LVAd apresentou resposta para K, e interações positivas e significativas entre N x P e N x K. Foi verificada resposta linear ao N nos dois solos. No LVd os dados sugerem que a produção poderia aumentar ainda mais com doses maiores desse nutriente, enquanto no LVAd a produção de forragem na dose 210 kg/ha se manteve igual a da dose de 140 kg/ha de N, apresentando também esse solo resposta quadrática e teores de nitrato pouco maiores que no LVd. Nos dois solos, a resposta foi maior para o fósforo. As produções para máximas receitas líquidas foram obtidas no LVAd com 103 kg/ha de N, 107 kg/ha de P_2O_5 , 52 kg/ha de K_2O , e no LVd com 90 kg/ha de P_2O_5 .

PALAVRAS-CHAVE: *Avena byzantina*, doses de nutrientes, máxima produção econômica

INFLUENCE OF FERTILIZATION ON OATS FORAGE PRODUCTION

ABSTRACT: To evaluate soil fertilization effects on oats forage production, irrigated field trials were installed in a Red Latosol (RL; Hapludox) and in a Red Yellow Latosol (RYL; Hapludox). A fractional factorial type $(1/2)4^3$ with two randomized block experimental design was used, with 32 plots and no replication. The treatments used were: four N and K_2O (0, 70, 140 e 210 kg/ha) and P_2O_5 rates (0, 60, 120, 180 kg/ha). Equations of the type $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$ were adjusted for forage yields, and then the nutrient rates for maximum yield and profit were determined. In both soils there was response to N and P fertilization. In RYL occurred response to K fertilization and positives and significatives interactions between N x P and N x K. A linear response to N in both soils was found. In the RL, the dates suggest that production could be increased with higher rates of N, while in RYL the forage production for 210 kg/ha of N was similar the 140 kg/ha rate, showing a quadratic response. The RYL showed nitrate levels slightly higher than the RL. In both soils there was a higher response to P rates. The yields for maximum profit occurred with 103 kg/ha of N, 107 kg/ha of P_2O_5 , 52 kg/ha of K_2O in the RYL, and with 90 kg/ha of P_2O_5 in the RL.

KEYWORDS: *Avena byzantina*, maximum profit, nutrients rates

INTRODUÇÃO

A aveia é uma das mais importantes forrageiras de inverno. Sua forragem é altamente nutritiva, rica em carboidratos solúveis, constituindo-se em excelente fonte energético-proteica para os animais. O cultivo de aveia é uma importante alternativa para a alimentação de bovinos no período do inverno quando as pastagens tropicais estão prejudicadas pelo frio e pela falta de água.

A cultura da aveia, como qualquer cultura, necessita de uma nutrição mineral adequada para atingir o potencial genético de cada cultivar. O objetivo deste trabalho foi determinar para a aveia cv. São Carlos, recomendada para o Estado de São Paulo (GODOY et al., 1998), a dose de NPK que possibilite obter a máxima produção de forragem com qualidade no sistema de cortes, o primeiro

efetuado quando 10% das plantas iniciam a elongação do colmo, e três cortes de rebrota com intervalos de 35 dias (PRIMAVESI et al., 2000; PRIMAVESI et al., 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em 14/05/98, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd), textura média e em Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd), textura argilosa, na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, sob irrigação, recebendo em média 25 mm de água por semana.

O delineamento experimental foi o fatorial fracionado tipo $(1/2)_4$ com dois blocos ao acaso, total de 32 parcelas, sem repetição (ANDRADE E NOLETO, 1986). Os tratamentos foram quatro doses de N, uréia e de K_2O , cloreto de potássio (0, 70, 140, 210 kg/ha), e de P_2O_5 , superfosfato triplo (0, 60, 120, 180 kg/ha). As doses de P foram aplicadas totalmente no plantio e as de N e de K parceladas no plantio, perfilhamento, após primeiro corte e após os cortes de rebrota. As parcelas apresentaram cinco linhas de 6 m espaçadas de 20 cm e área útil de 3 m².

A terra coletada no início do experimento foi analisada e apresentou os seguintes valores nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 cm, respectivamente, para as determinações pH_{CaCl2}, MO (g/dm³), P (mg/dm³), K, Ca, Mg, H+Al (mmol⁺c/dm³), V (%), NO₃ (mg/dm³). Para o LVAd: pH (5,3; 4,7; 4,5), MO (17;13;10), P (5; 5; 4), K (0,9; 0,5; 0,4), Ca (14; 13; 10), Mg (7; 4; 2), H+Al (25; 33; 33), CTC 47; 46; 41), V (47; 28; 20), NO₃ (43; 35; 33), e para o LVd: pH (5,3; 5,0; 5,0), MO (21; 13; 11), P (12; 5; 5), K (2,3; 1,4; 1,0), Ca (22; 13; 10), Mg (7; 5; 4), H+Al (28; 31; 29), CTC (59; 50; 44); V (53; 38; 40), NO₃ (36; 39; 39).

Para as produções de cada experimento foram ajustadas funções de resposta do tipo $Y = b_0 + b_1N + b_2N_2 + b_3P + b_4P_2 + b_5K + b_6K_2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$; Y= matéria seca de forragem (t/ha), b= coeficiente regressão, N, P e K= doses de N, P_2O_5 e K_2O (kg/ha). Foram determinadas as doses de fertilizantes para a máxima produção agrônômica e econômica. As doses e a combinação de nutrientes para máxima produção foram obtidas por meio do cálculo diferencial $dY/dN = 0$, $dY/dP = 0$ e $dY/dK = 0$, e para o lucro máximo calculadas por $dY/dN = V/C_N$, $dY/dP = V/C_P$ e $dY/dK = V/C_K$ onde V é o preço de 1 kg de matéria seca de forragem, C_N o preço de 1 kg de N, C_P o preço de 1 kg de P_2O_5 e C_K o preço de 1 kg de K_2O .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No LVd, a resposta ao N na produção de forragem não alcançou o máximo, enquanto no LVAd as produções nas doses 140 e 210 kg/ha de N se mantiveram iguais (TABELA 1), apresentando esse solo resposta quadrática.

Nos dois solos ocorreram respostas lineares ao P. A análise de solo indicou teores baixos para P, mas menores para o LVAd.

No LVAd verificou-se interações N x P e N x K positivas e significativas. As respostas às doses de P e K em produção de matéria seca, aumentaram com o acréscimo das doses de N, e vice versa (TABELA 2), exceto para a maior dose de K que, na dose maior de N, apresentou queda de produção. O efeito da combinação N x P foi maior que o efeito individual de cada elemento e o da combinação NK nem sempre foi maior (TABELAS 1 e 2).

No LVAd ocorreu resposta linear à aplicação de K, e a análise da terra detectou teores baixos de K para este solo. No LVd não houve resposta à aplicação de K, elemento do qual o solo estava bem suprido. No entanto, neste solo não houve efeito depressivo da adição desse nutriente, devido provavelmente ao consumo de luxo (PRIMAVESI et al., 1999). As equações relacionando produção de forragem e doses de NPK foram: LVAd: $Y = 1785 + 11,36N - 0,06N_2 + 27,33P - 0,11P_2 + 2,40K - 0,012K_2 + 0,04NP + 0,03NK - 0,001PK$; LVd: $Y = 3597 + 2,08N - 0,005N_2 + 19,49P - 0,07P_2 - 0,3K + 0,008K_2 + 0,015NP + 0,08NK - 0,003PK$.

No LVAd cada kg de K_2O aplicado retornou 2,4 kg de forragem, portanto ocorreu pequena resposta ao K. Como são necessários 4,1 kg de aveia para pagar 1 kg de K_2O , o nutriente K deve apenas ser repostado. Nesse solo a análise indicou teores baixos de K, e a baixa resposta ao K, provavelmente

ocorreu porque as gramíneas apresentam elevado potencial de extração desse elemento, e as respostas ocorram com teores mais baixos que os apresentados por este solo, e uma relação $(Ca+Mg)/K$ acima de 30. Para o N e o P, os coeficientes lineares ($N=11,4$ e $P=27,3$) foram maiores que a relação de preços ($N=5,1$ e $P=7,2$) sendo possível calcular as doses para a máxima receita líquida. Neste solo embora os teores iniciais de NO_3 se apresentassem altos, houve resposta à aplicação de N provavelmente às interações $N \times K$ e $N \times P$ que ocorreram neste solo.

No caso do LVd, para o P, N e K os coeficientes lineares (19,5; 2,1; -0,3) foram: maior que a relação de preços para $P=7,2$, mas menores para $N=5,2$ e $K=4,1$. Portanto, não compensa adubar com N e K. Nesse solo a análise indicou teores iniciais altos de NO_3 e de K, e a adição desses nutrientes não afetou a produção.

As doses de nutrientes NPK (kg/ha) recomendadas para as máximas produção agrônômica de forragem de aveia e receita líquida são para os solos: 1- LVAd produção agrônômica (5.660 kg/ha) e receita líquida (4.650 kg/ha), respectivamente, $N=201$ e 103; $P_2O_5=156$ e 107; $K_2O=210$ e 52; 2- LVd para máxima produção agrônômica (5.769 kg/ha) e receita líquida (4.799 kg/ha), respectivamente, $N=210$ e 0; $P_2O_5=162$ e 90; $K_2O=210$ e 0, levando em consideração a fertilidade inicial de cada solo, e calculada com os seguintes preços (R\$/kg): de $N=1,02$; de $P_2O_5=1,45$; de $K_2O=0,82$. Feno de aveia (R\$/kg)=0,20 (80% do preço de um concentrado com 75% de NDT e 20% de PB).

CONCLUSÕES

- A resposta da aveia à adubação, em produção de forragem, foi maior em solos argilosos.
- Nos dois solos a resposta foi maior para o fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. F.; NOLETO A.Q., 1986. Exemplos de fatoriais fracionados $(1/2)_4$ e $(1/4)_4$ para o ajuste de modelos polinomiais quadráticos. "Pesq. Agropec. Brasileira", 21(6): 677-680.

GODOY, R.; PRIMAVESI, A.C.; BATISTA, L.A.R.; CESAR, F.C.; REIS, R.A.; HERLING, V.; YAMANAKA, R.N.; DANTAS, R.; SILVA, J.R., 1998. Recomendação de cultivares de aveia para o Estado de São Paulo: Embrapa Pecuária Sudeste, 9p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, 19).

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; GODOY, R., 1999. Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e à intensidades de corte. "Scientia Agrícola", 56(3): 613-620.

PRIMAVESI, A. C.; GODOY, R.; PRIMAVESI, O., 2000. Aveia forrageira: épocas de corte: Embrapa Pecuária Sudeste, 10p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, 30).

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CHINELLATO, A.; GODOY, R., 2001. Indicadores de determinação de cortes de cultivares de aveia forrageira. "Scientia Agrícola", 58 (1):79-89.

TABELA 1. Produção de matéria seca de aveia, por corte e total, estimada pela superfície polinomial de resposta do fatorial fracionado, em LVAd e LVd, 1998.

Doses kg/há	-----Cortes-----				Total
	1	2	3	4	
Matéria Seca (kg/ha)					
LVAd					
doses N					
0	657	1.519	530	75	2.782
70	1.129	2.022	668	152	3.971
140	1.290	1.999	668	124	4.080
210	1.272	2.224	432	142	4.070
doses P ₂ O ₅					
0	94	626	1.478	64	2.263
60	1.084	2.325	386	144	3.940
120	1.532	2.475	201	134	4.342
180	1.638	2.337	233	151	4.359
doses K ₂ O					
0	1.006	1.711	516	114	3.348
70	1.089	1.910	605	113	3.717
140	1.096	2.000	623	132	3.851
210	1.158	2.142	553	135	3.988
LVd					
doses N					
0	1.201	2.656	505	221	4.584
70	1.504	2.841	227	211	4.782
140	1.509	3.007	225	170	4.911
210	1.590	2.835	286	296	5.007
doses P ₂ O ₅					
0	558	2.403	608	253	3.822
60	1.348	3.140	169	109	4.766
120	1.877	2.965	243	281	5.366
180	2.020	2.832	224	254	5.330
doses K ₂ O					
0	1.465	2.680	436	197	4.778

70	1.348	2.887	257	218	4.710
140	1.476	2.924	204	246	4.849
210	1.515	2.849	347	237	4.947

TABELA 2. Produção de forragem de aveia para as interações N x P e N x K no solo LVAd.

Doses de N (kg/ha)	-----P ₂ O ₅ (kg/ha)-----			
	0	60	120	180
Matéria Seca (kg/ha)				
0	1.992	2.834	3.379	2.924
70	2.725	4.022	4.404	4.734
140	2.335	4.418	4.688	4.881
210	1.998	4.485	4.897	4.899
	-----K ₂ O (kg/ha)-----			
	0	70	140	210
Matéria Seca (kg/ha)				
0	2.582	3.303	2.910	2.334
70	3.861	3.554	3.905	4.564
140	4.004	3.491	3.725	5.102
210	2.943	4.519	4.863	3.954