



ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE COM ADUBAÇÃO NITROGENADA A TAXA FIXA E TAXA VARIADA ATRAVÉS DE ATRIBUTOS VEGETATIVOS

Leandro Ricardo de Nadai Geib¹, Telmo Jorge Carneiro Amado²,
Rafael Pivotto Bortolotto³, Jardes Bragagnolo⁴, Junior Kunz⁵

1. Pós-Graduando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (leandrodenadai@gmail.com)
2. Professor Doutor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria
3. Engenheiro Agrônomo Doutor da Universidade Federal de Santa Maria
4. Pós-Graduando em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria
5. Pós-Graduando em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência da determinação de massa seca de plantas de milho em correlacionar-se com a produtividade nos tratamentos tanto com a aplicação de N a taxa fixa como a taxa variada utilizando o sensor óptico ativo acoplado ao distribuidor de fertilizante. Buscou-se apontar também qual o estágio vegetativo mais adequado para realizar as aplicações de N na planta que melhor se relacionaram com a produtividade. Avaliou-se também a eficiência da determinação do teor de clorofila por meio de pesagens de massa seca e sua correlação com a produtividade média dos tratamentos. O experimento foi conduzido no município de Tio Hugo-RS, as dosagens de nitrogênio de 27, 80, 120, 140, 160 kg ha⁻¹ a taxa fixa e 150 kg ha⁻¹ de N a taxa variada. As determinações de massa seca procederam-se nos estádios de quatro, oito, doze folhas expandidas, florescimento, grão leitoso. O tratamento com a maior dose de nitrogênio efetuado a taxa fixa obteve maior rendimento de grãos, porém não diferindo estatisticamente do tratamento a taxa variada com menor dose de N. As determinações de massa seca mostraram parâmetros adequados para determinar o estado nutricional das plantas nos diferentes tratamentos, com alta correlação com a produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, *Zea mays*, agricultura de precisão; massa seca

ESTIMATE OF PRODUCTIVITY WITH NITROGEN RATE FIXED RATE AND MIXED BY ATTRIBUTES VEGETATIVE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the efficiency of the determination of dry mass of maize plants and their correlation with productivity in both treatments with N application rate as the fixed rate varied using active optical sensor coupled to the

distribuidor of fertilizer. We tried to point out also that the vegetative stage to perform the most suitable plant N applications that best correlated with productivity. We also evaluated the efficiency of determining the chlorophyll content by weighing dry mass and its correlation with productivity medias treatment. The experiment was conducted in the municipality of Tio Hugo-RS, nitrogen dosages of 27, 80, 120, 140, 160 kg ha⁻¹ fixed rate and 150 kg ha⁻¹ N rate varied. The weight of dry matter proceeded on the stage four, eight, twelve expanded leaves, flowering, milky grain. Treatment with the higher dose of nitrogen made at fixed rates obtained higher grain yield, but not statistically different from the treatment with the lowest dose rate varied from N. The weight of dry matter showed up appropriate parameters to determine the nutritional status of plants in the different treatments, with a high correlation with productivity.

KEYWORDS: Nitrogen, *Zea mays*, precision farming, dry mass

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção na qual são visados altas produtividades, a exportação de nutrientes é elevada (SOUZA et al., 2010). Nesses sistemas, em cultivos de sequeiro, as recomendações geralmente são de 60 a 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura e, em cultivos irrigados, de 120 a 160 kg ha⁻¹ (Pavinato et al., 2008). Para a recomendação dos teores de nitrogênio (N) na adubação de milho (*Zea mays* L.), nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o critério utilizado é o teor de matéria orgânica do solo e tem sido utilizado na ausência da definição de melhores índices (CQFS – RS/SC, 2004).

O N é um dos nutrientes com maiores interações com o ambiente, havendo perdas de N que geram prejuízos econômicos e ambientais, dependentes do tipo de solo, clima, manejo do solo e dos fertilizantes (CANTARELLA et al., 2010). Segundo RAMBO et al.(2008) as características mais precisas para recomendação das doses ótimas de N, a serem aplicadas em cobertura em milho, são a massa seca e o N acumulado na planta, seguidas do teor relativo de clorofila. Ainda segundo HORBE et al. (2008) os parâmetros de plantas apresentam o melhor desempenho na definição das necessidades de N ao milho em relação a parâmetros de solo. O mesmo autor verificou que a taxa variada utilizando como parâmetro o clorofilômetro comparando com a taxa fixa encontrou uma eficiência de absorção de N de 114% contra 58% a taxa fixa, método tradicional de aplicação dos produtores da na cultura de milho.

Devido ao teor de N acumulado na planta ser uma medida difícil de ser mensurada em nível de campo em curto espaço de tempo, atualmente a possibilidade de poder relacionar biomassa com intensidade de clorofila é uma ação lógica para recomendar uma aplicação de N correta.

A agricultura de precisão consiste na combinação de recursos agronômicos com atributos do solo e exigências das culturas, sempre que havendo variabilidade espacial no campo (MONDO et al., 2012). Dentre as novas tecnologias aplicadas na agricultura, está sendo introduzido no Brasil um equipamento denominado N-Sensor, desenvolvido pela empresa Yara[®], capaz de, em tempo real, através de um sensor óptico ativo, quantificar o teor de biomassa e intensidade de clorofila, correlacionando estes dois fatores e obtendo o índice de vegetação. A partir do índice de vegetação obtido, o equipamento interligado a um distribuidor de

fertilizantes a taxa variada tem condições de aplicar quantidades de N variáveis de acordo com o índice de vegetação da planta (BRAGAGNOLO, 2010).

Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência da determinação de massa seca de plantas de milho em correlacionar-se com a produtividade nos tratamentos tanto com a aplicação de N a taxa fixa como a taxa variada utilizando o sensor óptico ativo acoplado ao distribuidor de fertilizante. Buscou-se apontar também qual o estágio vegetativo mais adequado para realizar as aplicações de N na planta que melhor se relacionaram com a produtividade.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma área agrícola localizada no município de Tio Hugo-RS, a qual participa do Projeto Aquarius, sendo manejada desde 2005 com ferramentas de Agricultura de Precisão. Os estudos foram realizados em seis tratamentos com nove repetições. Cada parcela possuiu dimensões de 15 X 127 m, totalizando 1905 m² por parcela.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é Cfa segundo a classificação de KOOPEN (1931). Procedeu-se o experimento em semeadura direta, em sucessão à aveia, no dia 4 de setembro de 2008 com o milho Pioneer 30F53 com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade populacional de 55.000 plantas ha⁻¹. A adubação de base foi efetuada na linha aplicou-se 300 kg ha⁻¹ da fórmula 09-23-28. Foi realizada uniformemente a primeira cobertura de 45 Kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no estágio vegetativo de quatro folhas. Procedeu-se a diferenciação da dosagem de N na segunda aplicação de cobertura de N, realizada no estágio vegetativo de oito folhas. As aplicações procederam-se com restante da dose, sendo o tratamento I sem a aplicação (testemunha) e os demais 21, 61, 81, 101 Kg ha⁻¹ de N a taxa fixa, nos tratamentos II, III, IV, e VI respectivamente. No tratamento V (taxa variada), conforme a determinação do N-Sensor, que trata-se de um sensor óptico acoplado ao trator, que através de espectrometria óptica, quantificar os teores de biomassa, correlacionando-os em tempo real. A partir deste do mapa gerado, o equipamento interligado a um distribuidor de fertilizantes a taxa variada tem condições de aplicar quantidades heterogêneas de N levando em conta o vigor da planta e uma dose média, no caso do tratamento V de 91 Kg ha⁻¹.

Foram coletados dois metros lineares por parcela, para determinação de massa seca (MS) de planta, nos estádios de quatro, oito e 12 folhas, florescimento e grão leitoso. Após serem coletadas, as mesmas foram secas em estufa, a uma temperatura de 65° C até peso constante e depois pesadas com balança de precisão.

A aplicação do nitrogênio procedeu-se com um trator Massey Ferguson®, modelo MF297, equipado com um distribuidor centrífugo da marca STARA®, modelo Hercules 7000, e na parcela realizada a taxa variada foi utilizado o sensor óptico N-Sensor da fabricante YARA®.

A determinação da produtividade por tratamento foi realizada manualmente coletando-se espigas de dois metros lineares de duas fileiras, nas nove repetições onde haviam sido realizadas as coletas de massa seca e em pontos intermediários a estes, totalizando dezenove pontos de coleta para a determinação da produtividade. Sendo esta determinada após a debulha das espigas, limpeza da massa de grãos e correção da umidade para 13%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar que o tratamento que utilizou aplicação a taxa variada não diferiu do tratamento com a máxima utilização de N testada (Tabela 1 e Tabela 2), porém, com os tratamentos de doses inferiores observou-se menores produtividades. Obteve-se uma alta correlação entre a produtividade determinada manualmente com as pesagens de massa seca (Tabela 3).

TABELA 1. Pesagem médias de massa seca por tratamento a cada estágio e produtividade média.

Tratamentos / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
I 27 N	222,91	658,42	3699,42	6112,97	7980,81	5403
II 80 N	195,51	748,02	3776,43	10209,99	12251,19	7639
III 120 N	196,36	675,95	4015,86	9390,06	13571,86	8336
IV 140 N	224,36	727,74	4411,64	8815,85	13614,46	8264
V 150 N-sensor	197,63	683,31	4453,62	10288,04	13886,36	9273
VI 160 N	227,91	721,39	4510,37	12221,40	14499,86	9403

TABELA 2. Análise estatísticas da massa seca nos diferentes estágio.

Análise / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Valor Mínimo	195,51	658,42	3699,42	6112,97	7980,81	5403
Valor Máximo	227,91	748,02	4510,37	12221,40	14499,86	9403
Média	210,78	702,47	4144,56	9506,39	12634,09	8053
Desvio Padrão	14,37	31,84	329,37	1847,66	2186,68	XXXXXX
Coefficiente de Variação	0,07	0,05	0,08	0,19	0,17	0

TABELA 3. Análises de correlação entre pesagens de massa seca por estágio com as produtividades médias.

Análise / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso
Produtividade	0,03	0,15	0,71	0,86	0,95

Os resultados obtidos com as determinações de massa seca, mostram uma pequena variação entres os tratamentos nos estádios iniciais de quatro, oito e 12 folhas, com o coeficiente de variação entre as medias de pesagem de 7, 5 e 8 % respectivamente. Após a diferenciação da adubação nitrogenada o coeficiente de variação elevou-se para 19% durante o florescimento.

Quando comparada a produtividade do tratamento com distribuição a taxa variada determinada pelo N-Sensor ALS com o tratamento 120 kg ha⁻¹ de N, que é a

dose média tradicionalmente utilizada pelos produtores da região, observou-se um aumento da produtividade média de até 937 kg ha⁻¹.

Como já descrito por AMADO et al. (2002) encontraram-se baixas produtividades nos tratamentos onde foram fornecidas baixas dosagens de N, sendo 74% maior a produtividade no tratamento de 160 Kg ha⁻¹ de N do que o tratamento com menor dosagem de N (27 Kg ha⁻¹ de N), e quando utilizou-se no tratamento V com aplicação a taxa variada com o N-Sensor a produtividade foi 71 % superior.

Os resultados obtidos com a pesagem de massa seca, demonstram uma correlação com a produtividade de apenas 15% no estágio de 8 folhas, porém no estágio de doze folhas, os valores de massa seca apresentaram um coeficiente de correlação de 71% com a produtividade média. Já no estágio de florescimento obteve-se um coeficiente de correlação de 86% entre as pesagens médias e as produtividades médias

Segundo PLÉNET & LEMAIRE (1999), a relação entre teor crítico de N e massa seca acumulada fornece um indicativo do nível nutricional da cultura em cada estágio de desenvolvimento para manejo da adubação nitrogenada. Além disso, a integração desta relação em modelos de crescimento da cultura pode permitir a predição da demanda de N pelo milho em função das condições ambientais. Já com um equipamento capaz de correlacionar este parâmetro de planta com a biomassa, demonstrou-se ser mais eficiente a adubação.

CONCLUSÕES

Seria mais indicada a aplicação de N em estágio de desenvolvimento vegetativo anterior ao estágio de oito folhas, pois apesar de nos estádios anteriores não haver relação significativa entre MS e produtividade, é nesses que se define a produtividade da área.

Quanto à utilização do N-Sensor, o mesmo mostrou-se uma ferramenta promissora, porém necessita de mais estudos para que dessa forma esta ferramenta seja mais eficiente e viável.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C., MIELNICZUCK, J, AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob Sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.26, p.241-248. 2002.

BRAGAGNOLO, J. **Adubação nitrogenada à taxa variada com o N-Sensor nas culturas do milho e trigo**. Santa Maria. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

CANTARELLA H &MONTEZANO. F.Z. **Nitrogênio e Enxofre**. In: PROCHNOW, L.I; CASARIN, V & STRIPP, S.R. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes Piracicaba: IPNI, 2010. v.2, p1-46.

CQFS – RS/SC - **COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC**. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo. SBCS- Núcleo Região Sul/ UFRGS, 2004. 400 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa Produção da Informação**, Brasília, 2006, n.2, p.306.

HORBE, T.; Reunião Sul Brasileira de Ciência do solo – Universidade Federal de Santa Maria UFSM; Santa Maria RS. Avaliação da adubação nitrogenada a taxa variável na cultura do milho em tempo real. 2008

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde. Leipzig: **Walter de Gruyter**, Berlin, 388p, 1931.

MONDO, V.H.V.; GOMES JUNIOR, F.G.; PINTO, T.L.; MARCHI, J.L.; MOTOMIYA, A. V.A.; MOLIN, J.P.; CICERO, S.M. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, p.193-201, 2012.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A.; GIROTTO, E. & MOREIRA, I.C.L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, v.38, p.358-364, 2008.

PLÉNET, D.; LEMAIRE, G. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. **Plant and Soil**, Netherlands, v.216, n.1/2, p.65-82, 1999.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; DELATORRE, C.A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.401-409, mar. 2008.

SOUSA, G.G.; LACERDA, C.F.; CAVALCANTE, L.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; BEZERRA, M.E.; SILVA, G.L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.11, p.1143–1151, 2010