

## XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

### “Utilização de parâmetro de planta para avaliação da evolução da produtividade com adubação nitrogenada em milho (*Zea mays L.*) a taxa fixa e taxa variada por espectrometria óptica.”

DIEGO SCHMIDT SCHOSSLER<sup>1</sup>, TELMO JORGE CARNEIRO AMADO<sup>2</sup>, JARDES BRAGAGNOLO<sup>3</sup>, LUIS RAMIRO SAMANIEGO MONTIEL<sup>4</sup>, TIAGO DE ANDRADE HORBE<sup>5</sup>, FERNANDO DUBOL HANSEL<sup>6</sup> & JUNIOR KUNZ<sup>7</sup>

**RESUMO** - O nitrogênio é o nutriente que mais influencia o rendimento da cultura do milho sendo, em muitas situações, suprido insuficientemente (AMADO; MIELNICZUK; AITA [1]). Com essa visão buscou-se avaliar a eficiência de diferentes aplicações de nitrogênio, tanto a taxa fixa como a taxa variada utilizando um sensor óptico ativo acoplado a distribuidor de fertilizante. Avaliou-se também a eficiência da determinação do teor de clorofila por meio de clorofilômetro e sua correlação com a produtividade medias dos tratamentos. Conduziu-se o experimento no município de Tio Hugo-RS, as dosagens de nitrogênio de 27, 80, 120, 140, 160 kg ha<sup>-1</sup> a taxa fixa e 150 kg de N ha<sup>-1</sup> a taxa variada. As avaliações do teor de clorofila procederam-se nos estádios de quatro, oito, doze folhas expandidas, florescimento, grão leitoso. O tratamento com a maior dose de nitrogênio efetuada a taxa fixa obteve maior rendimento de grãos, porém não diferindo estatisticamente do tratamento a taxa variada com menor dose de N. As leituras com o clorofilômetro mostraram-se parâmetros adequados para determinar os estados nutricional das plantas nos diferentes tratamentos, com uma alta correlação com a produtividade.

**Palavras-Chave:** (Adubação Nitrogenada em Milho (*Zea mays L.*); Clorofilômetro; Agricultura de Precisão.)

#### Introdução

A produção mundial de milho (*Zea mays L.*) vem expandindo a cada ano agrícola, influenciada pelo aumento exponencial da demanda para a produção de alimento e como fonte alternativa de energia renovável.

Atualmente o Brasil cultiva mais de 14,4 milhões de hectares de milho (IBGE, [2]) e avança em extensão,

com potencial para aumentar produtividade. O nitrogênio é o nutriente que mais influencia o rendimento da cultura do milho sendo, em muitas situações, suprido insuficientemente (AMADO; MIELNICZUK; AITA [1]) portanto há necessidade de pesquisas com o objetivo de fornecer subsídios para que a sua aplicação seja de forma racional, com melhor custo-benefício.

Para a recomendação dos teores de N na adubação, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o critério utilizado é o teor de Matéria Orgânica (MO) do solo e tem sido utilizado na ausência da definição de melhores índices (CQFS-RS/SC [3]). As condições climáticas também podem alterar temporalmente a disponibilidade de N em Plantio Direto (AMADO; MIELNICZUK; AITA [1]), sendo necessária a utilização de métodos quantitativos dos teores do nutriente durante o desenvolvimento da cultura, pois a elevada precipitação pode ocasionar lixiviação de N, e a possível influência do clima seco e frio poder diminuir a taxa de mineralização. Ainda, a existência de variabilidade espacial no teor de matéria orgânica faz com que a aplicação de N a taxa uniforme contribua para a baixa eficiência da adubação.

Segundo Rambo [4], as características mais precisas para predição das doses ótimas de N, a serem aplicadas em cobertura em milho, são a massa de matéria seca e o N acumulado na planta, seguidas do teor relativo de clorofila. Porém o teor de N acumulado na planta, é uma mensuração difícil de ser procedida a nível de campo em um curto espaço de tempo. Já segundo Argenta [5], leitura correspondente ao teor de clorofila na folha foi o indicador mais eficiente do nível de N em todos os estádios de desenvolvimento da planta de milho, com exceção do estágio de três a quatro folhas expandidas devido ao reduzido desenvolvimento das plantas.

Dentre as novas tecnologias aplicadas na agricultura, está sendo introduzido no Brasil um equipamento denominado N-Sensor ALS da empresa Yara (**figura 1**), capaz de através de espectrometria óptica, quantificar os teores de biomassa e de clorofila, correlacionando-os em tempo real e produzindo um mapa, este denominado mapa de vigor. A partir deste mapa, o equipamento interligado a

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Integrante do Grupo de Pesquisa em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria-RS. E-mail: diegoschossler@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, bolsista do CNPq. E-mail: florestatel@hotmail.com.

<sup>3</sup> Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria-RS, bolsista CNPq. E-mail: jardesb@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria-RS. E-mail: ramirosamaniego@hotmail.com

<sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Integrante do Grupo de Pesquisa em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria-RS. E-mail: tiagohorbe@hotmail.com

<sup>6</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Integrante do Grupo de Pesquisa em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria-RS. E-mail: fernandodhansel@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Integrante do Grupo de Pesquisa em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria-RS, bolsista PIBIC. E-mail: junior\_kunz@hotmail.com

um distribuidor de fertilizantes a taxa variada tem condições de aplicar maior quantidade N onde o vigor é menor e menor quantidade de N onde o vigor é maior, com o objetivo de homogeneização da área, partindo-se de uma dose média.

Este trabalho possui como o objetivo avaliar a eficiência de diferentes aplicações de nitrogênio, tanto a taxa fixa como a taxa variada utilizando um sensor óptico ativo acoplado ao distribuidor de fertilizante. Também objetivou-se a avaliação da eficiência da determinação dos teores de clorofila e sua correlação com a aplicação de nitrogênio nos diferentes tratamentos.

## Material e Métodos

Este experimento foi conduzido em uma área agrícola localizada no município de Tio Hugo-RS com localização geográfica S 28 35' 11.61179" W 52 36' 51.30014", pertencente as áreas do Projeto Aquarius, manejada desde 2005 com ferramentas de Agricultura de Precisão. Os estudos foram realizados distribuídos em 6 tratamentos. O tratamento I com a dose de 27 kg de N ha<sup>-1</sup>, II com 80 kg de N ha<sup>-1</sup>, III com 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, IV com 140 kg de N ha<sup>-1</sup>, V com 150 kg de N ha<sup>-1</sup> utilizando o N-sensor e o tratamento VI com 160 kg de N ha<sup>-1</sup>. Cada tratamento possuiu dimensões de 15 m X 380 m, totalizando 5700 m<sup>2</sup> por tratamento.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa [6]) o clima da região é Cfa segundo a classificação de Koopen [7].

Procedeu-se o experimento em semeadura direta, em sucessão a aveia, no dia quatro de setembro de 2008 com um milho híbrido (Pioneer 30F53) com espaçamento entre linhas de 0,45 metros e densidade populacional de 55000 plantas. A adubação de base foi efetuada na linha com 27 kg de N ha<sup>-1</sup>, 69 kg de P ha<sup>-1</sup> e 84 kg de K ha<sup>-1</sup>. A adubação de cobertura não foi realizada em uma parcela testemunha, nas outras cinco realizou-se uniformemente a primeira cobertura de 32 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de uréia no estágio vegetativo de quatro folhas expandidas (**Figura 3**).

Realizou-se a diferenciação da dosagem de N (uréia) na segunda aplicação de cobertura, efetuada no estágio vegetativo de oito folhas expandido. 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<sup>-1</sup> de N a taxa fixa, nos tratamentos II, III, IV, e VI respectivamente. No tratamento V, conforme a determinação do N-Sensor (dose média de 91 Kg ha<sup>-1</sup>).

A aplicação do nitrogênio procedeu-se com um trator MF 297 (Massey Ferguson) equipado com o distribuidor centrífugo de arrasto Hércules 7000 (Stara), e no tratamento realizada a taxa variada utilizou-se o N-Sensor para determinação da

quantidade de N, conforme distribuição horizontal do vigor.

As leituras da intensidade de clorofila (**Figura 4**) foram realizadas com leitor manual Minolta SPAD 502 (**figura 2**). Nos estádios de quatro folhas expandidas, oito folhas expandidas e doze folhas expandidas, as leituras foram realizadas sempre na última folha expandida. Nos estádios de florescimento e grão leitoso, foram realizadas as leituras na folha oposta a espiga, onde foram realizadas três leituras por folha (basal, mediana e apical). Dentro de cada tratamento realizou-se 9 repetição de leitura com o clorofilômetro em cinco plantas, estas georreferenciadas e distanciadas a cada 40 metros.

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 leituras com o clorofilômetro manual e em pontos intermediários a estes, totalizando dezenove pontos de coleta para a determinação da produtividade. Esta foi determinada após a debulha das espigas, limpeza da massa de grãos e correção da umidade para 13%.

Os resultados experimentais foram submetidos a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## Resultados

Foi possível observar que o tratamento que utilizou aplicação a taxa variada não diferiu estatisticamente do tratamento com a máxima utilização de nitrogênio testada, os tratamentos de doses inferiores obteve-se menores produtividades.

Os resultados obtidos nas leituras com o clorofilômetro manual mostram uma pequena variação entres os tratamentos nos estádios iniciais de quatro e oito folhas expandidas, com o coeficiente de variação entre as médias de leituras de 2 e 5 % respectivamente (**tabela 2**). Após a diferenciação da adubação nitrogenada o coeficiente de variação elevou-se para 14% no estágio de florescimento.

Obteve-se uma alta correlação entre a produtividade determinada manualmente com as leituras do clorofilômetro. A partir do estágio de oito folhas expandidas as leitura do clorofilômetro médias apresentou um coeficiente de correlação de 87 % com a produtividade média (**tabela 3**). Já no estágio de doze folhas obteve-se um coeficiente de correlação de 99 % entre as leituras do clorofilômetro médias com as produtividades médias.

## Discussão

Como já descrito por AMADO; MIELNICZUK; AITA [1] encontrou-se baixas produtividades nos tratamentos onde foram fornecidas baixas dosagens de N, sendo 74% maior a produtividade no tratamento de 160 Kg de N há<sup>-1</sup> do que o tratamento com menor dosagem de N ( 27 Kg de N ha<sup>-1</sup>), e quando utilizou-se no tratamento V com

aplicação a taxa variada com o N-Sensor a produtividade foi 71 % superior (**tabela 1**).

Quando comparada a produtividade do tratamento com distribuição a taxa variada determinada pelo N-Sensor ALS com o tratamento 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, que é a dose média tradicionalmente utilizada pelos produtores da região, observou-se um incremento da produtividade média de 937 kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados dos coeficientes de variação demonstraram que até a diferenciação da adubação não houve interferências de fatores externos entre os tratamentos, observado pelos coeficientes de variação nos estádios de quatro e oito folhas expandidas, demonstrando serem confiáveis os dados. Já, após a aplicação de nitrogênio em doses diferenciadas, no estádio de oito folhas, foi possível observar um coeficiente de variação de 13 % entre as médias de leitura observadas com o clorofilômetro manual no estádio de 12 folhas.

Como já descrito por Rambo [4] não é possível prescrever uma adubação nitrogenada partindo-se como parâmetro a leitura dos teores de clorofila da planta com o clorofilômetro, devido a estes possuírem valores muito aproximados. Já com um equipamento capaz de correlacionar este parâmetro de planta com a biomassa, demonstrou-se mais eficiente a adubação.

## Conclusões

Seria mais indicada a aplicação de nitrogênio em estádio de desenvolvimento vegetativo anterior, devido que, em oito folhas a produtividade já estava praticamente definida.

A utilização do N-Sensor mostrou-se uma ferramenta promissora. Mais estudos deverão ser realizados, buscando possibilitar melhores condições para que se atinjam maiores vantagens com sua utilização.

## Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa em Agricultura de Precisão do laboratório de Uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de Santa Maria, e a todos os parceiros do Projeto Aquarius.

## Referências

[1] 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.

[2] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE dados de produção agrícola. disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatisticaindadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em 10 de mai. 2009.

[3] CQFS-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.

[4] RAMBO, L. et al. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e planta. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.3, p401-409, mar. 2008.

[5] ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.4, p.519-527, 2002.

[6] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

[7] KOPPEN, W. P. Climatologia, com un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

**Tabela 1.** Leituras médias de clorofila por tratamento a cada estágio e produtividade média.

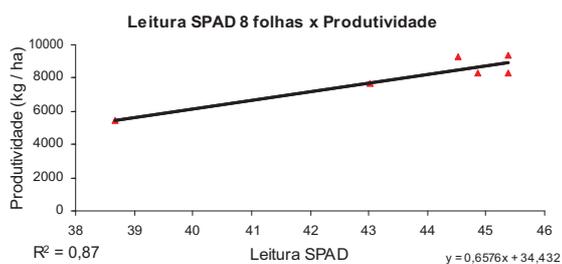
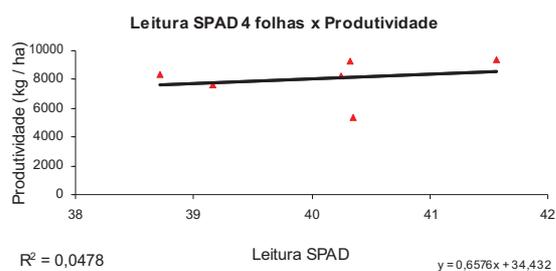
Tratamentos / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )
27 N	40,35	38,68	31,90	38,02	32,34	5403
80 N	39,17	43,01	41,75	41,17	40,21	7639
120 N	38,72	44,86	45,45	45,97	45,20	8336
140 N	40,24	45,37	44,14	47,23	43,12	8264
150 N-sensor	40,32	44,53	47,30	49,19	48,36	9273
160 N	41,56	45,38	48,37	52,25	51,62	9403

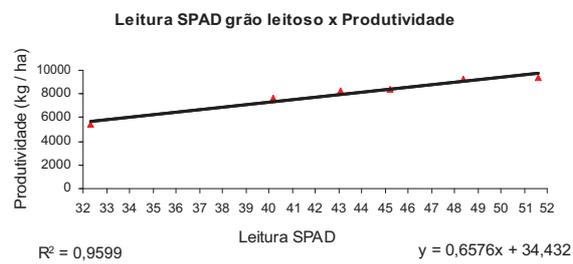
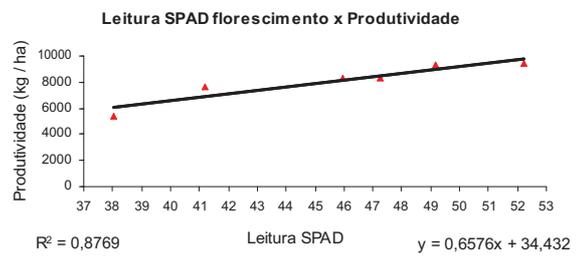
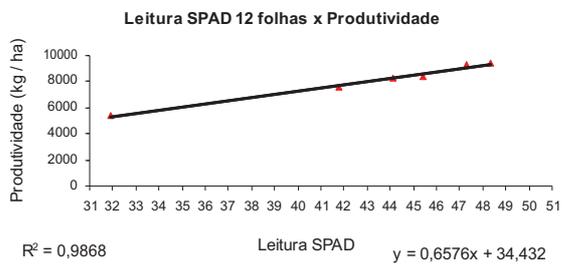
**Tabela 2.** Análise estatísticas das leituras do clorofilômetro por estágio.

Análise / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )
Valor Mínimo	38,72	38,68	31,90	38,02	32,34	5403
Valor Máximo	41,56	45,38	48,37	52,25	51,62	9403
Média	40,06	43,64	43,15	45,64	43,48	8053
Desvio Padrão	0,92	2,35	5,47	4,78	6,16	1331
Coefficiente de Variação	0,02	0,05	0,13	0,10	0,14	0

**Tabela 3.** Análises de correlação entre as leituras de clorofila por estágio com as produtividades médias.

Análise / Estádios	4 folhas	8 folhas	12 folhas	florescimento	grão leitoso
Produtividade	0,05	0,87	0,99	0,88	0,96





**Figura 1.** Trator MF 297 equipado com N-sensor distribuidor Hercules 7000.



**Figura 2.** clorofilômetro



**Figura 3.** experimento no estágio vegetativo de 4 folhas expandidas



**Figura 4.** leitura dos teores de clorofila.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.