

EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE PRODUVIDADE DO TRIGO CLASSE PANIFICADOR SOBRE O APROVEITAMENTO DE NITROGÊNIO NOS SISTEMAS DE CULTIVO¹

**Gustavo Mazurkiewicz², Fernando Bilibio Pinto³, Irani Massafra⁴, Mariele Muller⁵,
Dionatan Ketzer Krysczun⁶, Jose Antonio Gonzalez Da Silva⁷.**

¹ Parte dos resultados do projeto de Pesquisa desenvolvido pelo DEAG/UNIJUI.

² Bolsista de iniciação científica PROBIC/FAPERGS

³ Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq

⁴ Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq

⁵ Bolsista de iniciação científica PROBIC/FAPERGS

⁶ Bolsista de iniciação científica PIBIT/CNPq.

⁷ Professor Orientador, DEAg/UNIJUI.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma cultura amplamente difundida no mundo pelos inúmeros derivados obtidos pela sua industrialização, que vão desde a farinha para fabricação de pães, massas, biscoitos, do farelo usado na alimentação animal como complemento vitamínico, até o gérmen utilizado na indústria farmacêutica, produção de óleos e dietéticos (CAMPILLO et al., 2010; GAO et al., 2012).

O cultivo do trigo é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades da região no sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação/sucessão com as culturas da soja e do milho no sistema de semeadura direta (NUNES et al., 2011). Para o incremento da produtividade, as técnicas de manejo são fatores determinantes. Entre elas, se destaca o manejo que permita maior eficiência de aproveitamento do N-fertilizante e N-residual proveniente da cultura antecessora (SILVA et al., 2012). O nitrogênio é o elemento que causa maiores efeitos nas características da planta relacionadas ao crescimento, desenvolvimento e a produtividade de grãos (OKUMURA et al., 2011; ANDREW et al., 2013). Portanto, a produção final da cultura é definida em função da cultivar utilizada, das condições edafoclimáticas, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas (GUARIENTI et al., 2000; FREO et al., 2011).

A dose de N a ser aplicada é uma decisão importante no sistema de produção, deve-se levar em consideração vários aspectos, como as condições edafoclimáticas, sistema de cultivo, época de semeadura, responsividade do material genético e, principalmente, a expectativa do rendimento e da cultura antecessora (OKUMURA et al., 2011; COSTA et al., 2013). A dose de N submetida deverá

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

ser ideal, de forma que não reduza a produtividade pela falta do nutriente e nem comprometa a rentabilidade pela superestimativa, o que pode ocasionar também poluição ambiental (BARRACLOUGH et al., 2010; MA et al., 2010). O entendimento dos fatores ligados ao aproveitamento do N-fertilizante e residual em trigo classe pão é decisivo sobre melhoria das tecnologias determinantes da produtividade de grãos.

O objetivo do trabalho busca analisar a capacidade de aproveitamento de nitrogênio pelo trigo de padrão comercial tipo pão no dimensionamento da máxima eficiência técnica e econômica de produtividade de grãos sobre a interface de distintas doses de nitrogênio em sistemas de cultivo de alta e reduzida liberação de N-residual.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR) pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ. O experimento foi conduzida em blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um modelo fatorial simples 4x2, com quatro doses de adubação nitrogenada e três anos de cultivo no sistema de cultivo de alta e reduzida liberação e N-residual (sistema milho/trigo e soja/trigo, respectivamente). A cultivar utilizada foi BRS Guamirin. Foram aplicadas as seguintes doses: testemunha (zero), 40, 80, 160 kg N ha⁻¹, sendo igualmente aplicada nos dois sistemas de cultivo nos anos de 2011, 2012 e 2013.

A partir da equação de grau 2 de $y = a \pm bx \pm cx^2$ foi determinada a Máxima Eficiência Técnica (MET) pelo modelo matemático $y = -b/2c$. Para a Máxima Eficiência Econômica (MEE) usou-se o seguinte modelo $[(t/w) - b1]/2b2$. Onde t é o valor do insumo (uréia) e w o valor do produto (trigo), que neste período, o quilograma de uréia correspondeu ao custo de R\$1,50 e o valor pago ao produtor por kg de trigo foi de R\$0,40.

Resultados e discussão

Na tabela 1, da análise de variância, os efeitos das doses de adubação nitrogenada e dos anos de cultivo foram estatisticamente comprovados, tanto no sistema soja/trigo como no milho/trigo. Destaca-se que no sistema milho/trigo, os valores de quadrado médio para dose do elemento químico foram bem superiores ao de ano, mostrando que sobre esta condição, a dose de nitrogênio se mostrou mais efetiva na alteração do rendimento de grãos. Por outro lado, sobre o resíduo de soja, comportamento inverso foi observado, mostrando maior influência do ano sobre a produtividade de grãos.

Na tabela 2, evidencia-se que os anos de 2011 e 2013 foram os mais produtivos, com médias superiores a 3 t ha⁻¹ nos dois sistemas de estudo. Nestes mesmos anos, a dose de N que proporcionou maior produtividade, independente da condição de cultivo, foi de 160 kg ha⁻¹. É importante ressaltar que no ano desfavorável (2012) o sistema milho/trigo apresentou maiores rendimentos médios comparado ao soja/trigo. No mesmo ano, observa-se que a dose mais responsiva foi a de 80 kg ha⁻¹, evidenciando que em anos menos favoráveis, o incremento da dose de N pode ser prejudicial à produtividade e, conseqüentemente, redução da rentabilidade e favorecimento de danos ambientais. O N não aproveitado pelas plantas além de aumentar os custos

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

de produção causa potenciais danos ambientais, seja por lixiviação do nitrato ou volatilização de amônia (MA, et al., 2010).

Na tabela 3, pelo ajuste das equações nas diferentes condições de estudo foi verificado que o ano de 2011 sobre o resíduo de milho mostrou uma tendência linear. Portanto, neste sistema, a dose máxima de 160 kg de N por ha-1 não foi suficiente para o alcance da dose máxima a ser fornecida. Assim, a partir desta equação ficou constatado que a cada 1 kg de N por ha-1 houve o incremento de 20,08 kg ha-1 de produção de grãos. No ano de 2012 e 2013 o comportamento de produção de trigo já mostrou uma tendência quadrática, a ponto de evidenciar que existe um limite máximo para o aproveitamento do elemento químico no intervalo estabelecido. Assim a MET e MEE sobre o resíduo de milho no ano de 2012 foi de 105,7 e 96,4 kg de N por ha-1, o que correspondeu ao um valor estimado de produção na MET e MEE de 2796 e 2778 kg ha-1, respectivamente. Já, em 2013, os modelos propostos permitiram evidenciar uma dose para a MET e MEE de 153,6 e 130 kg de N por ha-1, gerando um valor de estimativa de produção na máxima eficiência técnica e econômica de 3921 e 3876, respectivamente.

Portanto com base nos efeitos médios entre os anos, a cada 1 kg a mais de nitrogênio aplicado no trigo classe pão permitiu o incremento de 13,43 kg na produção de grãos. Já, numa condição média evoluindo o modelo quadrático, a MET e MEE, ficou ao redor de 134 e 119,4 kg ha-1 de N, correspondendo a uma produção de grãos estimada de 3621 e 3594 na MET e MEE, respectivamente.

Sobre os restos culturais de soja, no ano de 2011 observou-se comportamento linear na produtividade. Desta forma, com o incremento de 1 kg ha-1 de N, haverá o aumento de 10,45 kg ha-1 de rendimento de grãos. Nos outros anos de estudo, observou-se comportamento quadrático de produção. Assim, a MET e MEE no ano de 2012 foi de 88 e 78,5 kg ha-1 respectivamente, o que correspondeu à uma produtividade de 2534 e 2536 kg ha-1

Vale ressaltar que no ano de 2012 houve o incremento na produtividade de 33,58 kg ha-1 para cada 1kg a mais de N aplicado. No ano de 2013, a MET e a MEE foi de 128 e 90,5 kg ha-1 respectivamente, correspondendo à uma produtividade de 3639 e 3538 kg ha-1. Desta forma, para o ano de 2013 houve incremento de 12,80 kg ha-1 de produtividade de grãos a cada 1 kg de N fornecido.

Conclusão

A cultivar de trigo de classe tecnológica “pão” mostrou que as doses de nitrogênio no sistema milho/trigo favoreceram o incremento na produtividade nos anos de 2011 e 2013 atingindo médias de 3029 e 3074 kg ha-1 respectivamente. A adição do fertilizante não favoreceu o incremento de produção em 2012 sobre resíduo de milho. Portanto, os efeitos ambientais pelo ano de cultivo são decisivos no melhor aproveitamento de N pelo trigo. No precedente cultural de soja, o ano de 2011 mostrou maior resposta da adubação nitrogenada atingindo uma média geral de 3620 kg ha-1.

O ano de cultivo é decisivo sobre o maior ou menor aproveitamento de N-fertilizante na produtividade de grãos de trigo, independente do sistema de produção de alta ou reduzida liberação de N-residual. Em 2011 a tendência linear de aproveitamento do N foi observada, porém, nos

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

demais anos a estabilidade foi atingida. O sistema com maior liberação de N-residual promove maior redução de N-fertilizante, trazendo benefícios sobre a rentabilidade da lavoura. Embora o ano de 2012 tenha evidenciado maior eficiência econômica pelo uso do N, o maior uso do insumo em 2013 trouxe forte incremento sobre a produtividade de grãos.

Palavras-chave

Triticum aestivum L.; rentabilidade; redução de insumos; qualidade ambiental.

Rererências

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Pesquisa Aplicada Agrotecnologia*, v.4, n.2, p. 26-244, 2011.

NUNES, A.S.; SOUZA, L.C.F.; MERCANTE, F.M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. *Bragantia*, v.70, p.432-438, 2011.

GUARIENTI, E.M.; SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B. Influência do manejo do solo e da rotação de culturas na qualidade industrial do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.2375-2382, 2000.

FREO, J.D.; ROSSO, N.D.; MORAES, L.B.D.; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C.; GUTKOSKI, L.C. Physicochemical properties and silicon content in wheat flour treated with diatomaceous earth and conventionally stored. *Journal of Stored Products Research*, v.47, p.316-320, 2011.

BARRACLOUGH, P.B.; HOWARTH, J.R.; JONES, J.; LOPEZ-BELLIDO, R.; PARMAR, S.; SHEPHERD, C.E.; HAWKESFORD, M.J. Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement. *European Journal of Agronomy*, v.33, p.1-11, 2010.

MA, B.L.; WU, T.Y.; TREMBLAY, N.; DEEN, W.; MCLAUGHLIN, N.B.; MORRISON M. J.; STEWART, G. On-farm assessment of the amount and timing of nitrogen fertilizer on ammonia volatilization. *Agronomy Journal*, v.102, p.134-144, 2010.

ANDREWS, M.; LEA, P.J. Our nitrogen footprint: the need for increased crop nitrogen use efficiency. *Annals of Applied Biology*, v.163, p.165-16, 2013.

GAO, X.; LUKOW, O.M.; GRANT, C.A. Grain concentrations of protein, iron and zinc and bread making quality in spring wheat as affected by seeding date and nitrogen fertilizer management. *Journal of Geochemical Exploration*, v.121, p.36-44, 2012.

CAMPILLO, R.; JOBET, C.; UNDURRAGA, P. Effects of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter wheat cv. Kumpainia in Andisols of southern Chile. *Chilean journal of agricultural research*, v.70, p.122-131, 2010.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C.R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. *Revista Ciência Agrônômica*, v.44, p.215-224, 2013.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Tabela 2: Média de produtividade de grãos pelas doses de N nos distintos anos e sistemas de cultivo. DEAg/UNIJUI, 2014.

Doses (N)	Anos - sistema milho/trigo		
	2011	2012	2013
0	B 1247 d	C 647 d	A 1959 c
40	B 2724 c	C 1692 c	A 3084 b
80	A 3538 b	B 2836 a	A 3333 b
160	A 4608 a	C 2158 b	B 3919 a
Médias	3029	1833	3074

Doses (N)	Anos - sistema soja/trigo		
	2011	2012	2013
0	A 2881 c	B 1165 c	A 2791 b
40	A 3210 c	B 1780 b	A 3328 a
80	A 3885 b	C 2724 a	B 3466 a
160	A 4506 a	C 1419 c	B 3594 a
Médias	3620	1772	3295

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$) pelo teste F) (ns não significativo ($p \geq 0.05$) pelo teste F.

Tabela 2: Média de produtividade de grãos pelas doses de N nos distintos anos e sistemas de cultivo. DEAg/UNIJUI, 2014.

Doses (N)	Anos - sistema milho/trigo		
	2011	2012	2013
0	B 1247 d	C 647 d	A 1959 c
40	B 2724 c	C 1692 c	A 3084 b
80	A 3538 b	B 2836 a	A 3333 b
160	A 4608 a	C 2158 b	B 3919 a
Médias	3029	1833	3074

Doses (N)	Anos - sistema soja/trigo		
	2011	2012	2013
0	A 2881 c	B 1165 c	A 2791 b
40	A 3210 c	B 1780 b	A 3328 a
80	A 3885 b	C 2724 a	B 3466 a
160	A 4506 a	C 1419 c	B 3594 a
Médias	3620	1772	3295

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott & Knott.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Tabela 3: Determinação da equação e grau de polinômio no rendimento de grãos (RG) e estimativa da máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) de produtividade de grãos pelo N nos sistemas e anos de cultivo. DEA g/UNIJUI, 2014.

Ano	Grau	Equação RG=a+bx+cx ²	R ²	P	N (kg ha ⁻¹)		RG (kg ha ⁻¹)	
					MET	MEE	MET	MEE
Sistema milho/trigo								
2011	1	1624 + 20,08x	0,93	*	-	-	-	-
	2	1286 + 37,55x - 0,10x ²	0,99	ns	-	-	-	-
2012	1	1200 + 9,04x	0,45	ns	105,7	96,4	2796	2778
	2	558 + 42,31x - 0,20x ²	0,96	*	-	-	-	-
2013	1	2292 + 11,17x	0,86	*	153,6	130	3921	3876
	2	2033 + 24,58x - 0,08x ²	0,97	*	-	-	-	-
Média	1	1705 + 13,43x	0,75	-	134	119,4	3621	3594
	2	1292 + 34,81x - 0,13x ²	0,97	-	-	-	-	-
Sistema soja/trigo								
2011	1	2888 + 10,45x	0,97	*	-	-	-	-
	2	2833 + 13,33x - 0,02x ²	0,98	ns	-	-	-	-
2012	1	1672 + 1,43x	0,36	ns	88	78,5	2534	2516
	2	1051 + 33,58x + 0,19x ²	0,87	*	-	-	-	-
2013	1	2980 + 4,50x	0,76	*	128	90,5	3639	3568
	2	2820 + 12,80x - 0,05x ²	0,97	*	-	-	-	-
Média	1	2513 + 5,46x	0,72	-	124	101	3472	3428
	2	2235 + 19,90x + 0,08x ²	0,94	-	-	-	-	-

P= probabilidade do comportamento linear ou quadrático da equação; *= significativo a 5% de probabilidade de erro; ns= não significativo a 5% de probabilidade de erro; MET= máxima eficiência técnica de produtividade de grãos; MEE= máxima eficiência econômica de produtividade de grãos.