

RENTABILIDADE ECONÔMICA E ENERGÉTICA DO MANEJO DA QUEBRA DE PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO MILHO RELACIONADA AO NITROGÊNIO E VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO BRASIL

M.C.S.ANDREA¹, K.J. BOOTE², T.L. ROMANELLI³, P.C. SENTELHAS³

¹ Enga. Agrônoma, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, maria.andrea@usp.br

² Professor Emeritus, Agronomy Department, University of Florida, Gainesville-FL, USA

³ Engo. Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Objetivou-se nesse estudo avaliar a rentabilidade econômica e energética do uso do nitrogênio (N) no manejo da quebra de produtividade da cultura do milho no município de Diamantino, MT. Com a utilização de modelo de simulação de culturas e análise de parâmetros operacionais, pôde-se avaliar qual a dose de N que proporcionou maior retorno econômico e energético relativo ao manejo do insumo e variabilidade climática. Para dois tipos predominantes de solo na região, encontrou-se que as doses ótimas para o retorno econômico variaram de 60 a 80 kg N ha⁻¹, e para o retorno energético foi de 40 kg N ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Milho (*Zea mays*), nitrogênio, rentabilidade

ECONOMIC AND ENERGY PROFITABILITY OF MAIZE YIELD GAP RELATED TO NITROGEN AND CLIMATE VARIABILITY IN BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the economic and energy profitability of nitrogen (N) application as yield gap management in the city of Diamantino, MT. Using a crop simulation model and operation parameters analysis, the optimum N rate for both economic and energetic returns were determined, related to the input management and climate variability. For two predominant soil types in the region, the optimal N doses for the economic return ranged from 60 to 80 kg N ha⁻¹, and for the energy return it was 40 kg N ha⁻¹.

KEYWORDS: Maize (*Zea mays*), nitrogen, profitability

INTRODUÇÃO: É amplamente conhecida a histórica importância da cultura do milho no Brasil (IBGE, s.d.) e do manejo do N quando se busca o aumento de suas produtividades (LOBELL, 2007). Quando se analisa as produtividades médias nacionais, encontram-se muitas vezes valores abaixo do conhecido potencial de produtividade da cultura (fato denominado quebra de produtividade) (LOBELL et al. 2009). Porém, estudos abordando esse tema ainda são escassos no Brasil. Essa escassez, em grande parte, se deve às implicações práticas do manejo da quebra de produtividade. Nesse manejo, em se tratando de sistemas de produção agrícola mecanizados, deve-se considerar o impacto da variação de todos os insumos envolvidos na operacionalização da sua aplicação. Deve-se, portanto, avaliar como o uso de combustível, maquinário e o próprio insumo impacta a demanda econômica e de energia do manejo. O objetivo deste estudo foi avaliar a rentabilidade econômica e energética da aplicação do nitrogênio (N) como medida de mitigação da quebra de produtividade da cultura do milho, considerando-se o manejo do insumo e a variabilidade climática interanual, utilizando-se modelo de simulação de culturas agrícolas, no município de Diamantino, MT.

MATERIAL E MÉTODOS: O município de Diamantino, MT, foi utilizado nas análises do presente estudo. A caracterização local foi feita com relação ao clima (Instituto Nacional de Meteorologia, INMET), solos predominantes (FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2012), manejo da cultura do milho

(AgraFNP, 2014, BRASIL, 2013) e produtividades municipais médias (IBGE, 2014) ajustadas pela extração da tendência tecnológica ao longo dos anos (HEINEMANN e SENTELHAS, 2001).

O conjunto de dados caracterizando o local foi empregado em um modelo de simulação da cultura do milho (CSM-Ceres Maize) pertencente ao sistema *Decision Support System for Agrotechnology Transfer* (DSSAT) (JONES et al., 2003). Para a determinação das condições iniciais do solo (compartimentos de C na M.O. e teores de N nas formas de N-NO₃ e N-NH₄), procedeu-se de duas maneiras: 1 - Utilização dos dados *default* do modelo; 2 - Realização de simulação anterior de equilíbrio, utilizando como referência um histórico de cultivo da área e teor de C (%) orgânico no solo. Após a determinação das condições iniciais, foram simuladas a produtividade potencial, produtividade atingível (LOBELL et al. 2009) e produtividades sob diferentes doses de N ofertadas à cultura do milho, para dois solos predominantes da região, de textura arenosa (1) e argilosa (2). As diferenças entre as duas abordagens foram avaliadas. Utilizaram-se então as produtividades simuladas oriundas da abordagem da simulação de equilíbrio para determinação da quebra de produtividade (Lobell et al. 2009). Procedeu-se a determinação dos parâmetros operacionais da aplicação mecanizada de N via uréia em cobertura (MIALHE, 1974; ASABE 2011). Utilizou-se o método do fluxo de materiais para a quantificação de insumos usados no ciclo de produção da cultura (ROMANELLI e MILAN, 2010a). Na determinação do custo econômico e energético, associaram-se o fluxo de materiais com os preços e energia incorporada dos insumos, respectivamente. A rentabilidade do manejo do N foi determinada pela avaliação da receita líquida econômica e pela rentabilidade energética (EROI) e energia incorporada do produto final (EI) (ROMANELLI e MILAN, 2010b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se nas Figuras 1 e 2 a distribuição acumulada das produtividades simuladas sob diferentes doses de N para as duas abordagens de determinação de condições iniciais do solo, e a quebra de produtividade (Tabela 1) para os dois tipos predominantes de solos da região.

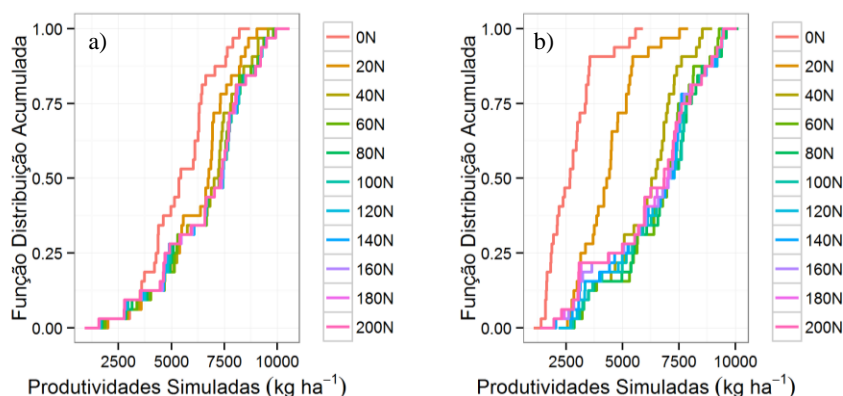


FIGURA 1. Produtividades simuladas sob diferentes doses de N para a cultura do milho de 1^a safra, em Diamantino, MT, utilizando dados padrões do DSSAT, nos solos 1(a) e 2(b).

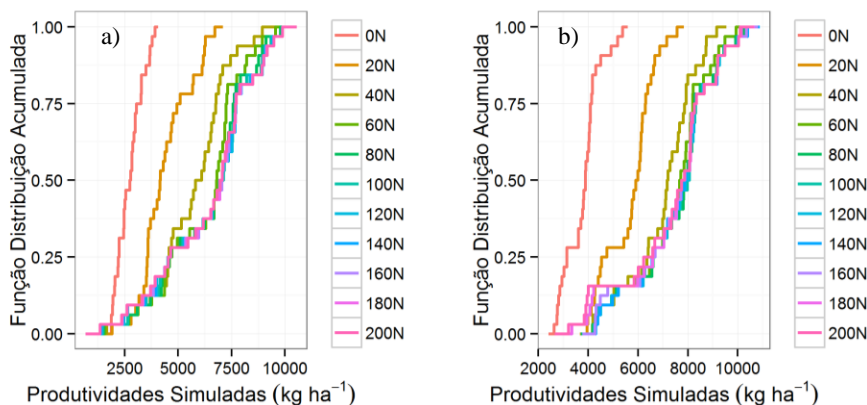


FIGURA 2. Produtividades simuladas sob diferentes doses de N para a cultura do milho de 1^a safra, em Diamantino, MT, utilizando abordagem de simulação de equilíbrio, nos solos 1(a) e 2(b).

Observa-se nas Figuras 2 e 3 a diferença entre as abordagens de determinação das condições iniciais do solo (teor de C orgânico estável e N mineral) no perfil do solo. A abordagem padrão subestimou as produtividades simuladas sob doses baixas de N em relação à utilização da simulação de equilíbrio, especialmente no solo de textura arenosa (Figura 1a). Optou-se por utilizar a simulação de equilíbrio, considerada mais adequada para a determinação da condição inicial do solo do que somente utilizar valores de textura do solo, sendo esta a abordagem padrão do DSSAT-CENTURY (BASSO et al. 2011).

TABELA 1. Valores de produtividade atingível, produtividade local média e quebra de produtividade para a cultura do milho 1ª safra em Diamantino, MT.

Ano	Produtividade Atingível		Produtividade Real Média (kg ha ⁻¹)	-----Quebra de Produtividade-----			
	Solo 1	Solo 2		Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
----- (%)*-----							
2003	6412,8	6963,1	6112,8	299,9	850,2	0,0	0,1
2004	6922,4	7025,2	4975,4	1946,9	2049,8	0,3	0,3
2005	7024,1	7226,4	9017,1	-1993,0	-1790,7	-0,3	-0,2
2006	7438,8	7691,9	4753,6	2685,2	2938,3	0,4	0,4
2007	7665,9	7893,1	4815,6	2850,3	3077,4	0,4	0,4
2008	7703,2	8116,8	7220,8	482,5	896,0	0,1	0,1
2009	7708,9	8149,6	6165,7	1543,1	1983,8	0,2	0,2

* Variação da quebra de produtividade com relação a produtividade atingível respectiva de cada tipo de solo.

Os dados referentes ao maquinário usual da região, bem como parâmetros operacionais determinados para a aplicação mecanizada de fertilizantes compuseram a porção variável do custo de produção da cultura. Pode-se observar a relação entre custo e retorno, determinando a receita econômica e energética do sistema de produção (Figuras 3 e 4).

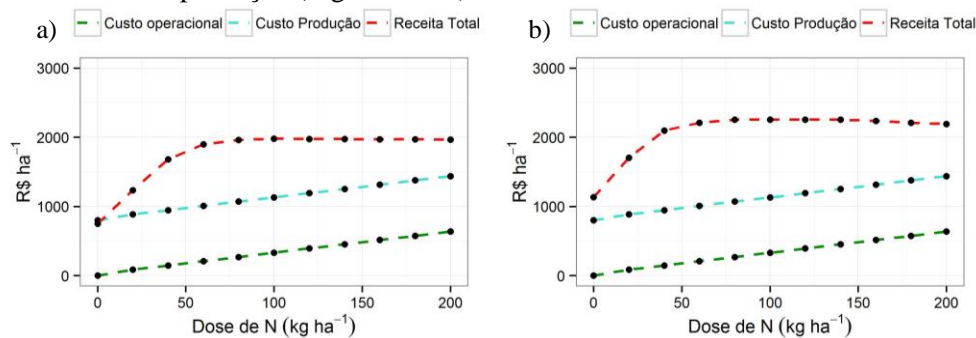


FIGURA 3. Custos operacionais e receita bruta em doses de N na cultura do milho 1ª safra, nos solos 1(a) e 2(b), em Diamantino, MT.

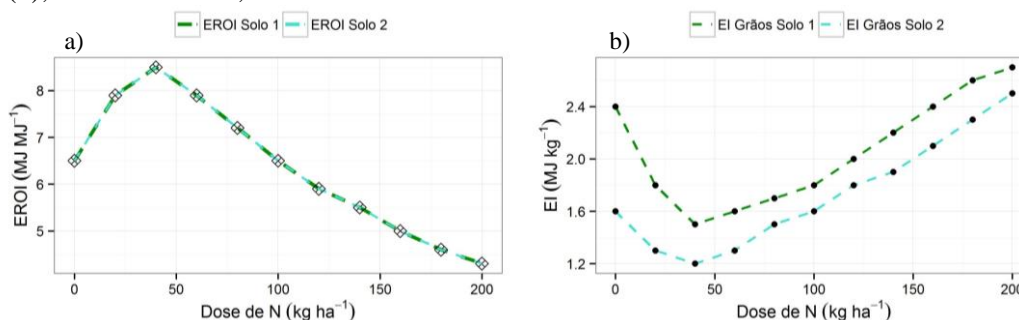


FIGURA 4. Custos operacionais e receita bruta em doses de N na cultura do milho da 1ª safra, nos solos 1(a) e 2(b), em Diamantino, MT.

De acordo com a Tabela 1, a produtividade atingível e sob doses de N para o solo arenoso foram inferiores à do solo argiloso, o que por sua vez determinou uma menor quebra de produtividade para esse tipo de solo. No ano de 2005 observou-se um valor negativo de quebra de produtividade, visto que a produtividade municipal foi superior à produtividade atingível. Isso pode se dever ao manejo dos produtores ao lidar com adversidades no ano, como escassez de chuva na data de semeadura, ou ao ajuste das produtividades para extração da tendência tecnológica, que utiliza como referência o último ano de dado disponível. A melhor rentabilidade econômica no ciclo de produção foi obtida nas doses de 80 e 60 kg N ha⁻¹ nos solos 1 e 2, respectivamente, sendo que o valor absoluto da receita líquida foi maior para o solo 2 em relação ao solo 1. A melhor rentabilidade energética no ciclo de produção foi obtida na dose de 40 kg N ha⁻¹, para ambos indicadores, EROI e EI, em ambos os solos, informando que nesse ponto, encontrou-se o maior retorno sobre a quantidade de energia investida, oriunda de insumos, e a menor quantidade de energia utilizada por unidade de massa de grãos produzidos, respectivamente.

CONCLUSÕES: Com a utilização de modelo de simulação de cultura e análise operacional, foi possível determinar as doses de N ótimas para o manejo da quebra de produtividade da cultura do milho na região de Diamantino, MT. O método utilizado forneceu um enfoque econômico e ambiental (uso da energia oriunda de insumos) no manejo da cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- ASABE Standards. 2011. ASAE D497.7: Agricultural Machinery Management Data. St. Joseph, Mich.: ASABE.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. Zoneamento Agrícola de Risco. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>.
- BASSO, B. et al., 2011. Procedures for Initializing Soil Organic Carbon Pools in the DSSAT-CENTURY Model for Agricultural Systems. Soil Science Society of America Journal, 75(1), p.69.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. Zoneamento Agrícola de Risco. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>.
- FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2012. Harmonized World Soil Database (version 1.2). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>
- JONES, J. et al., 2003. The DSSAT cropping system model. European Journal of Agronomy, 18(3-4), pp.235–265.
- LOBELL, D.B. The cost of uncertainty for nitrogen fertilizer management: A sensitivity analysis. Field Crops Research, v.100, p.210-217, 2007.
- LOBELL, D.B., Cassman, K.G. & Field, C.B., 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. Annual Review of Environment and Resources, 34(1), pp.179–204.
- ROMANELLI, T.L.; MILAN, M. Material flow determination through agricultural machinery management. Scientia Agricola, v.67, n.4, .375-383, 2010a.
- ROMANELLI, T.L.; MILAN, M. Energy performance of a production system of eucalyptus. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.896-903, 2010b.