

EFICIÊNCIA AGRÍCOLA DA PRODUÇÃO DE MILHO, SOJA E TRIGO PARA O ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 1980 E 2008

RAFAEL BATTISTI¹, PAULO C. SENTELHAS²

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM/CESNORS, Frederico Westphalen – RS, Fone: (55-96011001), r.battisti@hotmail.com;

² Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Depto. de Eng. de Biosistemas, ESALQ-USP, Piracicaba - SP, pcsentel@esalq.usp.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

RESUMO: Eficiência agrícola (EA) é um índice utilizado como indicador do nível de desenvolvimento agrícola regional, que permite se inferir sobre o nível tecnológico empregado e as possibilidades de melhoria. No Rio Grande do Sul, as principais culturas são a do milho, da soja e do trigo, as quais apresentam normalmente níveis de produtividade moderados, indicando uma possível baixa EA. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a EA destas três culturas para dez localidades do RS, analisando sua evolução entre os anos de 1980 e 2008, identificando os principais fatores que a condicionaram. A EA foi obtida pela relação entre a produtividade atingível (PA) e a produtividade real (PR), esta obtida junto ao IBGE. A PA foi obtida pela estimativa da produtividade potencial (PP_f) pelo método de Zona Agroecológica, deflacionada pelo déficit hídrico, para o período entre 1980 e 2008. Os resultados demonstraram que a EA média para a cultura do milho, da soja e do trigo para o RS foi de 54, 61 e 43%. A grande maioria das localidades apresentou evolução positiva da EA ao longo da série de anos. Os principais fatores que contribuíram para o aumento da eficiência agrícola foi a melhoria no uso e fertilidade do solo, mecanização agrícola, preços pagos pelas commodities, uso de agroquímicos, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, ações de políticas públicas (Zoneamento agrícola) e melhoramento genético.

PALAVRAS-CHAVE: RENDIMENTO, USO TECNOLÓGICO, GANHO PRODUTIVO

CROP EFFICIENCY OF CORN, SOYBEAN AND WHEAT FOR THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL, BETWEEN 1980 AND 2008

ABSTRACT: Crop efficiency (EA) is an index used as an indicator of the level of regional agricultural development, which allows to understand the level of technology applied to the crops and which must be done to improve it. In the state do Rio Grande do Sul, Brazil, the main crops are corn, soybeans and wheat, which normally present moderate yield levels, indicating a possible low EA. Based on that, the objective of this study was to evaluate the EA for these three crops in ten locations, analyzing their EA evolution between 1980 and 2008, identifying the main factors that affect it. EA was obtained by the relationship between the attainable crop yield (PA) and the actual crop yield (PR), which was obtained from the IBGE data base. PA was estimated based on potential productivity (PPF), obtained by the Agroecological Zone method, which was penalized by water deficit, for the period between 1980 and 2008. The results showed that average EA for corn, soybeans and wheat was respectively 54, 61 and 43%. The majority of the locations presented a positive evolution of EA through the years. The main factors that contributed to EA increase along the years were the use and soil fertility, agricultural mechanization, prices paid for commodities, chemicals use, investments in research and development, actions in public policies (agricultural zoning) and crop breeding.

KEYWORDS: PRODUCTIVITY, USE TECHNOLOGY, PRODUCTION GAIN

INTRODUÇÃO: O conceito de eficiência agrícola é utilizado como um indicador do nível de desenvolvimento agrícola regional, sendo a relação entre a energia efetivamente utilizada e a que foi fornecida ao sistema. Marin et al. (2008) propuseram que a eficiência da produção é a razão entre a produção observada a campo e a atingível, estimada por modelos de simulação. A produtividade obtida por modelos são divididas em duas, a produtividade potencial (PP) e a atingível (PA). A PP foi definida por Doorenbos & Kassam (1994) como o rendimento máximo de uma cultura, obtida por uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao ambiente de crescimento, desde que não haja limitações de água, nutrientes, ocorrência de pragas e doenças durante todo o seu ciclo. Enquanto que a PP considera apenas característica da planta e as variáveis radiação solar, temperatura e fotoperíodo, na estimativa da PA é levado em consideração o efeito do déficit hídrico em cada fase em que a cultura se encontra e sua sensibilidade a este. Considerando-se a importância das culturas da soja, do milho e do trigo para o estado do Rio Grande do Sul, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrícola dessas culturas para dez localidades do estado, analisando sua evolução entre os anos de 1980 e 2008, identificando os principais fatores que a condicionaram.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a estimativa da eficiência agrícola (EA) utilizou-se dados climáticos de 1979 a 2008, na escala decenal com valores de precipitação total, temperatura média do ar, insolação diária, fotoperíodo e radiação global extraterrestre para dez localidades do estado do Rio Grande do Sul, sendo elas: Encruzilhada do Sul (30°31'S e 52°31'W), Erechim (27°37'S e 52°14'W), Ijuí (28°23'S e 53°54'W), Júlio de Castilhos (29°13'S e 53°40'W), Passo Fundo (28°15'S e 52°24'W), Santa Maria (29°41'S e 53°31'W), Santa Rosa (27°52'S e 54°28'W), São Borja (28°40'S e 55°58'W), São Gabriel (30°20'S e 54°20'W) e Veranópolis (28°54'S e 51°33'W). Estimou-se EA para as datas de semeadura contempladas pelo zoneamento agrícola para soja (Cunha et al., 2001a), do trigo (Cunha et al., 2001b) e do milho (Maluf et al. (2001), compondo-se após isso a média para cada safra. A EA foi obtida pela relação entre a produtividade real (PR) e a produtividade atingível (PA). Os valores de PR foram obtidos junto ao banco de dados do IBGE para os anos de 1980, 1985 e entre 1990 e 2008. A PA foi estimada pela penalização pelo déficit hídrico em escala decênial, utilizando-se a equação a seguir:

$$PA = [1 - ky (1 - ETr/ETc)] PP_F$$

em que ky é o coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico, empregando-se valores específicos para cada fase de desenvolvimento da cultura (valores apresentados em Doorenbos & Kassam, 1994), ETr e ETc são respectivamente a evapotranspiração real e a da cultura, PP_F é a produtividade potencial, obtida pelo método da Zona Agroecológica descrito por Doorenbos & Kassam (1994), com a equação geral apresentada a seguir:

$$PP_f = (PP_{bp} * CIAF * CR * CC * ND) / (1 - 0,01 * U\%)$$

em que PP_{bp} é a produção bruta de matéria seca, $CIAF$ é a correção para índice de área foliar, CR é a correção para a taxa de respiração, C_c é a correção para a parte colheita, ND é o número de dias do ciclo de produção e $U\%$ é a umidade residual na parte colhida. Para a estimativa de cada variável utilizou-se a metodologia apresentada em Pereira et al. (2002). O valor de IAF_{max} para a soja foi obtido em Rodrigues et al. (2006), para o trigo em Moreira et al. (1999) e para o milho em Strieder et al. (2007), C_c e $U\%$ foram obtidos em Pereira et al. (2002), para ND do ciclo utilizaram-se os valores médios apresentados em Cunha et al. (2001b) para a soja, em Osório & Wendt (1995) para o trigo e em Maluf et al. (2001) para o milho. A ETc foi obtida por meio da estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método de Camargo (1971) descrito em Pereira et al. (1997), multiplicada pelo coeficiente de cultura para cada estágio de desenvolvimento da cultura, apresentados em Farias et al. (2001)

para soja, Cunha et al. (2001b) para o trigo e Embrapa (2009) para milho. A ETr foi estimada pelo balanço hídrico da cultura, seguindo a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), descrito em Pereira et al. (2002). Neste caso, a capacidade de água disponível do solo (CAD) considerada foi de 50 mm (Cunha et al., 2001a).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Na Tabela 1 é apresentado o coeficiente angular da reta (b) da evolução da eficiência agrícola, entre 1980 e 2008, e ainda a eficiência agrícola para as diferentes localidades e culturas, com valor médio para a série avaliada. Para as culturas do milho, da soja e do trigo, os locais que apresentaram maior aumento da eficiência agrícola neste período foram Passo Fundo, Santa Maria e Encruzilhada do Sul, respectivamente, enquanto que locais como Santa Rosa, São Borja e Veranópolis tiveram redução na eficiência agrícola para a cultura da soja, resultado este que pode estar associado a uma mudança do sistema produtivo, em que a cultura da soja tenha se tornado de menor importância. Ainda na Tabela 1, pode-se visualizar a eficiência agrícola média de cada localidade, para as culturas do milho, da soja e do trigo. Para o milho a maior eficiência agrícola foi obtida em Ijuí, com valor de 65%, enquanto que o menor resultado, de 39%, foi obtido em Encruzilhada do Sul e em São Borja. Com relação à soja, o maior e menor valor foi de 79 e 49%, respectivamente, em Santa Maria e São Borja, enquanto que para a cultura do trigo a EA não ultrapassou os 50%, destacando-se Passo Fundo e Santa Maria onde ocorreram os maiores valores, enquanto que em Veranópolis foi observado a menor EA para o período em que se realizou a avaliação. Com os valores de “b” médio (Tabela 1) é possível obter-se o aumento de eficiência para cada cultura ao longo da série de estudo para o estado. No caso do milho, o valor do coeficiente angular (b) foi de 0,013, ou seja, um aumento médio de 1,3% na eficiência agrícola por ano e acumulando de 37,7%, para o período entre 1980 e 2008, por outro lado em locais como Passo Fundo e Erechim este aumento chegou a ultrapassar os 63%. Esses resultados mostram que se compararmos, por exemplo, 1980 e 2008, e as condições de produtividade atingível fossem as mesmas, em 2008 a produtividade obtida seria em média 37,7% maior, para o estado do Rio Grande do Sul. Com relação à cultura da soja, este valor de aumento anual da EA foi de 0,3%, com acumulado de 8,7% no período. Quanto à cultura do trigo, o aumento anual médio da EA foi de 0,9%, com resultado acumulado de 26,1% no período, destacando a localidade de Encruzilhada do Sul, onde o aumento da EA chegou a 43,5%, enquanto que em Ijuí não ultrapassou os 11,6%. Marin et al. (2008) verificou para o estado de São Paulo um aumento na EA da cultura da cana-de-açúcar, ao comparar as safras de 1995/96 e 2002/03. Esses autores verificaram que a área com EA superior a 70% dobrou nesse período, resultado associado às condições de manejo, como o aumento do uso de nutrientes a nível nacional, impulsionado pelo maior retorno econômico da cultura. Para a EA para as culturas da soja, do milho e do trigo nas diferentes localidades (Tabela 1) pode-se verificar que a soja apresenta a maior EA com valor de 61%, enquanto que milho e trigo obtiveram 54 e 43%, respectivamente. Esses valores representam a parte da PA que efetivamente esta sendo alcançada no campo. O aumento da eficiência agrícola ao longo da série de estudo (Figura 1) no RS, para as culturas avaliadas, pode estar associadas à melhoria das técnicas de manejo ao longo do período e à implantação de tecnologias, como o aumento da área com plantio direto, melhoria da fertilidade do solo como apresentado em Nicolodi et al. (2009), aumento do consumo de adubos e defensivos agrícolas (Resende, 2010), maior número de tratores e colhedoras por área apresentados pelo IBGE (2010) e ANFAVEA (2010), redução dos preços pagos pelas commodities publicados em trabalho realizado por Souza e Viana (2007) fazendo com que se aumente a produtividade para se manter o retorno econômico, e ainda a contribuição do investimentos em pesquisa e desenvolvimento, zoneamento agrícola e melhoramento genético.

Tabela 1. Evolução temporal da eficiência agrícola, dada pelo coeficiente angular (b), e eficiência agrícola média (EA) para as culturas do milho, da soja e do trigo, em dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Local	Cultura					
	Milho		Soja		Trigo	
	b	EA (%)	b	EA (%)	b	EA (%)
Encruzilhada do Sul	0,010	39	0,008	62	0,015	41
Erechim	0,022	57	0,010	54	0,010	43
Ijuí	0,014	65	0,001	65	0,004	38
Julio de Castilhos	0,013	59	0,003	65	0,010	44
Passo Fundo	0,025	61	0,008	55	0,009	49
Santa Maria	0,009	60	0,014	79	0,012	49
Santa Rosa	0,011	53	-0,006	55	0,008	38
São Borja	0,006	39	-0,008	49	0,005	41
São Gabriel	0,002	47	0,006	74	0,009	46
Veranópolis	0,017	58	-0,004	57	0,014	36
Média	0,013	54	0,003	61	0,009	43

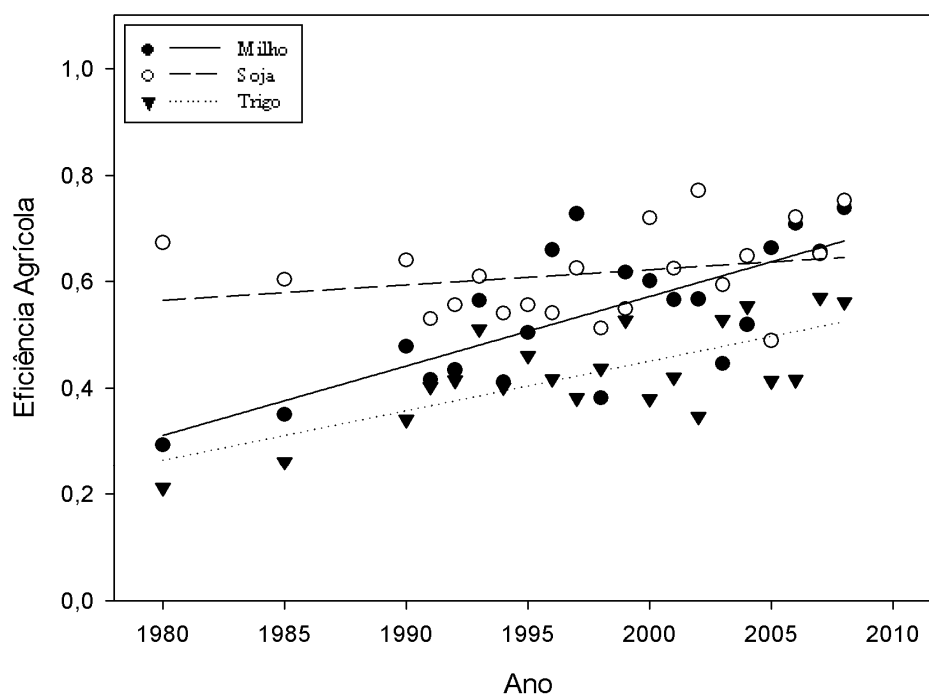


Figura 1. Eficiência agrícola anual para as culturas do milho, da soja e do trigo, considerando-se dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1980 a 2008.

CONCLUSÃO: Considerando-se a EA das culturas do milho e do trigo, todas as localidades apresentaram elevação entre 1980 e 2008, com coeficiente angular médio para o estado de 0,013 e 0,009, respectivamente. Já para a soja o coeficiente angular médio para o estado foi de 0,003, com valores negativos para as localidades de Santa Rosa, São Borja e Veranópolis. Também se verificou que os principais fatores que contribuíram para o aumento da EA foram manejo de solo, mecanização agrícola, preços pagos pelas commodities, uso de agroquímicos, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, ações de políticas públicas (Zoneamento agrícola) e melhoramento genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANFAVEA – Anuário da indústria automobilística brasileira. 2010.
- CUNHA, G. R. da, et al. **Zoneamento agrícola e época de semeadura para a soja no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.446-459, 2001a.
- CUNHA, G. R. da, et al. **Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.400-414, 2001b.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.M. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: FAO, 1994 (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33).
- EMBRAPA. Sistemas de Produção – Milho. Versão Eletrônica - 5ª edição, 2009. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/index.htm. Acesso em: 08 set. 2010.
- FARIAS, J. R. B. et al. **Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.415-421, 2001.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Mapas interativos. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 22 nov. 2010.
- MALUF, J. R. T., et al. **Zoneamento de risco climático para a cultura de milho no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.460-467, 2001.
- MARIN, F. R. et al. Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 43, n. 11, Nov. 2008.
- MOREIRA, Mauricio Alves; ANGULO FILHO, Rubens; RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, jul. 1999 .
- NICOLODI, M. et al. Evolução da fertilidade do solo do Planalto do Rio Grande do Sul nas últimas quatro décadas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, Aldeia Norte Editora edição 111, maio/junho de 2009.
- OSÓRIO, E. A.; WENDT, W. **Duração do período de formação do grão em trigo**. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 52, n. 2, jul. 1995.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- RESENDE, A. V. Manejo de Fertilizantes – Panorama da Produção e Consumo de Fertilizantes no Brasil e no Mundo. Palestra no 1º Seminário APL do Sudoeste Goiano. Maio de 2010.
- RODRIGUES, O. et al **Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 27 p.
- SOUZA, R. S. de; VIANA, J. G. A. Tendência histórica de preços pagos ao produtor na agricultura de grãos do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p. 1128-1133, jul-ago, 2007.
- STRIEDER, Mércio Luiz et al . Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 43, n. 3, Mar. 2008.