

ESTIMATIVA DO RENDIMENTO POTENCIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

ESTIMATE OF POTENTIAL INCOME OF CANE SUGAR IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Francis Radael Tatto ⁽¹⁾
Renã Moreira Araújo ⁽²⁾
Ricardo Augusto de Oliveira ⁽³⁾
Sergio Delmar dos Anjos e Silva ⁽⁴⁾

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar uma estimativa do Rendimento Potencial da cana-de-açúcar, em diversos municípios do Rio Grande do Sul. O Rendimento Potencial (RP) foi estimado pelos modelos Loomis & Williams, Sinclair e Doorenbos & Kassam, em ciclo precoce (273 dias) e tardio (334 dias). Foram analisados os dados de Radiação Global (Q_0 ; em $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), Temperatura Mínima (T_{\min}), Média ($T_{\text{méd}}$) e Máxima ($T_{\text{máx}}$) em $^{\circ}\text{C}$; Fotoperíodo (N) e Horas de Insolação (n), em horas (h) para 16 municípios do Rio Grande do Sul, dados de área plantada (ha), produtividade (t ha^{-1}) e produção (Kg), do período de 1994-2013 e dados de rendimento experimental, como base para comparações entre os modelos. Os resultados mostram a existência de variação para os diferentes ambientes e modelos de estimativa de rendimento, sendo o Modelo de Doorenbos & Kassam o que apresentou as maiores estimativas, com 474,5 e 438,3 t ha^{-1} no ciclo precoce e tardio, respectivamente. O ambiente de São Borja, RS apresentou os maiores valores para os métodos de Doorenbos & Kassam e Loomis & Williams enquanto que Cachoeirinha, RS apresentou os maiores valores para o método de Sinclair, nos dois ciclos de cultivo.

Palavras-chave: Ambiente de produção. Ciclo de cultivo. Modelagem.

Abstract

The objective of this study was to estimate the yield potential of sugarcane in several municipalities of Rio Grande do Sul. The Income Potential (RP) was estimated by Loomis and Williams models, Sinclair, and Doorenbos & Kassam, in early cycle (273 days) and late (334 days). Global Radiation Data were analyzed (Q_0 , in $\text{cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$), Temperature (T_{\min}), Medium (T_{med}) and Maximum (T_{max}) in $^{\circ}\text{C}$; Photoperiod (N) and hours of sunshine (n), in hours (h) to 16 municipalities in Rio Grande do Sul, planted area data (ha), yield (t ha^{-1}) and

¹ Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas. Doutorando em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Eng. agrônomo. Endereço eletrônico: francisradael@gmail.com.

² Mestre em Meteorologia pela Universidade Federal de Pelotas. Doutorando em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná. Bacharel em Meteorologia. Endereço eletrônico: rena543@gmail.com.

³ Doutor em Produção Vegetal Universidade Federal do Paraná. Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná. Eng. agrônomo. Endereço eletrônico: rico@ufpr.br.

⁴ Doutor em Produção Melhoramento Vegetal. Pesquisador A Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Eng. agrônomo. Endereço eletrônico: sergio.anjos@embrapa.br.

production (kg), the period 1994-2013 and experimental performance data as a basis for comparing the models. The results show the existence of variation for different environments and yield estimation models, and the model Doorenbos & Kassam which had the highest estimates, with 474.5 and 438.3 t ha⁻¹ in early and late cycle, respectively. The environment of São Borja, RS showed the highest values for methods of Doorenbos & Kassam and Loomis & Williams while Cachoeirinha, RS showed the highest values for the Sinclair method, the two crop cycles.

Keywords: *Crop cycle. Modelling. Production environment.*

1 Introdução

A Região Sul do Brasil é considerada uma nova fronteira agrícola para o cultivo da cana-de-açúcar e o zoneamento agroecológico identificou 1,5 milhão de hectares com aptidão ao cultivo canavieiro, no Rio Grande do Sul (Manzatto et al., 2010).

Atrelada à expansão da cultura, inclui-se a demanda por cultivares altamente responsivas, tanto em produção de colmos quanto em concentração de açúcar, para o cultivo em ambientes diversos (Silveira et al., 2012).

Somado a isto, o plantio entre maio e junho permite altas taxas de crescimento e índices de produtividade, devido ao fotoperíodo e radiação solar no RS durante o período de primavera/verão, serem maiores se comparados a regiões de latitudes baixas, compensando o balanço de radiação ao longo do ano (Almeida et al., 2008).

Assim, a estimativa do potencial de rendimento pode auxiliar programas de melhoramento para a recomendação dos melhores genótipos e ambientes de produção. Este trabalho teve por objetivo realizar a estimativa do rendimento potencial da cana-de-açúcar, em diversos ambientes do Estado do Rio Grande do Sul.

2 Material e Métodos

Para determinar o rendimento potencial da cultura da cana-de-açúcar, foram utilizados dados de área plantada (ha), produtividade (Kg ha⁻¹) e produção (Kg), observados no período de 1994 a 2013, obtidos pela Fundação de Economia e Estatística (FEE), de 16 ambientes do RS.

Adicionalmente, foram utilizados dados meteorológicos obtidos de estações convencionais. Foram estes: radiação global (Q_0 : cal.cm².dia⁻¹), temperatura mínima (T_{\min}), média ($T_{\text{méd}}$) e máxima ($T_{\text{máx}}$) em °C; fotoperíodo (N) e horas de insolação (n), ambos em horas (h), sendo os mesmos organizados e estimados o RP para os ambientes através dos modelos Loomis & Williams (1963), Sinclair (1993) e Doorenbos & Kassam (1994),

simulados para colheita de ciclo precoce e médio-tardio, devido a possibilidade de ocorrências de geadas no Estado. Os valores de RP foram comparados com a produção da série histórica 1990-2014 e com resultados de Rendimento Experimental Máximo (REM) de alguns municípios do RS.

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os valores de Rendimento Potencial calculados para os ambientes e modelos, em cana de ciclo precoce (273 dias) e ciclo tardio (334 dias). O rendimento pelo método Doorenbos e Kassan (1994) e Loomis & Williams (1963), apresentaram respectivamente, as maiores e menores estimativas, nos dois ciclos de cultivo.

No entanto o método de Sinclair (1993) apresentou estimativas mais próximas aos dados obtidos em experimentos realizados em Cachoeirinha, Caxias do Sul e Santa Maria.

A produtividade estimada em $t\ ha^{-1}$ para os métodos apresentou grande variação devido aos parâmetros de entrada utilizados, ocorrendo diferenças até três vezes mais elevadas do que o estimado por outros modelos neste estudo.

Nesse sentido o cálculo de PR deve considerar o maior número possível de variáveis envolvidas como parâmetros de entrada, pois de acordo com Doorenbos & Kassan (1994) é o que mais se adequa a expressão do potencial genético de um ideotipo, pois considera variáveis climáticas e morfológicas e outros modelos apresentaram valores inferiores, pois são simplificados e usam parâmetros de menor aproximação, sendo, portanto, menos precisos.

Quanto a produtividade, esta foi superior a $500\ t\ ha^{-1}$, em Itaquí, Quaraí, São Borja, Uruguaiana e Júlio de Castilhos. Isto pode estar relacionado a altitudes similares que promovem microclima favorável, com altas temperaturas diurnas e baixas temperaturas noturnas contribuindo com o acúmulo de fotoassimilados e menor respiração, acarretando em superávit no balanço energético.

No ambiente Santa Maria, Aude et al. (1992) e Morais (2012), avaliando oito genótipos de cana-de-açúcar em duas épocas de plantio, constataram diferença para fitomassa total e do colmo e produtividades médias de $82,5\ t\ ha^{-1}$ em cana planta.

Tabela 1 – Produtividade estimada para a cultura da cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$) em ciclo precoce e tardio, pelos modelos Loomis & Williams (1963), Sinclair (1993), Doorenbos e Kassan (1994) e produtividade experimental e média.

MUNICÍPIO	Produtividade ($t\ ha^{-1}$)								³ Média (1994-2013)
	Loomis & Williams (1963)		Sinclair (1993)		Doorenbos & Kassan (1994)		² Dados Experimentais		
	¹ PRE	¹ TAR	PRE	TAR	PRE	TAR	PRE	TAR	
Cachoeirinha	125,9	140,7	176,0	176,0	462,2	425,4	175	175	36,0
Caxias do Sul	119,3	135,9	123,1	123,12	423,0	395,0	250	250	35,5
Cruz Alta	126,7	144,3	130,7	130,75	467,5	432,8	⁴ -	-	27,3
Encruzilhada do Sul	125,2	141,6	143,1	143,13	478,8	441,3	-	-	30,0
Erechim	125,1	143,1	144,7	144,66	463,8	430,6	-	-	34,7
Farroupilha	118,8	135,1	136,6	136,61	403,3	373,8	-	-	36,7
Itaqui	130,6	148,1	149,7	149,70	525,2	487,6	-	-	21,0
Júlio de Castilhos	130,8	119,8	149,8	149,79	515,3	474,2	-	-	24,9
Quaraí	130,3	118,5	148,3	148,26	519,0	474,5	-	-	22,0
Rio Grande	121,6	110,1	137,7	137,67	444,5	403,5	214	223	9,8
Santa Maria	122,2	111,7	139,7	139,67	448,6	412,9	180	180	36,6
Santa Rosa	123,6	113,3	141,7	141,66	467,1	434,6	208	221	24,6
São Borja	133,0	121,9	152,5	152,48	547,9	507,5	240	240	23,0
São Gabriel	127,3	116,0	145,1	145,05	494,6	453,7	-	-	20,0
Soledade	123,5	114,0	142,6	142,61	446,6	415,8	-	-	15,0
Uruguaiana	129,7	118,4	148,0	148,02	516,9	475,6	-	-	25,0
Veranópolis	123,2	113,6	142,0	142,04	442,6	411,6	-	-	18,1
Média	125,7	126,2	144,2	144,2	474,5	438,3	211,2	222,0	26,6

¹Ciclo precoce-PRE (273 dias) e médio-tardio-TAR (334 dias); ²Rendimento potencial de experimentos da Embrapa Clima Temperado; ³Dados FEE (FEE, 2015); ⁴Locais sem experimentos (Pelotas, RS, 2016).

Comparando os município de Cruz Alta e Júlio de Castilhos que estão em condições edafoclimáticas e altitudes similares, o mesmo não ocorre, havendo uma diferença de até 100 $t\ ha^{-1}$. Relações semelhantes foram descritas por Scardua e Rosenfeld (1987), que afirma que para cada tipo de planta e solo existe produção máxima teórica e este máximo somente será obtido sob condições ideais de clima e solo.

Antunes et al. (2014) avaliando 26 genótipos de cana-açúcar em três ambientes, verificaram que a produtividade dos genótipos precoce foram significativamente superior à testemunha RB855156, no ambiente Santa Rosa, sendo que este foi significativamente superior aos demais, o que reflete a grande variabilidade ambiental destas regiões produtoras.

4 Conclusões

Os ambientes apresentam variação de rendimento potencial de acordo com os modelos, sendo que o Modelo de Doorenbos & Kassam apresenta as maiores estimativas, para ciclo precoce e ciclo tardio.

O ambiente São Borja apresenta maiores valores para Doorenbos & Kassam e Loomis & Williams e Cachoeirinha os maiores valores para Sinclair, nos dois ciclos de cultivo.

Referências

- ALMEIDA, A. C. DOS S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1441-1448, 2008.
- ANTUNES, W. R., SCHÖFFEL, E. R., SILVA, S. D. D. A., EICHOLZ, E., & HÄRTER, A. Adaptability and phenotypic stability of sugarcane clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 2, p. 142-148, 2016.
- AUDE, M. I. S.; MARCHEZAN, E.; PIGNATARO, I. A. B.; PASQUALETTO, A. Época de plantio e seus efeitos na produtividade e teor de sólidos solúveis no caldo da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 131-137, 1992.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, Madison, v. 3, n. 1, p. 67-72, Jan/Feb. 1963.
- MANZATTO, C. V.; BACA, J. F. M.; PEREIRA, S. E. M. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: abordagem metodológica para integração temática de grandes áreas territoriais. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486p. p.193 - 214.
- MORAIS, K.P. **Desempenho Agrônômico de cana-de-açúcar em Jaguari-RS**. (Mestrado em Agronomia). 67 f. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2012.
- SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.373-431.
- SILVEIRA, L.C.I. da; KIST, V.; PAULA, T.O.M. de; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, R.A. de; DAROS, E. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v.42, p.587-593, 2012.
- SINCLAIR, T. R. **Crop yield potential and fairy tales**. In: BUXTON, D. R. et al. (Ed). International Crop Science I. Crop Science Society of America, 1993. Cap.52, p.707-711.