

UM MODELO PARA SE DETERMINAR A PRODUTIVIDADE DA
CULTURA DA SOJA

Luíz Cláudio Costa

Prof. Assistente - Universidade Fed. de
Viçosa - Departamento de Eng. Agrícola.
36.570 - VIÇOSA - MG.

Marcos Heil Costa

Pós-Graduando em Meteorologia Agrícola
Univ. Federal de Viçosa - Deptº de Enge
nharia Agrícola.
36.570 - VIÇOSA - MG.

RESUMO

Dados climáticos diários durante a estação de crescimento da variedade Santa Rosa, para quatro diferentes plantios, no ano agrícola 77/78, foram utilizados com o objetivo de se obter uma estimativa da produtividade da cultura da soja. A metodologia utilizada neste trabalho parte do princípio que a produtividade potencial de uma cultura, na ausência de outras limitações, é função da quantidade de energia solar interceptada pela sua cobertura e da eficiência com que esta energia é utilizada no processo fotossintético. Uma vez determinada a produtividade potencial, considera-se as condições térmicas e hídricas do ambiente, no sentido de se estimar a produtividade real. Utilizando uma série de relações empíricas, no sentido de descrever quantitativamente, a resposta fisiológica da cultura, no que tange ao acúmulo de matéria seca às condições do ambiente, a metodologia proposta mostrou-se capaz de estimar a produtividade da soja.

INTRODUÇÃO

A soja representa hoje para o Brasil uma importante fonte de divisas, contribuindo com uma parcela significativa das exportações brasileiras, o que justifica a busca de novas pesquisas no sentido de otimizar o seu cultivo. As pesquisas que visam quantificar a resposta da cultura as condições ambientais aparecem como parte importante nesse universo, uma vez que contribuem sensivelmente para desenvolvimento de estudos no campo de melhoramento genético bem como para decisões operacionais e estratégicas a nível de país e do agricultor.

Embora, no Brasil, a cultura da soja seja bastante recente como exploração econômica, a sua divulgação é relativamente antiga, sendo que em Minas Gerais, em 1934, efetuaram-se estudos sobre a possibilidade de exploração da leguminosa no Estado (7).

Apesar de não se aterem aos aspectos quantitativos, os estudos sobre a interação clima-soja vem sendo desenvolvidos a bastante tempo. PARKER e BORTHWICK (14), BROWN (5) GRISSON et alii (9), entre outros, na década de 50, efetuaram estudos sobre estas relações.

No Brasil, as tentativas de se encontrarem modelos que determinassem quantitativamente a influência do clima na produtividade da soja, se ativeram praticamente a estudos estatísticos: ARRUDA et alii (2), LIU e LIU (10), COSTA et alii (6).

Este trabalho objetiva apresentar uma estimativa da produtividade da cultura da soja, levando em consideração uma simulação matemático-fisiológico da cultura, sem no entanto se propor a detalhar os aspectos fisiológicos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Goodall(8), propõe que o estabelecimento de relações teóricas ou empíricas que visem explicar um sistema completo, deve ser desenvolvido por etapas. VAN KEULEN (19), alerta para o fato que não se deve tentar desenvolver um modelo a níveis de precisão maiores do que permite a base de conhecimentos sobre o assunto, pois tal tentativa leva a introdução de erros involuntários. Segundo SANTIBÁÑEZ (16), não existe sentido em se tentar explicar em toda sua profundidade, através de um modelo, o processo de acumulação de matéria seca de uma cobertura vegetal, devido a duas

razões fundamentais: a) o conhecimento científico atual é insuficiente para explicar o processo em toda sua complexidade, e b) um modelo com tais características seria incompreensível e imanejável.

Segundo MONTEITH (12), em todo espectro da radiação, as mais eficientes são aquelas de comprimento de onda entre 400 e 700 μm , que participam com 50% da radiação solar incidente. Vários fatores influenciam qualitativamente e quantitativamente a radiação solar global absorvida por uma cobertura vegetal: altura do sol, arquitetura foliar, características óticas das folhas, composição espectral etc. As folhas eretas permitem uma maior penetração de luz solar no dossel vegetativo. Isto é extremamente importante no caso da soja, que é uma planta planófila, e que se satura de luz solar para um índice de área foliar maior que 4 (4).

Na parte inferior da cobertura, para a cultura da soja, o perfil da radiação líquida não segue a lei de Beer e independe do espaçamento (11). Na faixa de 400 a 700 μm , o coeficiente de extinção K , sofre uma queda acentuada da parte superior ao quarto inferior da cobertura.

As exigências bioclimáticas mais importantes na estação de crescimento da soja são a temperatura do ar, a disponibilidade de água no solo e o fotoperíodo (14, 15, 17, 18).

Brown (5), analisando a influência da temperatura no desenvolvimento da soja encontrou os valores de 10^o e 30^oC como valores mínimo e ótimo respectivamente.

GRISSON et alii (9) observaram que as necessidades de água da cultura são menores durante o período vegetativo do que durante os períodos de florescimento e frutificação.

A exigência da soja no que se refere ao comprimento do dia para o seu desenvolvimento, é particularmente importante para determinar a data em que a soja poderá florescer e madurar quando plantadas em diferentes latitudes e diferentes épocas (17, 18).

METODOLOGIA

Os dados climáticos utilizados neste trabalho foram obtidos na Estação climatológica de Viçosa-MG, durante as estações de crescimento da variedade de soja Santa Rosa, para quatro diferentes plantios.

A radiação solar global (Q_g) disponível durante a estação

de crescimento da cultura foi feito utilizando a equação de Ångström:

$$Q_g = Q_0 (a + b n/N) \quad (\text{eq. 1})$$

onde:

Q_0 = Cte solar

a, b = constantes

n = horas efetivas de brilho solar

N = horas máxima de brilho solar.

Como valores de a e b utilizou-se os valores encontrados por Alves et alii (1) para Viçosa.

Uma vez determinada a radiação solar global durante a estação de crescimento (Q_{gt}), calculou-se a porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (QFA), que segundo YAO (20), que determinou este valor para a variedade Santa Rosa é de 0,46% da radiação solar global. Então:

$$QFA = 0,461 * Q_{gT} \quad (\text{eq. 2})$$

A proporção da QFA que é absorvida (QFAA), depende da transmissividade (τ) e da refletividade (α) da cobertura vegetal:

$$QFAA = QFA (1 - \alpha) (1 - \tau) \quad (\text{eq. 3})$$

para a variedade Santa Rosa, YAO (20) obteve os seguintes valores; $\alpha = 0,202$ e $\tau = 0,078$.

A parte da radiação fotossinteticamente ativa absorvida (QFAA) pela cultura que será utilizada para a fotossíntese depende da eficiência fotossintética (ϵ) da soja.

Segundo Norero (13), a eficiência fotossintética é uma função inversa da intensidade luminosa.

$$\epsilon = 0,2 / (1 + 0,027 \times ILM), \quad (\text{eq. 4})$$

onde:

ILM = intensidade luminosa média na cobertura vegetal

Desta forma, a radiação potencialmente fotossintética (QPF) é

$$QPF = QFAA \times \epsilon \quad (\text{eq. 5})$$

Para se determinar o quanto de matéria seca (MSA) produzirá a QPF, utiliza-se a relação proposta por SANTIBÁÑEZ (16).

$$\frac{QPF}{MSA} = \alpha \quad (\text{eq. 6})$$

onde $\alpha = 4000 \text{ cal/g}$

Uma vez determinada a MSA, torna-se necessário considerar que a cultura tem que crescer, que produzir, e possui matérias secas primárias, açúcares e carbonos. No caso específico da soja ela tem que transformar açúcares em proteínas e lipídeos. Logo, uma parte da MSA será utilizada para estes processos. Existe então, uma relação entre a MSA e a matéria seca final (MSF):

$$\frac{MSF}{MSA} = \gamma \quad (\text{eq. 7})$$

no caso da soja, $\gamma = 0,65$ (16)

então $MSF = MSA * \gamma$ (eq. 8)

O valor de MSF nada mais é do que a produtividade potencial (γ_p)

Com o objetivo de se determinar a produtividade estimada (γE) introduziu-se a correção hídrica (FH) e a correção térmica (FT)

então:

$$\gamma E = \gamma_p \cdot FH \cdot FT, \text{ onde} \quad (\text{eq. 9})$$

FH é uma correção que baseia-se no fator de resposta da produtividade ($K\gamma$) em relação ao déficit de água,

$$\left(1 - \frac{\gamma E}{\gamma P} \right) = KY \left(1 - \frac{ETa}{ETm} \right) \quad (\text{eq. 10})$$

onde:

ETa é a evapotranspiração atual e ETm é a evapotranspiração máxima. Os valores de ETa e ETm foram obtidos através do desenvolvimento do balanço hídrico versátil diário, proposto por BAYER e SHARP (3).

FT é a correção térmica, que parte do princípio que o crescimento real é resultante de um sistema complexo de reações metabólicas, envolvidas na biosíntese dos elementos estruturais e protoplasmáticos (16).

$$F = \exp (-x)$$

sendo:

$$X = a^{t\bar{x}} \left((t_0 - t\bar{x}) / t\bar{x} \right)^2$$

a = constante 0,98

t₀ = temperatura ótima

t_{x̄} = temperatura média

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A produtividade potencial (γ_P) estimada para os quatro diferentes plantios da variedade Santa Rosa, esta apresentada no Quadro 1. O Quadro 2 apresenta os valores de FH e FP para cada plantio.

Quadro 1 - Épocas de plantio e colheita da variedade de soja Santa Rosa e produtividade potencial estimada (γ_P)

PLANTIO	COLHEITA	γ_P (Kg/ha)
10/11/77	20/03/78	4.134
02/12/77	03/05/78	4.668
12/12/77	14/04/78	4.393
29/12/77	12/05/78	4.939

Quadro 2 - Valores das correções hídricas FH e Térmicas FT para cada época de plantio

PLANTIO	FH	FT
10/11/77	0,780	0,901
02/12/77	0,780	0,891
12/12/77	0,794	0,902
29/12/77	0,817	0,882

O Quadro 3 apresenta para cada época de plantio a produtividade real (γ_r), a produtividade estimada (γ_E), e o percentual de acerto (c).

Quadro 3 - Produtividade real (γ_r), produtividade estimada (γ_E) e o percentual de acerto (C)

PLANTIO	γ_r (Kg/ha)	γ_E (Kg/ha)	C%
10/11	2.650	2.905	91%
02/12	2.568	3.244	79%
12/12	2.581	3.146	82%
29/12	2.527	3.559	71%

Os resultados apresentados indicam, que apesar de algumas limitações inerentes a um processo de modelagem, o método proposto apresenta resultados satisfatórios na tentativa de estimar a produtividade da cultura da soja.

As diferenças observadas no índice de acerto (C), apresentada no Quadro 3, devem-se principalmente a inexistência de informações específicas sobre as condições de campo em que foram conduzidos os cultivos, bem como a não consideração pelo modelo de outras variáveis, tais como: alimentação mineral, fenologia, pragas ... etc, que podem ter tido ações diferenciadas em cada um dos plantios.

Apesar da utilização de várias relações empíricas e da não incorporação na metodologia proposta de algumas variáveis como as citadas anteriormente, o índice satisfatório de acertos obtidos nessa primeira aproximação, estimula a busca de modelos mais completos.

A metodologia proposta apresenta como grande vantagem a não utilização de relações complexas em sua execução, o que possibilita o seu uso a nível operacional. A validação do modelo para outras regiões, deve ser feita com a utilização de novas variedades e em outras condições agroclimáticas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) - ALVES, A.R. et alii. Estimativa da radiação solar global diária, a partir de dados de insolação, para Viçosa, Minas Gerais. Experientiae. 27(10):211-222, 1981.
- (2) - ARRUDA, F.G.; MASCARENHAS, H.A.A.; VIEIRA, S.R. Análise do efeito hídrico na produção de soja. Campinas, Instituto Agrônomo, 1976. 24 p (Boletim técnico, 38).
- (3) - BAIER, W. & SHARP, R. The versatile soil moisture budges (based on a revision of Tech. Bull. 78) [s.l.]. Agrometeorology section, LRRR Research Branch, Agriculture Canada, 1978. 55 p (Tech. Bulletin, 87).
- (4) - BLAD, B.L. e D.G. BAKER. Orientation and distribution of leaves within soybeans canopies. Agron. I. 64:26-29, 1972a.
- (5) - BROWN, D.M. Soybean. Ecology I. Development temperature relations hips from contralled environment studies. Agron. I., Madison, 52(9): 492-6, 1960.
- (6) - COSTA, L.C.; COSTA, J.M.N.; SEDIYAMA, T.; ASPIAZÚ, C. Modelo Agrometeorológico de Previsão de Produtividade da Soja para as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, M.G. In: V Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro. Anais... 1988. P.I. 20-26.
- (7) - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4 (43), 1978. 84 p.
- (8) - GOODALL, D.W. The hierarchical approach to model building. Procedings of the First International Congress of Ecology. The Hague. Pudoc, Wageningem. IV. 1974.
- (9) - GRYSSON, P.; RANEY, W.A.; HOGG, P. Crop response to irrigation in the yazoo. Mississip Delta, Agric. Exp. Sta., 1955. 2lp. (Bulletin, 531.)
- (10) - LIU, W.T.H & RIU, B.W.X. Modelo de previsão de produtividade de de soja no Estado de Minas Gerais. In: IV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais...1986. p. 48-59.
- (11) - MONSI, M. & T.SAEKI. Uber den lichffactor in den pflangengesellschafter und seine bedeutung für die stoffproduction. Jap. I. Bot. 14:22-52.
- (12) - MONTEITH, J.L. Light distribution and photosy nthesis in fiedl crop. Ann Bot. 29 (113):17-37, 1965.
- (13) - NORERO, A. El clima y la producción de los cultivos. Apuntes del curso dictado em la platina (INIA). 30p. 1978.
- (14) - PARKER, N.W. & BORTHWICK, H.A. Influence of lighth on plant growth. In: Rev. Pl. Physical, Califórnia, 1:43-58, 1950.

- (15) - ROBERTSON, G.W. Guidelines on crop-weather models. Geneva, World Meteorological Organization, 1983. 115p. Word climate application program, 50).
- (16) - SANTIBÁÑES, F. Bases físicas y biológicas para la elaboración de modelos de productividad de cultivos: Caso de una pradera. Universidad de Chile, 35 p, 1987.
- (17) - SEDIYAMA, T. et alii. Cultura da Soja. 1ª parte. Viçosa, UFV, Imprensa Univ., 1985. 96p. (Boletim técnico, 211).
- (18) - SEDIYAMA, T. et alii. Cultura da Soja. 2ª parte. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1985 b. 75p. (Boletim técnico, 212).
- (19) - VAN KEULEN, H. Simulation use and herbage growth in and regions. Wageningen Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 176 p, 1975.
- (20) - YAO, P. Evolução do sistema foliar e resposta à radiação solar em três variedades de soja (Glycine max (L.) Merrill). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". 1977. 57p. (Tese M.S.).