

ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA POR MEIO DO MODELO SOYGRO PARA LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ

Elcio Silvério Klosowski*

RESUMO. Um modelo de simulação do crescimento e do desenvolvimento denominado SOYGRO foi calibrado para estimar os estádios de desenvolvimento e a produtividade para cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] plantadas em Londrina, norte do Estado do Paraná. Para que o modelo elabore estimativas satisfatórias, é requerido um conjunto mínimo de dados de entrada que são: dados meteorológicos diários; parâmetros característicos das propriedades do solo, conteúdo de água no solo e características do manejo da cultura. Um conjunto de coeficientes genéticos específicos para cada cultivar e para cada grupo de maturação foi utilizado para calibrar o modelo, procurando aproximar os valores estimados dos estádios de crescimento e da produtividade do valor observado no campo. O desempenho do modelo foi adequado para estimar a produtividade média das cultivares BR-16, Bossier e Paraná. O modelo também é capaz de calcular o balanço hídrico.

Palavras-chave: coeficientes genéticos, modelo, produtividade, simulação, soja.

SOYGRO MODEL TO ESTIMATE SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE AGRICULTURAL AREA OF LONDRINA, STATE OF PARANÁ

ABSTRACT. A growth and development simulation model denominated SOYGRO was carried out to estimate soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] development and productivity in Londrina, in the north of the State of Paraná, Brazil. In order to simulate the accurate values, the model required a series of daily weather input data, parameters of soil features, water rate and characteristics of the cultivar management in the simulation process. A series of specific genetic coefficients for each cultivar and maturation group was used to

* Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Câmpus Universitário, 87020-900, Maringá - Paraná, Brasil.

Correspondência para Elcio Silvério Klosowski.

Data de recebimento: 25/11/96.

Data de aceite: 06/03/97.

calibrate the model. The calibration consisted of approaching the estimated values of the growth stages and productivity to the values observed on field. The performance of the model was suitable to estimate the average productivity of *BR-16*, *Bossier* and *Paraná* cultivars. The model is also suitable to evaluate the hydric balance.

Key words: genetic coefficients, model, productivity, simulation, soybean.

INTRODUÇÃO

As relações entre elementos climáticos e a produção agrícola são complexas. Os elementos climáticos afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura.

Na tentativa de entender essas interações, têm sido desenvolvidos modelos para caracterizar os efeitos das variações climáticas sobre o desenvolvimento e a produção vegetal. Segundo Ortolani e Camargo (1987), a análise das interações clima-planta, pelo uso de modelos, tem muitas utilizações práticas nas atividades agrícolas e agrometeorológicas. Além de caracterizar a duração do ciclo das culturas, os modelos permitem o planejamento de semeaduras e o monitoramento de épocas de colheita, otimizar o transporte, o armazenamento e a comercialização dos produtos, assim como estimar a safra agrícola e permite a análise de resultados experimentais por pesquisadores, baseando-se nos efeitos de vários elementos meteorológicos.

É de grande importância a estimativa de produtividade de uma cultura, pois permite ao agricultor e aos órgãos oficiais deliberarem sobre aspectos de ordem econômica. Essas decisões podem afetar o equilíbrio entre oferta e demanda do produto no mercado, antecipando previsões de importação e exportação.

Vários pesquisadores têm buscado, na utilização de modelos, a obtenção de previsões precisas das safras agrícolas. Essa busca tem se intensificado nos últimos anos com o progresso da informática, permitindo o uso de algoritmos capazes de simular os processos fisiológicos das plantas, considerando os elementos meteorológicos e as propriedades do solo.

Basicamente, os modelos mais utilizados são os estatísticos e os fisiológicos da planta. Utilizando séries históricas de produtividade e de parâmetros meteorológicos, os modelos estatísticos estimam coeficientes

através de técnicas de regressão e têm como vantagem a praticidade. A desvantagem é que não permitem extrapolações tanto de dados meteorológicos como a sua utilização para outras localidades, ou seja, sua transferibilidade é potencialmente inviável.

Os modelos fisiológicos procuram estabelecer a influência dos elementos meteorológicos nos diversos processos físico-biológicos que ocorrem durante o ciclo de determinada cultura, permitindo o estudo do progresso fenológico e estimativas de produtividade. Este tipo de modelo baseia-se no conhecimento de relações causais, entretanto o conhecimento dessas relações entre eventos meteorológicos e processos físico-biológicos é incompleto devido a limitações de medidas detalhadas quando se considera pequenos experimentos e períodos curtos.

O modelo utilizado neste trabalho é o modelo de simulação fisiológico denominado SOYGRO, versão 5.42, apropriado para a simulação do crescimento, do desenvolvimento e da produtividade da soja [*Glycine max* (L.) Merr.], considerando o balanço de água no solo.

Os principais objetivos deste trabalho são: 1- calibrar o modelo SOYGRO para as cultivares de soja (Bossier, BR-16 e Paraná) plantadas em Londrina, estado do Paraná; 2- verificar a habilidade de simulação do desenvolvimento e de estimativa de produtividade de soja para a região de Londrina.

METODOLOGIA

O modelo SOYGRO v5.42 pode estimar a produção de matéria seca, o índice de área foliar, o desenvolvimento da cultura e a produtividade final da soja em função dos elementos meteorológicos diários e para uma condição específica de solo. O armazenamento de água no solo e sua capacidade de suprir as raízes da planta é simulado com base nos processos de escoamento superficial (*runoff*), percolação e redistribuição de água no perfil. O modelo é sensível às características da cultivar, datas de plantio, espaçamento entre plantas e entre linhas de plantio e opções de manejo de irrigação (Jones, *et al.*, 1989). Uma descrição mais detalhada sobre a metodologia utilizada pelo modelo SOYGRO pode ser encontrada em Jones, *et al.*, 1989 e IBSNAT Project, 1986.

As variáveis de entrada utilizadas para rodar o modelo são: dados meteorológicos diários, dados fenológicos e de produtividade média da

cultura, coeficientes genéticos calibrados e informações sobre as características de solo. O conjunto de elementos meteorológicos diários utilizados são: temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$), temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$), total diário de precipitação pluviométrica (mm), radiação solar global ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{dia}$) (Tabela 1), os quais foram obtidos no IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) sediado em Londrina, estado do Paraná, tendo como coordenadas geográficas: latitude de $23^{\circ}22'\text{S}$, longitude $51^{\circ}10'\text{W}$ e altitude de 585 m. Os dados de produtividade média da cultura de soja foram cedidos pela EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Soja) também sediado em Londrina, cuja localização é latitude de $23^{\circ}12'\text{S}$, longitude $51^{\circ}11'\text{W}$ e altitude de 620 m. O clima característico da região é Cfa, segundo a classificação de Koeppen, sendo um clima subtropical úmido, mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão.

Neste experimento, não foram observadas datas de florescimento e de maturação; para tornar possível o ajuste do modelo para a produtividade média, assumiu-se que a planta de soja atinge o florescimento em média 45 dias após a emergência e que esta foi a 7 dias do plantio. Portanto, a data de florescimento ocorreria a 52 dias após o plantio. Para obter a data de maturação, considerou-se o comprimento do ciclo, período em dias que vai do plantio até a maturação e a colheita. Da data obtida, descontaram-se 14 dias e obteve-se, desta forma, a data provável de maturação fisiológica. As datas de florescimento e de maturação correspondem a dias julianos, contados a partir de 1 $^{\circ}$ de janeiro. A massa média de grãos foi obtida em publicação da OCEPAR, 1989. Os dados observados de produtividade média, utilizados na simulação, referem-se às safras de 1988/89, 1989/90 e 1990/91.

As cultivares de soja utilizadas na simulação foram: Bossier, BR-16 e Paraná. Para todas as cultivares as características do plantio foram: profundidade de plantio de 4 cm e população de 40 plantas por metro quadrado. Os dados observados foram: datas de semeadura e produtividade média.

Nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, encontram-se as características dos experimentos.

Tabela 1. Normais climatológicas para Londrina-PR., no período 1976 a 1993.

Mês	Temperatura (° C)		Total de Chuva (mm)	Total Radiação Solar (MJ/m ²)
	Média Máximas	Média Mínimas		
Janeiro	29.5	19.3	187.4	581.04
Fevereiro	29.6	19.3	163.3	526.19
Março	29.3	18.5	152.2	512.84
Abril	27.5	16.4	127.5	437.61
Mai	24.4	13.7	123.6	363.26
Junho	22.8	11.6	93.1	309.62
Julho	23.2	11.4	60.4	379.72
Agosto	25.1	12.6	54.9	424.13
Setembro	25.7	14.1	123.7	463.69
Outubro	28.5	16.4	126.5	607.91
Novembro	29.3	17.8	173.9	630.05
Dezembro	29.0	18.8	227.9	609.33

Tabela 2. Características das cultivares: ciclo fenológico, massa média de grãos, grupo de maturação e ciclo.

Cultivar	Ciclo fenológico (dias)	Massa média de grãos (g)	Grupo de maturação	Ciclo
Bossier	130	0.155	VI	Médio
Br-16	123	0.167	V	Semi-precoce
Paraná	110	0.150	V	Precoce

Fonte: Ocepar, 1989.

Tabela 3. Datas de semeadura, florescimento e maturação e produtividade média para a safra agrícola de 1988/1989.

Cultivar	Data de plantio	Data prevista florescimento	Data prevista maturação	Produtividade média (kg/ha)
Bossier	14 novembro	05	68	3.460
	02 dezembro	23	86	3.140
BR- 16	14 novembro	05	61	3.410
	02 dezembro	23	79	3.529
Paraná	14 novembro	05	48	2.986
	02 dezembro	23	66	2.953

Tabela 4. Datas de semeadura, florescimento e maturação e produtividade média para a safra agrícola de 1989/1990.

Cultivar	Data de plantio	Data prevista florescimento	Data prevista maturação	Produtividade média (kg/ha)
Bossier	14 novembro	05	68	2.405
	11 dezembro	32	95	1.267
BR- 16	14 novembro	05	61	3.021
	11 dezembro	32	88	1.515
Paraná	14 novembro	05	48	2.481
	11 dezembro	32	75	1.341

Tabela 5. Datas de semeadura, florescimento e maturação e produtividade média para a safra agrícola de 1990/1991.

Cultivar	Data de plantio	Data prevista florescimento	Data prevista maturação	Produtividade média (kg/ha)
Bossier	07 novembro	363	61	3.779
	30 novembro	21	84	3.347
BR- 16	08 novembro	363	54	4.282
	-	-	-	-
Paraná	07 novembro	363	41	3.179
	30 novembro	21	64	3.058

O experimento foi conduzido em um Latossolo Roxo Eutrófico. Considera-se, neste trabalho, uma camada de solo de 30cm, sendo subdividida em 6 subcamadas com profundidades de 5cm, respectivamente. As Tabelas 6 e 7 apresentam os parâmetros e as características do solo.

Tabela 6. Parâmetros utilizados para definir as características físicas do solo utilizado na simulação.

Parâmetros de solo	Valor
Albedo da superfície do solo	0.12
Limite superior do estágio 1 de evaporação do solo (mm)	5.00
Constante de drenagem (cm/dia)	0.30
Número da curva de escoamento	80.00
Profundidade do solo (cm)	30.00

Fonte: Embrapa - CNPSo, Londrina - PR.

Tabela 7. Características físico-hídricas do solo onde foi conduzido o experimento.

Características	Subcamada (cm)					
	00-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Fator peso de distribuição de raízes	1.00	0.80	0.60	0.40	0.40	0.10
Densidade aparente (g/cm ³)	1.23	1.23	1.23	1.28	1.28	1.28
Ponto de murcha permanente (cm ³ /cm ³)	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Capacidade de campo (cm ³ /cm ³)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Conteúdo saturado de água no solo (cm ³ /cm ³)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Condição inicial de água no solo (cm ³ /cm ³)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Fonte: Embrapa - CNPSo, Londrina - PR.

O conjunto de coeficientes genéticos é usado para simular a resposta de diferentes cultivares às condições meteorológicas e de manejo da cultura e são classificados como: coeficientes do crescimento

reprodutivo, coeficientes que atuam no crescimento vegetativo e coeficientes do desenvolvimento reprodutivo.

- a) Coeficientes do crescimento reprodutivo: - Coeficiente do comprimento crítico do período escuro (VARNO), corresponde ao menor comprimento do período escuro no qual o tempo necessário para indução floral é mínimo; - Coeficiente do incremento relativo na duração da fase de indução floral (VARTH), corresponde aos dias com temperatura ótima do final da fase juvenil ao período de indução floral, sob condições de dias longos dividido pela duração do mesmo período sob dias curtos; - Coeficiente da duração da fase indutiva (VARTHR(4)), duração da fase indutiva ao florescimento, sob condições de temperatura ótima, corresponde ao período de expansão total da primeira folha verdadeira até a indução das plantas ao florescimento; - Coeficiente de duração do florescimento (VARTHR(6)), duração do período de aparecimento da primeira flor até o início do crescimento de vagens; - Coeficiente de duração de expansão foliar (VARTHR(8)), duração do período de aparecimento da primeira flor até o final da fase de expansão da última folha; - Coeficiente de duração do período reprodutivo (VARTHR(10)), duração do período compreendido entre o aparecimento da primeira flor até a maturação fisiológica, sob temperatura ótima.
- b) Coeficientes do crescimento vegetativo: - Coeficiente do número de folhas trifoliadas (TRIFOL), número de folhas trifoliadas produzidas por dia em condições de temperatura ótima; - Coeficiente de área foliar (SIZELF), corresponde à área foliar normal produzida entre os nós 8 e 10.
- c) Coeficientes do desenvolvimento reprodutivo: - Coeficiente do número de vagens (PODVAR), número de vagens produzidas por dia com plantas crescendo sob dias curtos e temperaturas ótimas; - Coeficiente do número de flores (FLVAR), número de flores produzidas por dia em plantas crescendo sob dias curtos e temperaturas ótimas; - Coeficiente de acumulação de matéria seca (SHVAR), razão de produção de matéria seca nas vagens, sob condições de temperatura ótima, do estágio onde se encontram com metade do tamanho máximo até atingirem a maior expansão, mas antes que se inicie o crescimento das

sementes; - Coeficiente do número de sementes (SDPDVR), número médio de sementes por vagem; - Coeficiente da razão do enchimento de vagens e sementes (SDVAR), razão do enchimento de vagens e/ou sementes sob condições de temperatura ótima.

A calibração do modelo SOYGRO para um determinado local e para a cultivar é efetuada a partir de ajustes nos coeficientes genéticos. A seqüência de procedimentos para obter a calibração é: 1- Selecionar inicialmente os coeficientes genéticos para um determinado genótipo a partir de outros que estejam no mesmo grupo de maturação ou que apresentem crescimento em área de adaptação similar; 2- Rodar o modelo para o local ou tratamento; 3- Comparar os valores estimados e observados de cada tratamento e verificar seu ajuste. Se o ajuste não for adequado, deve-se ajustar, inicialmente, a data prevista de florescimento e, em seguida, a data prevista de maturação e, finalmente, o ajuste dos componentes do rendimento (sementes por vagem, vagens por m², flores por m², massa de vagens e sementes). Isto pode ser feito aumentando ou diminuindo o valor de determinado coeficiente por processo de tentativa e erro (Jones, *et al.*, 1989) até que se obtenha resultados de boa qualidade. O conjunto de coeficientes genéticos obtido é utilizado para simular o crescimento e o desenvolvimento e estimar a produtividade da soja nos anos subseqüentes, no local em questão.

O modelo é capaz de gerar três arquivos de saída, o primeiro apresenta o resumo dos parâmetros de entrada e daqueles calculados pelo modelo; o segundo arquivo, as variáveis da cultura versus tempo e o terceiro, o balanço hídrico do solo. As datas em que são alcançados os diversos estádios fenológicos da cultura, durante o ciclo de crescimento, são listadas no primeiro arquivo de saída que mostra, ainda, o acúmulo de biomassa, a variação do índice de área foliar e os componentes do balanço de água como a evapotranspiração e a precipitação. Ainda neste arquivo, são listadas as datas de florescimento e a maturação fisiológica, a produtividade de grãos, a massa de grãos, o número de sementes por metro quadrado e por vagem, o índice de área foliar máximo, a biomassa total e a massa das hastes. As datas de aplicação de irrigação e as respectivas quantidades aplicadas. O segundo arquivo de saída lista a variação do índice de área foliar, número de vagens, massa de vagens, sementes e folhas, volume de raízes e estresse hídrico versus tempo dentro do ciclo de crescimento. No terceiro arquivo de saída são listados

os componentes do balanço hídrico, tais como, a evapotranspiração e a precipitação, bem como dados meteorológicos e conteúdo volumétrico de água no solo em função do tempo (anexo1).

RESULTADOS

Aplicação do modelo SOYGRO para simulação do crescimento e a produtividade de soja

Nem os valores de datas de florescimento e de maturação e nem de massa média de grãos foram observados no experimento, razão pela qual não foram comparados aos valores estimados para fins de calibração. Todavia, observou-se que modificações nas variáveis que controlam estas datas e a massa média de grãos modifica-se substancialmente a produtividade. Optou-se por valores de coeficientes genéticos que promovam melhor ajuste em produtividade.

O conjunto de coeficientes genéticos, selecionados para cada cultivar, pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8. Coeficientes genéticos utilizados no modelo SOYGRO, calibrados para as cultivares plantadas em Londrina-PR.

Coeficiente	Cultivar		
	Bossier	BR- 16	Paraná
VARNO	12.65	12.50	12.40
VARTH	14.00	23.00	18.40
VARTHR(4)	21.00	19.88	18.88
VARTHR(10)	47.63	47.50	46.90
SHVAR	15.95	16.50	11.50
SDVAR	9.95	9.00	8.50
SDPDVR	3.00	2.60	2.20
PODVAR	185.00	160.00	138.00
TRIFOL	0.36	0.42	0.32
SIZELF	175.00	150.00	170.00

Nas Tabelas 9, 10 e 11, apresentamos os resultados obtidos de produtividade média observada (OBS), a produtividade média estimada (EST) e a diferença (Δ), onde $\Delta = [(OBS-EST)/ OBS] \times 100$ para as safras 1988/1989, 1989/1990 e 1990/1991.

Tabela 9. Resultados obtidos para a safra agrícola 1988/1989 em Londrina-PR., utilizando coeficientes genéticos calibrados.

Cultivar	Plantio	Produtividade média (kg/ha)		
		OBS	EST	Δ
Bossier	14 novembro	3.460	3.077	+11%
	02 dezembro	3.140	3.214	-02%
BR-16	14 novembro	3.410	3.433	-01%
	02 dezembro	3.529	3.649	-03%
Paraná	14 novembro	2.986	2.859	+04%
	02 dezembro	2.953	2.570	+13%

Tabela 10. Resultados obtidos para a safra agrícola 1989/1990 em Londrina-PR., utilizando coeficientes genéticos calibrados.

Cultivar	Plantio	Produtividade média (kg/ha)		
		OBS	EST	Δ
Bossier	14 novembro	2.405	2.893	-20%
	11 dezembro	1.267	1.241	+02%
BR-16	14 novembro	3.021	3.354	-11%
	11 dezembro	1.515	1.485	+02%
Paraná	14 novembro	2.481	2.856	-15%
	11 dezembro	1.341	1.211	+10%

Tabela 11. Resultados obtidos para a safra agrícola 1990/1991 em Londrina-PR., utilizando coeficientes genéticos calibrados.

Cultivar	Plantio	Produtividade média (kg/ha)		
		OBS	EST	Δ
Bossier	07 novembro	3.779	3.452	+09%
	30 novembro	3.347	3.620	-08%
BR-16	08 novembro	4.282	3.479	+19%
Paraná	07 novembro	3.179	3.496	-10%
	30 novembro	3.058	3.483	-14%

DISCUSSÃO

Não foram apresentados os resultados obtidos na simulação de datas de florescimento e de maturação comparados aos valores observados, pois no experimento estas informações não foram coletadas. Com relação

à produtividade média, as diferenças entre valores estimados pelo modelo (EST) e aqueles observados a campo (OBS) variaram de -20 a +19%.

Em geral, as estimativas de produtividade geradas pelo modelo mantiveram-se bastante próximas aos valores observados a campo. Na safra agrícola 1988/1989, os melhores resultados foram obtidos para a cultivar BR-16, onde as diferenças foram de -1% para plantio em 14 de novembro e de -3% para plantio em 02 de dezembro. Para as demais cultivares, os resultados de simulação foram considerados bons.

Observa-se, para as safras agrícola de 89/90 e 90/91, que as diferenças entre os valores estimados e observados foram, em geral, iguais ou maiores que aquelas diferenças obtidas para a safra 1988-1989.

Na safra agrícola 1989-1990, os melhores resultados foram obtidos para a cultivar BR-16, com diferenças de -11 e +2%. As diferenças entre valores estimados e observados sempre foram maiores para plantio em 14 de novembro do que para plantio em 11 de dezembro. Para todas as cultivares, o modelo superestimou a produtividade para semeadura em 14 de novembro e subestimou para semeadura em 11 de dezembro.

Pode-se observar, ainda, que os valores de produtividade média observada para esta safra, para todas as cultivares, foram menores que para as safras agrícolas de 1988-1989 e de 1990-1991. Observando o balanço hídrico gerado pelo modelo, detectam-se deficiências hídricas que parecem ter coincidido com a fase de formação de vagens ou enchimento de grãos. Nota-se, também, que as respostas obtidas pelo modelo mostraram uma ligeira diminuição na produtividade estimada para semeadura em 14 de novembro e uma diminuição acentuada de produtividade estimada para semeadura em 11 de dezembro. Isto parece identificar a sensibilidade do modelo às condições hídricas do solo.

A Tabela 11 mostra as respostas em produtividade média para a safra 1990/1991. As diferenças entre os valores estimados e os observados variaram de -14 a +19%, as diferenças mantiveram-se abaixo de 20% ou muito próximas deste. As maiores diferenças foram constatadas nas cultivares BR-16 e Paraná. A cultivar Bossier apresentou as melhores respostas em produtividade média estimada.

Considerando que as características físico-hídricas de solo e que as condições de manejo da cultura foram as mesmas para as três safras e também que os coeficientes genéticos, uma vez ajustados, permanecem inalterados no modelo, os elementos meteorológicos são os únicos que apresentam variação ao longo do período estudado. Para os

anos em que foi testado, espera-se que as diferenças entre valores estimados, tanto acima como abaixo daqueles observados a campo, sejam devidas principalmente ao fotoperíodo, à temperatura e à precipitação pluvial. Então, após a calibração, teríamos uma determinada resposta se as condições fossem favoráveis à cultura. Em outra situação, onde as condições fossem excelentes, o modelo provavelmente apresentaria valores de produtividade média subestimada, já que foi ajustado para uma condição diferente desta ora apresentada. Por outro lado, apresenta uma tendência a superestimar os valores de produtividade média, já que não se considera o aspecto fitossanitário da cultura (perdas causadas por ataques de insetos ou de doenças), bem como o aspecto nutricional da planta.

O modelo ajustado deveria apresentar respostas satisfatórias para as duas datas de plantio. No entanto, ajustando o modelo para determinada cultivar e data de plantio, este não se ajusta para a outra data de plantio. O que se procura obter é um ajuste médio que apresente bons resultados para as duas datas de plantio. Ou seja, que as diferenças entre os valores estimados e observados de produtividade média sejam as menores possíveis para a situação, sendo assim, em alguns casos, as produtividades médias são subestimadas pelo modelo.

Pode-se dizer que, sem as informações das datas de florescimento e de maturação colhidas no experimento de campo, torna-se muito difícil a calibração da produtividade. As diferenças entre as produtividades observadas e estimadas para cada cultivar tornam esta calibração inadequada para tais estimativas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho nos permitem as seguintes conclusões:

1. A adaptação do modelo de estimativas de produtividade SOYGRO v5.42 para determinado local e/ou experimento depende, principalmente, do ajuste adequado das variáveis genéticas que atuam na determinação de datas de florescimento e maturação e de produtividade média de grãos.
2. A maioria dos coeficientes, ajustados para as condições do experimento em questão e empregados para as cultivares

estudadas, manteve-se dentro da amplitude determinada no guia de utilização.

3. Os coeficientes genéticos VARNO, VARTH, VARTH(4) e VARTH(10) controlam, principalmente, datas de florescimento e de maturação. Os componentes da produção são controlados pelos coeficientes SDPDVR, SDVAR, SHVAR e PODVAR. Observou-se, também, que os coeficientes VARNO, VARTH, VARTH(4) e VARTH(10) exercem pequena influência sobre os componentes da produção.
4. A aplicação do modelo para estimar a produtividade da soja mostrou um comportamento consistente com os resultados obtidos experimentalmente para as cultivares estudadas.
5. Considerando-se a safra agrícola 1989-1990, pode-se observar que o modelo apresenta grande sensibilidade aos níveis de umidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INTERNATIONAL BENCHMARK SITES NETWORK FOR AGROTECHNOLOGY TRANSFER PROJECT. Technical Report 5. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT). Documentation for IBSNAT Crop Model Input and Output Files, Version 1.0. Hawaii: University of Hawaii. College of Tropical Agr. and Human Resources, 1986. 53p.
- JONES, J.W., BOOTE, K.J., HOOGENBOOM, G., JAGTAP, S.S., & WILKERSON, G.G. *SOYGRO. Soybean crop growth simulation model: User's Guide*. Gainesville, Agricultural Engineering Department and Agronomy Department, University of Florida, 1989. 75p.
- ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. Programa de pesquisa, Cascavel, Pr. *Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1989/1990*. Cascavel: OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO. 1989. 95p. (OCEPAR, Boletim técnico, 35) (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 38).
- ORTOLANI, A.A. & CAMARGO, M.B.P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O. & YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção Agrícola*. Piracicaba: Ceres, 1987. 249p.

ANEXO 1

Arquivos de saída gerados pelos modelo SOYGRO v. 5.42 para a cultivar BR-16, safra 88/89.

SOYGRO V5.42

INPUT SUMMARY RUN NO. 1 SIMULATION BEGINS: NOV 14

INST_ID: IA SITE_ID: LO EXPT_NO: 04 YEAR: 1988 TRT_NO: 1

EXPERIMENT: BR-16

TREATMENT: PLANTIO NOV/14

WEATHER SET: LONDRINA (23.4S,51.2W), PARANA 1988

VARIETY: BR-16 MATURITY GROUP: 5

IRRIGATION: RAINFED

PLANTING DATE: NOV 14 PLANTS/M2: 40.00 ROW SPACING: .450m PLANT SPACING: .056m

SOIL PROFILE DATA Latossolo Roxo Eutrófico (Londrina)

SOIL ALBEDO: .12 U: 5.0 SWCON: .30 CURVE NO.: 80.0 PHFAC3:1.00

DEPTH-m	L L	DUL	SAT	EXTR	INIT	ROOT	KSAT
.00 - .05	.260	.400	.520	.140	.360	1.000	.000
.05 - .15	.260	.400	.520	.140	.360	0.800	.000
.15 - .30	.260	.400	.520	.140	.360	0.600	.000
.30 - .50	.260	.400	.520	.140	.360	0.400	.000
.50 - .75	.260	.400	.520	.140	.360	0.400	.000
.75 - .105	.260	.400	.520	.140	.360	0.100	.000
SUM (mm)	273.0	420.0	546.0	147.0	378.0		

RUN NO. 1 SIMULATION OUTPUT

DATE	CROP AGE	GROWTH STAGE	BIO-MASS	LAI	V-STAGE	WATER BALANCE COMPONENTS					DROUGHT STRESS	
						ES (mm)	EP (mm)	ET (mm)	RAIN (mm)	IRRIG. (mm)	PHOTO	TURGOR
NOV 14	0	SOW	0.	.00	0.0	1.	0.	1.	0.	0.	.000	.000
NOV 20	6	EMER	25.	.04	0.0	5.	0.	5.	0.	0.	.000	.000
NOV 26	12	UNIFO	38.	.08	1.0	14.	2.	16.	10.	0.	.008	.141
NOV 26	12	E. JUV	38.	.08	1.0	14.	2.	16.	10.	0.	.008	.141
DEC 17	33	FL. IND	498.	.88	6.3	42.	35.	77.	53.	0.	.061	.179
JAN 04	51	FLOWR	1587.	2.49	10.7	68.	70.	139.	172.	0.	.081	.180
JAN 11	58	F. POD	2455.	3.52	12.8	76.	90.	166.	290.	0.	.000	.000
JAN 16	63	END LF	3029.	3.65	14.1	79.	104.	183.	406.	0.	.000	.000
JAN 18	65	F. POD	3381.	3.65	14.7	82.	112.	194.	406.	0.	.000	.000
FEB 08	86	E. POD	6039	2.96	14.7	102.	180.	282.	498.	0.	.000	.000
FEB 22	100	P. MAT	6976.	2.43	14.7	118.	214.	332.	567.	0.	.000	.000
MAR 05	112	H. MAT	5911.	.16	14.7	140.	234.	374.	646.	0.	.000	.000

Produtividade de soja através do modelo soygro**765**

RUN NO. 1

	PREDICT	MEASURED
FLOWERING DATE	4	5
FIRST POD	11	0
FULL POD	16	0
PHYSIOL. MATURITY	53	61
POD YLD (kg/ha)	4295.0	0.0
SEED YLD (kg/ha)	3433.0	3410.0
SHELLING PERCENTAGE	79.92	0.0
WT. PER SEED (g)	0.168	0.167
SEED NUMBER (m ²)	2042.0	0.0
SEEDS POD	2.60	0.0
MAXIMUM LAI	3.65	0.0
BIOMASS (kg/ha) AT R8	5911.0	0.0
STALK (kg/ha) AT R8	1538.0	0.0
HARVEST INDEX	0.581	0.0

SOYBEAN YIELD: 3432.9 KG/HA [51.1 BU/ACRE]