

DETERMINAÇÃO DO PERÍODO CRÍTICO PARA PREVENÇÃO DA INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE SOJA (*Glycine max*): USO DO MODELO "BROKEN-STICK"⁽¹⁾

CLAUDIO A. SPADOTTO⁽²⁾; DANIEL A.S. MARCONDES⁽³⁾; ALFREDO J.B. LUIZ⁽⁴⁾; CARLOS A.R. da SILVA⁽⁵⁾

RESUMO

Visando fornecer subsídios para programas de manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas, foi realizado o presente estudo. Assim, foi conduzido um experimento de campo em Botucatu (São Paulo), com o objetivo de determinar, através do procedimento estatístico de análise de regressão, o período crítico para prevenção da interferência (PCPI) de plantas daninhas de folha larga na produtividade da cultura de soja. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados. A cultura foi mantida na presença das plantas daninhas de folha larga por diferentes períodos. O período crítico determinado foi de 21 a 30 dias após a emergência da cultura, segundo ajuste dos dados de produtividade ao modelo "Broken-Stick". No

(1) Trabalho realizado com suporte financeiro da FAPESP.

(2) Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA/CNPMA, Caixa Postal 69, CEP 13820-000, Jaguariúna/SP.

(3) Eng^o Agr^o, PhD., Prof. Assistente da UNESP/FCA, Botucatu/SP.

(4) Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador/Estatístico da EMBRAPA/CPAC, Brasília/DF.

(5) Eng^o Agr^o, pós-graduando na UNESP/FCA, Botucatu/SP.

entanto. o período crítico determinado apresentou-se de modo que permite o controle através do uso, uma única vez, de método momentâneo, sem efeito residual.

PALAVRAS CHAVE: Modelos de regressão, controle, manejo, ecologia.

ABSTRACT

DETERMINING THE CRITICAL PERIOD OF WEEDS INTERFERENCE ON SOYBEAN
(*Glycine max*) YIELD: USE OF BROKEN-STICK MODEL

This research is to subsidize weed management programs. Thus, field experiment was conducted in Botucatu (São Paulo, Brazil), with the objective of determining the critical period of broadleaf weeds interference on soybean, using statistical procedures of regression analysis. The experiment was delineated as a randomized block design. The crop was kept weedy for different periods. The critical period of weeds interference determined by the "Broken-Stick" model was between 21-30 days from crop emergence. Broadleaf weeds in soybean crops can be controlled with one time use of remedial methods without residual effect.

ADDITIONAL INDEX-WORDS: Regression models, control, management, ecology

INTRODUÇÃO

Os programas de manejo de plantas daninhas são importantes no sentido da racionalização do controle delas em culturas agrícolas. Para a implementação desses programas é imprescindível estudar os períodos de convivência possível entre as plantas daninhas e a planta cultivada.

Segundo Pitelli & Durigan (1984), o período anterior a interferência (PAI) é o período, a partir da emergência da cultura, no qual esta pode conviver com as plantas daninhas, sem que ocorram reduções na sua produtividade; e o período total de prevenção da interferência (PTPI) é o período, a partir da emergência da cultura, que as plantas daninhas devem ser controladas para que a cultura possa manifestar todo seu potencial de produtividade. O intervalo compreendido entre esses dois períodos é o período crítico para prevenção da interferência - PCPI.

Diversos fatores estão envolvidos na interação entre a cultura, a comunidade de plantas daninhas e o ambiente (Bleasdale, 1960; Blanco, 1972; Pitelli, 1985). Nesse processo interativo, os fatores mais facilmente controláveis, na prática, são a época e a extensão do período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas.

Particularmente, quanto à comunidade de plantas daninhas, a sua composição específica assume grande importância. O desenvolvimento e uso de herbicidas com maior especificidade abre a possibilidade de controle das plantas daninhas

subdividindo-as pelo menos, em grupos tais como, gramíneas e de folha larga, condicionando assim, a composição da comunidade vegetal infestante.

Dentro do conceito de manejo das plantas daninhas, o conhecimento do período crítico para prevenção da interferência é fundamental, e diversos trabalhos de pesquisa sobre o tema têm sido realizados: Knake & Slife (1969); Blanco et al. (1973); Barrentine (1974); Oliver et al. (1976); Coble & Ritter (1978); Garcia et al. (1981); Maia et al. (1982); Durigan (1983); Rossi (1985); Harris & Ritter (1987); Velini (1989).

As diferentes metodologias usadas na análise estatística e interpretação dos dados contribuem para a grande variabilidade de informações sobre o assunto. A análise de variância como é feita usualmente pressupõe independência dos diversos tratamentos utilizados. No caso de série quantitativa de tratamentos com vários níveis; ou seja, tratamentos estruturados, a análise da variância deve refletir a dependência entre os tratamentos, e é necessário estudar uma correpondência funcional.

Os testes de comparações múltiplas assumem que os tratamentos não são estruturados. Se os tratamentos de um experimento são estruturados, e são submetidos a testes de comparações múltiplas, informações úteis são ignoradas e conclusões erradas e sem sustentação estatística podem ser extraídas (Cousens, 1988).

Quando os tratamentos quantitativos têm mais de dois níveis é essencial considerar a equação de regressão (Pimentel Gomes, 1987). A escolha de um determinado modelo depende de critérios baseados no conhecimento prévio do fenômeno a ser

estudado, no ajuste obtido, e no objetivo do trabalho de pesquisa.

Em muitos trabalhos os dados têm sido comparados através de testes de médias (na grande maioria, Tukey e Duncan), que não são estatisticamente apropriados ao caso, e aceitam, por vezes grandes perdas na produtividade. O uso de correspondência funcional, através de ajuste em equação de regressão, se bem aplicado, elimina esses problemas.

O modelo de Spillman-Mitscherlich, discutido por Pimentel Gomes (1987), tem sido utilizado na análise de dados em experimentos de adubação e está, segundo base teórica, adequado ao fenômeno biológico no caso de diferentes períodos de controle das plantas daninhas.

Entretanto, especificamente para a determinação dos períodos de convivência possível entre a cultura e as plantas daninhas pode-se recorrer aos modelos de regressão segmentados discutidos por Gallant & Fuller (1973).

O modelo "Broken-Stick" utilizado por Colwell (1983) e Colwell et al. (1988), também com dados de experimentos de adubação, é um tipo especial de modelo segmentado, onde se tem duas retas, sendo que uma delas forma um platô.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar, através do procedimento estatístico de análise de regressão, o período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas de folha larga na produtividade da cultura de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento de campo foi conduzido em Botucatu (São Paulo), no ano agrícola 1987/88. O clima da região é temperado úmido, com verões quentes. O solo na área do experimento é Terra Roxa Estruturada distrófica, situação de meia encosta em relevo ondulado, com textura muito argilosa, saturação em bases e acidez médias.

O preparo do solo foi convencional, com aração e gradagens, sendo a última realizada logo antes da semeadura. Com base nos resultados da análise química do solo, foram feitas a calagem e a adubação efetuada no sulco de semeadura.

A operação conjunta de adubação e semeadura foi mecanizada, usando sementes previamente inoculadas, resultando em uma densidade populacional de cerca de 20 plantas de soja por metro. Foi utilizado o cultivar IAC-8, de porte alto, ciclo médio-tardio, hábito de crescimento determinado, que floresceu aos 55 dias e completou o ciclo aos 140 dias.

As eventuais plantas daninhas gramíneas que emergiram na área do experimento foram eliminadas precocemente, em qualquer época do ciclo da cultura, através do uso de herbicida graminicida (sethoxydim) de aplicação pós-emergente.

As plantas daninhas que permaneceram na área do experimento foram exclusivamente as de folha larga, sendo na grande maioria dicotiledôneas, exceção feita a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). Assim, as principais espécies

presentes foram: picão-preto (*Bidens pilosa* L.), picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.).

Os tratamentos foram constituídos de dois grupos complementares, segundo os critérios de convivência inicial e final entre a cultura e as plantas daninhas. Em um deles a cultura permaneceu na presença de plantas daninhas de folha larga, desde a emergência, até diferentes épocas do seu ciclo de desenvolvimento, a saber; 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 dias. Após o que, as plantas daninhas foram removidas das parcelas através de capinas, sendo mantidas sem infestação até a colheita da cultura.

Em outro grupo de tratamentos a cultura permaneceu na ausência de plantas daninhas, desde a emergência, até 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, dias do seu ciclo. Sendo que após isto, as plantas daninhas de folha larga que emergiram foram deixadas e conviveram com a cultura até a colheita.

O experimento no campo foi baseado no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída de seis linhas de semeadura, espaçadas de 0,6m, com 4,0m de comprimento. Como área útil de cada parcela foram consideradas as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade, ficando com 7,2 m².

Por ocasião da colheita da cultura, foi coletado manualmente o total de plantas de soja da área útil de cada parcela, que foram trilhadas mecanicamente, e foi pesada a produção de grãos. Os dados de produtividade da cultura, expressos em kg/ha, foram ajustados conforme modelos de regressão.

Os tratamentos nos quais a cultura permaneceu por períodos iniciais crescentes na presença das plantas daninhas foram usados para determinar a extensão do período inicial de convivência possível. Os tratamentos em que a cultura permaneceu por períodos iniciais crescentes na ausência das plantas daninhas serviram para determinar o período final de convivência possível.

A análise conjunta destes dois períodos forneceu informações para se determinar a época, a duração e o tipo do período crítico para prevenção da interferência das plantas daninhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 1 estão apresentados os dados médios de produtividade da soja e de acúmulo de matéria seca das plantas daninhas.

Os dados de produtividade, variando com os diferentes períodos iniciais da cultura convivendo com as plantas daninhas, foram ajustados conforme o modelo de Spillman-Mitscherlich, resultando na equação: $Y = 2100,25 - 0,91 \cdot 0,88^{-x}$ ($R^2 = 0,62^*$).

O ajuste dos dados de produtividade da soja variando com os diferentes períodos finais da cultura convivendo com as plantas daninhas resultou, segundo o modelo Spillman-Mitscherlich, na equação: $Y = 2053,92 - 857,81 \cdot 0,94^x$ ($R^2 = 0,66^*$).

Na FIGURA 1 estão representadas as equações e as curvas ajustadas com os dados de produtividade da soja decompostos segundo os critérios de convivência inicial e final com as plantas daninhas, utilizando o modelo "Broken-Stick".

Segundo o critério de convivência inicial entre a cultura e as plantas daninhas, é possível observar (FIGURA 1) que a produtividade manteve-se estável até 30 dias do ciclo da cultura. Enquanto que, pelo critério de convivência final, a produtividade atingiu um patamar superior após 21 dias do ciclo (FIGURA 1).

Com as informações fornecidas pelo ajuste dos dados através do modelo "Broken-Stick", o período crítico para prevenção da interferência (PCPI), ou seja, o período no qual o controle das plantas daninhas de folha larga tem que ser realizado, foi de 21 a 30 dias após a emergência da cultura de soja.

É importante destacar que o período inicial de convivência possível (30 dias) estendeu-se até após o começo do período final (21 dias). Isto confere uma característica diferenciada ao período crítico determinado. O controle poderia ser feito através de método momentâneo, sem efeito residual, como herbicida de aplicação pós-emergente, cultivador, etc. utilizado uma única vez, desde que dentro do período crítico.

Através de estudos de correlação entre os dados de produtividade da soja e de acúmulo de matéria seca das plantas daninhas de folha larga (TABELA 1), foi determinado o coeficiente $R = -0.99^*$, no caso do critério de convivência inicial. O

coeficiente de correlação foi $R = -0.82^*$ para os dados segundo o critério de convivência final.

Os dados de acúmulo de matéria seca das plantas daninhas por ocasião da colheita da cultura de soja, para os diferentes períodos finais de convivência (TABELA 1), evidenciam que os valores menores ocorreram quando o controle das plantas daninhas foi após 20 dias do ciclo da cultura.

A seguir são apresentadas as conclusões do trabalho:

1. O modelo "Broken-Stick" pode ser usado na determinação do período inicial e do período final de convivência possível entre a cultura e as plantas daninhas e, conseqüentemente, na determinação do período crítico para prevenção da interferência.
2. O período crítico para prevenção da interferência (PCPI) das plantas daninhas de folha larga foi de 21 a 30 dias do ciclo da cultura de soja; no entanto, apresentou-se de modo que permite o controle através do uso, uma única vez, de método momentâneo, sem efeito residual.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jeffrey D. Colwell, CSIRO, Austrália, ao Prof. Dr. Robinson A. Pitelli, FCAV/UNESP, Jaboticabal e ao Dr. Domingos A. Oliveira, Instituto Biológico, Campinas pelas valiosas contribuições.

LITERATURA CITADA

- BARRENTINE, W.L. Common cocklebur competition in soybeans. **Weed Science**, Champaign, 22(6): 600-603, 1974.
- BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, São Paulo, 38(10): 343-350, 1972.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M.; GRASSI, N. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max*). **O Biológico**, São Paulo, 39:31-35, 1973.
- BLEASDALE, J.D.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. **The biology of weeds**. Oxford, Blackwell, 1960. p. 133-142.
- COBLE, H.D.; RITTER, R.L. Pennsylvania smartweed (*Polygonum pennsylvanicum*) interference in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, 26(6):556-559, 1978.
- COLWELL, J.D. Fertilizer requirements. In: CSIRO. **Soils: an australian viewpoint**. CSIRO, Melbourne, 1983. p. 795-815.
- COLWELL, J.D.; SUHET, A.R.; VAN RAIJ, B. Statistical procedures for developing general soil fertility models for variable regions. Division Report nº 93. CSIRO, Melbourne, 1988.
- COUSENS, R. Misinterpretation of results in weed research through inappropriate use of statistics. **Weed Research**, Edinburgh, 28:281-289, 1988.

- DURIGAN, J.C. Matocompetição e comportamento de baixa dose de herbicidas na cultura da soja (*Glycine max*). ESALQ/USP. Piracicaba, 1983. 163p. Tese de Doutorado.
- GALLANT, A.R.; FULLER, W.A. Fitting segmented polynomial regression models whose join points have to be estimated. *J. of the American Statistical Association*, 68(341):144-147, 1973.
- GARCIA, A.; GAZZIERO, D.L.P.; TORRES, E. Determinação do período crítico de competição de ervas daninhas com a cultura de soja. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA. EMBRAPA/CNPSo. Londrina, 1981. *Anais*, p. 140-145.
- HARRIS, T.C. & RITTER, R.L. Giant green foxtail (*Setaria viridis* var. *major*) and fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) competition in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Champaign, 35:663-668, 1987.
- KNAKE, E.L.; SLIFE, F.W. Effect of time of giant foxtail removal from corn and soybeans. *Weed Science*, Champaign, 17:281-283, 1969.
- MAIA, A.C.; REZENDE, A.M.; LACA-BUENDIA, J.P.C. Período crítico de competição de uma comunidade natural de plantas daninhas com a cultura da soja (*Glycine max*) no Triângulo Mineiro. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, II. EMBRAPA/CNPSo, Londrina, 1982. *Anais*, p. 370-380.
- OLIVER, L.R.; FRANS, R.E.; TALBERT, R.E. Field competition between tall morningglory and soybeans. I- Growth analysis. *Weed Science*, Champaign, 24(5):482-488, 1976.

- PIMENTEL GOMES, F. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba, POTAFÓS, 1987. 160p.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuário. Belo Horizonte. 11(129):16-27. 1985.
- PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. XV. 1984. Resumos. p. 37.
- ROSSI, C.A. Efeitos de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max*). FCAV/UNESP. Jaboticabal. 1985. 49p. Trabalho de Graduação.
- VELINI, E.D. Avaliação dos efeitos de comunidades infestantes naturais controladas por diferentes períodos sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja (*Glycine max*). FCAV/UNESP. Jaboticabal. 1989. 115p. Tese de Mestrado.

TABELA 01. Produtividade da cultura de soja e acúmulo de matéria seca das plantas daninhas de folha larga, variando com diferentes períodos de convivência. Botucatu (SP), 1987/88.

Período de Convivência ⁽¹⁾	Produtividade da soja (kg/ha)	Acúmulo de Matéria Seca das Plantas Daninhas (g/m ²)
	2156,5	
0 - 10	2088,4	0,2
0 - 20	1996,3	1,9
0 - 30	2106,5	3,9
0 - 40	1917,1	13,9
0 - 50	1455,4	74,1
0 - 60	1448,9	71,4
0 - C ⁽²⁾	1241,9	69,0
10 - C	1397,8	21,3
20 - C	2000,9	20,5
30 - C	1910,6	8,2
40 - C	1932,4	10,2
50 - C	1940,7	6,4
60 - C	2065,7	6,7
F trat.	5.5*	
C.V. (%)	12,4	

(1) dias após a emergência da cultura

(2) colheita da cultura (140 dias)

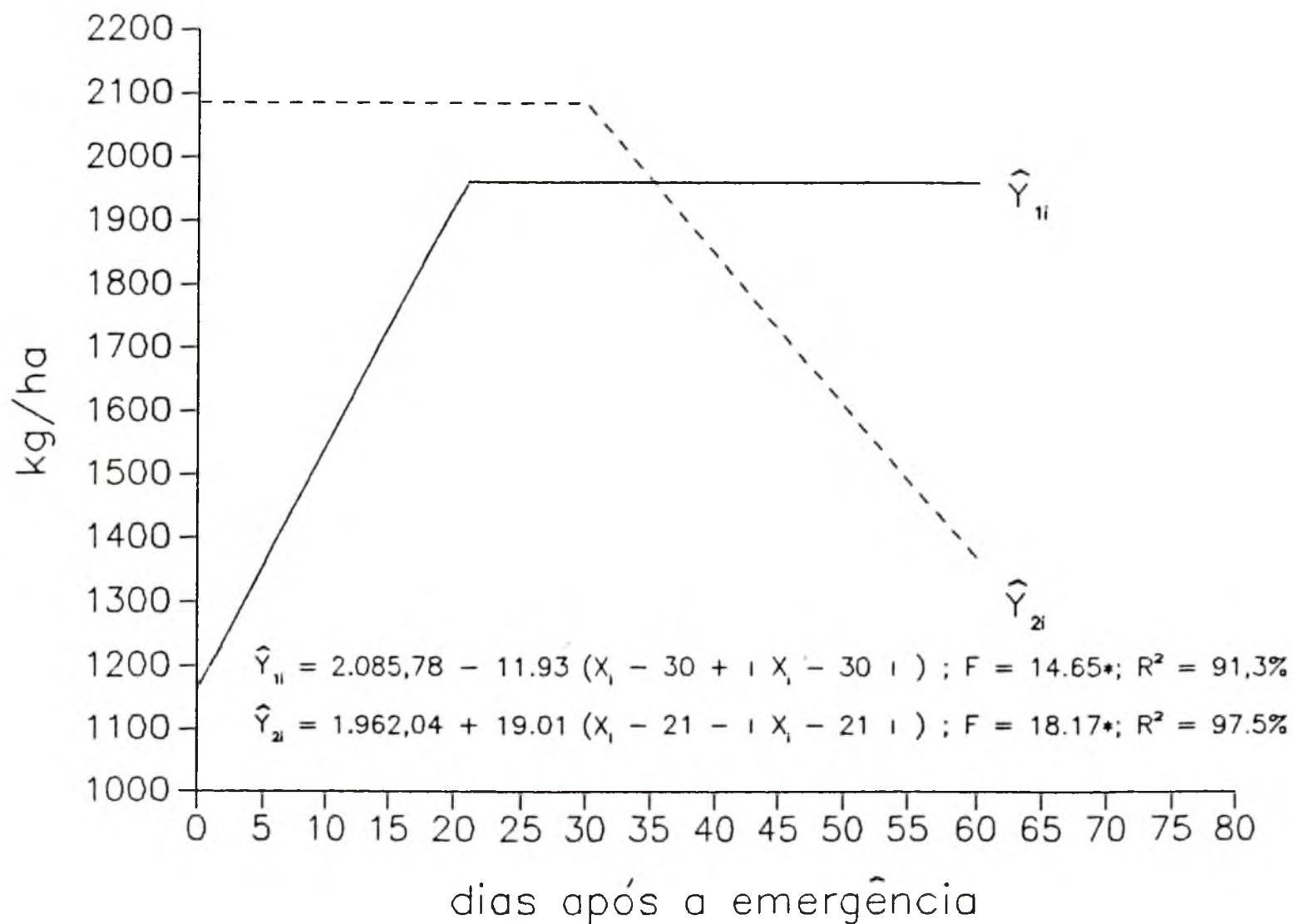


Figura 1. Representação das curvas ajustadas com os dados de produtividade da soja decompostos segundo critérios de convivência inicial (\hat{Y}_{1i}) e final (\hat{Y}_{2i}) com as plantas daninhas, utilizando o modelo "Broken-Stick".