

EFEITO INTEGRADO DE FATORES EDAFOCLIMÁTICOS E DO MANEJO NA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE LAVOURAS CAFEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO¹.

M. de A.M.WEILL², F.B. ARRUDA³, João Bertoldo de OLIVEIRA³.

RESUMO: Atributos de clima, solo e manejo foram caracterizados em 10 lavouras comerciais de café, na região de Garça e Marília do estado de São Paulo. Foram mais de 2000 atributos que correlacionados com a produção final produziram três equações com graus de explicação entre 73 e 77%. As variáveis significantes foram: produção do ano anterior, idade da lavoura, precipitação e temperatura mínima no abotoamento e florescimento, precipitação na maturação e colheita, uniformidade textural do perfil de solo, água disponível junto à cova (20-40cm), macroporosidade na rodagem de máquinas, adubação nitrogenada, pH, teor de fósforo e cálcio e relação Mg:K trocáveis.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação de terras, modelagem, produtividade, *Coffea arabica* L.

ABSTRACT: Attributes of soil, climate and crop management were characterized in ten growing coffee plantations in the western region of São Paulo State. More than 2000 attributes were correlated to final yield resulting in three equations with explanation level (r^2) between 73 to 77%. The following variables were significant: yield in the preceding year, crop age, rainfall and minimum air temperature during the bud development and flowering stages, rainfall during maturation and harvest stages, uniformity of soil profile, available water close to plants (layer 20-40cm), macroporosity in the machine wheel track, nitrogen fertilizer, pH, phosphorus and calcium content and Mg:K exchangeable ratio.

KEYWORDS: land evaluation, modelling, productivity, *Coffea arabica* L.

INTRODUÇÃO

A problemática da avaliação de terras se relaciona com a previsão do desempenho de sistemas agrícolas selecionados. Os modelos disponíveis de avaliação levam mais em consideração aspectos conservacionistas ou adotam resultados de calibração de insumos agrícolas para esse fim. Possibilitam estimativas acerca dos insumos requeridos para uso, melhoramento e manejo das terras, mas a quantificação da produção e do sucesso do empreendimento é ainda insuficiente. Uma alternativa promissora de análise vem a ser o emprego do método paramétrico de avaliação, pois permite a obtenção de relações entre as variáveis do sistema agrícola e a construção de modelos estatísticos de avaliação da produtividade. Os principais objetivos foram avaliar o peso relativo de cada atributo sobre a produção e estabelecer um modelo multivariado simples para estimativa da produtividade nas áreas da pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em dez lavouras de produção comercial de café, estabelecidas na região oeste no Estado São Paulo, entre os paralelos 21°30' e 23°15' de Latitude Sul e os meridianos 51°15' e 49°15' de Longitude Oeste. As lavouras eram da variedade Mundo Novo, exceto num caso com Catai, entre 10 e 22 anos, com 1000 a 1600 covas por hectare e produção média entre 2.148 a 5.301 kg/ha, acompanhadas no período de 1984 a 1989. A caracterização climática dos locais foi efetuada a partir de registros meteorológicos de dois postos, localizados nos municípios de Garça e Adamantina. A avaliação da disponibilidade hídrica foi obtida calculando os balanços hídricos representativos de ambas localidades, pelo método de Thornthwaite & Matter (1955), considerando uma capacidade de armazenamento de 100 mm. Na avaliação da produtividade das lavouras, foi verificado inicialmente o efeito isolado de cada fator: clima, solos, planta e manejo. Nesta fase, mais de dois mil atributos foram testados, correlacionando-os por regressão simples com a produção final, para identificar aqueles com significância mínima de 5%, pelo teste *t* de Student. A avaliação parcial da influência do clima foi efetuada estabelecendo matrizes de correlação da produtividade com os parâmetros climáticos, organizados por períodos trimestrais, associados com as fases

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo **Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café**.

² Eng. Agr., Dra. Bolsista do PNP&D-Café no Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC. E-mail: mweill@bestway.com.br.

³ Pesquisadores Científicos, Instituto Agronômico de Campinas. Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP.

E-mails: farruda@cec.iac.br e bertoldo@barao.iac.br.

fenológicas do cafeeiro. Foram avaliados os efeitos da precipitação acumulada, frequência de chuvas e temperaturas máximas e mínimas. A avaliação da influência do solo foi realizada considerando atributos físicos, hídricos e de fertilidade, coletados em diferentes profundidades no perfil, em três posições: próximo à cova, na projeção da copa; na rodagem de máquinas; e, no meio da rua. Da planta, foram considerados os atributos: produção do ano anterior e idade da lavoura. Na avaliação do efeito do manejo foram considerados os atributos: número de covas por hectare; calagem (kg calcário/ ha); adubação NPK (kg adubo/ ha); adubação com zinco e boro (kg/ ha). As avaliações parciais permitiram selecionar atributos significativamente correlacionados com as produções. A avaliação do efeito integrado do conjunto de fatores foi efetivada lançando mão da estatística multivariada. O pacote estatístico SANEST foi escolhido para processamento das análises, sendo empregados os processos de seleção de variáveis “máximo valor de r^2 ” e “descendente modificado” (Zonta et al., 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores climáticos individualmente foram os que explicaram a maior parte da variação total observada na produção. A influência mais marcante do clima ocorreu sobre as fases do abotoamento e florescimento. O número de covas por hectare, uma variável do manejo, manteve uma pesada influência em todo o processo de desenvolvimento dos modelos, logo após as variáveis climáticas. A produção do ano anterior também se mostrou uma variável importante, reafirmando a grande influência da biologia da planta no ciclo bienal da produção. Nas condições da pesquisa, os atributos de fertilidade exerceram uma influência mais abrangente sobre a produtividade dos cafezais, comparativamente aos físico-hídricos. O pH em água na área adubada, revelou-se uma variável importante nas avaliações de desempenho. Outras variáveis promissoras foram o teor de fósforo e a relação dos teores trocáveis Mg/K, na projeção da copa do cafeeiro. Dentre os atributos físicos e hídricos, a soma dos teores de silte e argila em subsuperfície foi a variável mais significativa para as previsões de desempenho. Este fato possivelmente se relacione com o efeito do gradiente textural em profundidade no solo, não diretamente avaliado. O maior valor prognóstico foi alcançado com um modelo de quatorze variáveis preditoras, que explicou cerca de 77% da variação total observada. A equação representativa é a seguinte:

$$Y_2 = 10883,76 - 0,56 Y_1 - 557,20 \text{ idade} - 8,52 \text{ covas} + 2,4 N - 4,93 X_2 - 0,87 X_8 + 771,94 X_{41} + 134,79 PC_3 + 4167,12 CaC_2 - +332,56 (Mg:KC_2) + 9455,40 DC_2 - 343,29 ADC_2 - 181,05 MAR_1 - 235,44 (Si_2+ARG_2) \text{ com } r = 0,8760^*$$

Dado que a operacionalidade ao se trabalhar com um modelo extenso é bastante comprometida, foi o mesmo submetido ao processo de seleção descendente, que resultou no estabelecimento de dois outros modelos multivariados simples, de cinco e seis variáveis preditoras, com graus de explicação da variação observada pouco inferiores ao do modelo completo, da ordem de 74%. São eles:

(1) $Y_2 = 7365,91 - 0,55 Y_1 - 308,86 \text{ idade} + 719,50 X_{41} + 874,98 pH_{C3} - 231,95 (Si_2+ARG_2)$
com $r = 0,855^{**}$

(2) $Y_2 = 888,42 - 0,56 Y_1 - 363,21 \text{ idade} + 704,46 X_{41} + 1834,52 CaC_2 + 7628,25 DC_2 - 306,80 (Si_2+ARG_2)$
com $r = 0,863^{**}$.

A relação de variáveis que compõem os três modelos é a seguinte: Y_2 (Produção estimada); Y_1 (Produção do ano anterior); idade (idade da lavoura); covas (número de covas por hectare); N (adubação nitrogenada); X_2 (precipitação no trimestre jul-ago-set); X_8 (precipitação no trimestre abr-mai-jun); X_{41} (média das temperaturas mínimas absolutas no trimestre mai-jun-jul); PC_3 (fósforo na área adubada na camada 40-60cm); pH_{C3} (pH em água na área adubada na camada 40-60cm); CaC_2 (cálcio trocável na área adubada na camada 20-40cm); $Mg:KC_2$ (relação Mg:K trocáveis na área adubada na camada 20-40cm); DC_2 (densidade junto à cova na camada 20-40cm); ADC_2 (água disponível junto à cova na camada 20-40cm); MAR_1 (macroporosidade na rodagem de máquinas na camada 0-20cm); Si_2+ARG_2 (soma dos teores de silte e argila em subsuperfície). As equações selecionadas orientam as tomadas de decisão nas áreas pesquisadas, para melhoria do planejamento e das práticas de manejo das lavouras cafeeiras. É possível a simulação do efeito da quantidade de insumos e a correspondente projeção de benefícios e prejuízos. O conjunto de dados analisados mostrou a tendência de queda anual de produção. As áreas necessitavam de melhoria da calagem, fosfatagem em profundidade, restabelecimento dos níveis de magnésio no solo e adubação mineral equilibrada. Ficou também evidenciado a necessidade de ser evitada a instalação de lavouras de café em áreas de acúmulo de ar frio no inverno ou solos com acentuado gradiente textural. Os níveis de explicação alcançados, estimularam a continuidade da investigação no sentido da validação e aprimoramento dos modelos ora propostos. Mais detalhes estão disponíveis em Weill et al. (1999).

CONCLUSÕES

A maior parte da variação observada nas dez lavouras acompanhadas pode ser explicada pela variação local e sazonal dos atributos selecionados. As variáveis climáticas, a produção do ano anterior e a população de plantas foram preponderantes para a produção de café no oeste paulista. Os atributos de fertilidade do solo apresentaram influência mais acentuada sobre a produção do que os atributos físicos e hídricos, exceto para solos com mudança textural acentuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Thornthwaite, C. W.; Matter, J. R. The water balance. Centerton, N. J., Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v.8, n.1)
- Weill, M.A.M.; Arruda, F.B.; Oliveira, J.B.; Donzeli, P. & van Raij, B. Avaliação de fatores edafoclimáticos e do manejo na produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) no oeste paulista. R. bras. Ci. Solo, Viçosa, 23:891-901, 1999.
- Zonta, E.P.; Machado, A.A. SANEST - Sistema de análise estatística para microcomputadores. Universidade Federal de Pelotas, RS. 1989 (manual do sistema).

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425