

# DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, UTILIZANDO AS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DETERMINANTES DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO

Joel I. FAHL E-mail: fahl@iac.sp.gov.br, Maria Luiza C. CARELLI, Eduardo L. ALFONSI, Marcelo B. P. CAMARGO

Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

## Resumo:

Com o objetivo de estudar características fenológicas, envolvidas no crescimento e na produção do cafeeiro para estimativa antecipada de safra através de modelos matemáticos, foram efetuadas avaliações em 14 propriedades na região de Garça / Marília, durante cinco períodos produtivos. O estudo foi realizado em 14 unidades experimentais (UE) (talhão), abrangendo os municípios de Garça (2 UEs), Marília (2 UEs), Vera Cruz (2 UEs), Gália (2 UEs), Lupércio (1 UE), Álvaro de Carvalho (1UE) e Oriente (2 UEs). As medidas foram feitas nos meses de fevereiro/março, nos anos agrícolas de 1999/2000 a 2003/2004, determinando-se o número de frutos presentes no 4º e 5º nós produtivos, contados a partir do ápice do ramo plagiotrópico, e a altura média das plantas de cada UE. A partir desses dados foi obtido o índice fenológico de produção, correspondente ao produto do número de frutos do 4º e 5º nós produtivos do ramo plagiotrópico, multiplicado pela área vegetal de produção, a qual foi calculada pela multiplicação do comprimento em metro de linha de café por hectare pelo dobro da altura da planta. Nessa mesma ocasião, em cada uma das UE foi feita uma estimativa visual da produtividade por, no mínimo, dois técnicos especializados na cultura cafeeira. Para cada UE também foi medida a produtividade real. Verificou-se que os valores dos índices fenológicos acompanharam estreitamente os valores das produções reais obtidas de 2000 a 2004, independentemente, se no cálculo desses índices foram utilizados o número de frutos do 4º nó, do 5º nó ou da média de ambos. A regressão entre os índices fenológicos, referente à média do número de frutos de 4º e 5º nós produtivos, obtidos em 5 safras de café, e as respectivas produções reais forneceu a seguinte equação  $Y = 0,0005 X$ , em que X representa o índice fenológico de produção e Y a produtividade estimada. Portanto, tendo-se os dados referentes ao número de frutos do 4º e 5º nós produtivos, ou a média de ambos, a altura da planta e o espaçamento da cultura, a equação permite estimar a produtividade do talhão. A aplicação da equação obtida da estimativa da produtividade nas UEs da região de Garça/Marília, no período estudado, mostrou que, em talhões com produtividade mais elevada, a diferença entre a produtividade real e as obtidas por estimativas visuais e pela equação foi mais acentuada do que nas que apresentaram produtividade mais baixa. O somatório da produtividade de todas as UEs, obtido pelas estimativas visuais e pela equação, mostraram valores bem próximos entre si.

Palavras-chave: índices fenológicos, frutos, produção, modelo matemático, *Coffea arabica*

## DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A MODEL TO ESTIMATE THE PRODUCTIVITY OF THE COFFEE TREE, BASED ON PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS THAT DETERMINE THE GROWTH AND PRODUCTION

### Abstract:

Phenological characteristics of developing coffee (*Coffea arabica* L.) plants were evaluated with the main objective of developing mathematical models to be used for estimating grain yield in coffee plantations. Fourteen plantations from the Garça/Marília region, State of Sao Paulo, Brazil, were considered in this analysis, related to five complete reproductive cycles. The experimental units (EU) were located at the following counties: Garça (2 UEs), Marília (2 UEs), Vera Cruz (2 UEs), Gália (2 UEs), Lupércio (1 UE), Álvaro de Carvalho (1UE) and Oriente (2 UEs). Measurements of the number of fruits in the 4<sup>th</sup>. and 5<sup>th</sup> nodes, and the average of the plant height were performed on every February and March from the years of 1999/2000 to 2003/2004. Phenological indices were calculated using data from fruit number multiplied by the total productive green area. Data analysis showed that phenological index values were in accordance to real grain yield values verified during the years of 2000 to 2004. These results were similar either if fruit numbers from the 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> node, or average number between them, were used for indices calculation. Regression analysis between phenological indices from 5 harvesting data and corresponding real grain yields results in the equation  $Y = 0,0005 X$ , where X represents the phonological index and Y the estimated grain yield. Therefore, if data related to fruit numbers from 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> node, or even an average between these values, plant height and plant density are available, plot productivity can be estimated through the equation. Estimatives of expected productivity of the evaluated EU using the proposed equation, demonstrated that when analyzing plot with high yield differences between estimated and real yield were more significative than these observed when analyzing low yield plot. Total productivity from all UEs calculated from both visual estimative and by the proposed equation showed similar values.

Key words: phenological index, fruits, grain yield, mathematical model, *Coffea arabica*,

## Introdução

A estimativa antecipada da produção de café das diversas regiões produtoras é de fundamental importância para o estabelecimento da política cafeeira do país. Apesar disso, não existe no Brasil uma metodologia adequada para previsão antecipada da safra de café que permita uma avaliação segura e precisa. Esses métodos devem levar em consideração as cultivares, a densidade de plantio, a idade da cultura, a tecnologia empregada e as condições edafoclimáticas.

As poucas informações para o estabelecimento de modelos para previsão de safra de café são consequência da complexidade metodológica, ocasionada pela diversidade dos fatores ambientais, culturais e econômicos envolvidos na produtividade dessa cultura. As previsões atuais baseiam-se em levantamentos empíricos efetuados visualmente, requerendo, para atingir razoável precisão, técnicos ou produtores altamente especializados na cultura.

A avaliação das características fenológicas determinantes do desenvolvimento e da produção do cafeeiro pode ser uma ferramenta fundamental no estabelecimento de modelos de previsão de safra. Cannell (1973) sugeriu a possibilidade de se obter estimativa antecipada de produção, com base em modelos matemáticos, utilizando componentes fisiológicos da produção, tais como, o número de ramos produtivos, número de nós com frutos, número de frutos por nó e peso por fruto. De fato, Browning & Dorward (1989), utilizando modelos matemáticos mostraram que existe estreita relação entre a produção da cultura e o número de nós produtivos, número de frutos por nó e peso médio de fruto. Mais recentemente, Fahl et al. (2003) concluíram que o índice fenológico de produtividade, obtido com a contagem do número de frutos do 4º e 5º nós, contados do ápice para a base, em ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, pode estimar o número total de frutos dos ramos, devido à alta correlação que apresentam entre si. Foi sugerido que os índices fenológicos, quando aplicados de forma integrada em modelos de previsão de produtividade de café, podem reduzir significativamente a margem de erro.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo para estimar a produtividade de cafeeiros de diferentes cultivares, idade e sistema de plantio, avaliando quantitativamente as características fenológicas determinantes do crescimento e da produção.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em 14 unidades experimentais (UE) (talhão), localizadas em propriedades produtoras da região de Garça/Marília, abrangendo os municípios de Garça (2 UEs), Marília (2 UEs), Vera Cruz (2 UEs), Gália (2 UEs), Lupércio (1 UE), Álvaro de Carvalho (1UE) e Oriente (2 UEs), conforme apresentado na Tabela 1. As medidas foram feitas em fevereiro/março, nos anos agrícolas de 1999/2000 a 2003/2004, no estágio fenológico correspondente ao início de expansão dos frutos, após a queda de “chumbinhos”.

A amostragem foi efetuada em 5 diferentes ruas da UE, nas quais foram contados os números de frutos presentes no 4º e 5º nós produtivos, do ápice para a base, em 10 ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, tomados ao acaso ao longo da rua, sendo 5 de cada lado. Ao mesmo tempo, foi medida a altura de cinco plantas de cada segmento avaliado, obtendo-se a altura média do talhão. A partir desses dados, foi obtido o índice fenológico de produção correspondente ao produto do número de frutos do 4º e 5º nós produtivos do ramo plagiotrópico, multiplicado pela área vegetal de produção, a qual foi calculada pela multiplicação do comprimento em metro de linha de café por hectare pelo dobro da altura da planta.

Nessa mesma ocasião, em cada uma das UE foi feita uma estimativa visual da produtividade por, no mínimo, dois técnicos especializados na cultura cafeeira.

A produtividade real de cada UE, expressa em sacas de café beneficiado por hectare, foi obtida dividindo-se o volume de café da roça pelo fator 430 (valor estabelecido para a conversão de café da roça em café beneficiado).

## Resultados e Discussão

Na figura 1 observa-se que os valores dos índices fenológicos acompanharam estreitamente as produções reais obtidas durante os anos de 2000 a 2004, independentemente se no cálculo desses índices foi utilizado o número de frutos do 4º nó, do 5º nó ou da média de ambos. A regressão entre os índices fenológicos, referente à média do número de frutos de 4º e 5º nós produtivos, obtidos em 5 safras de café e as respectivas produções reais, forneceu a seguinte equação, com o valor de  $R^2$  igual a 0,989:

$$Y = 0,0005 X$$

em que: X representa o índice fenológico de produção e Y a produtividade estimada, como ilustrado na figura 2.

Dessa forma, tendo-se os dados referentes ao número de frutos do 4º e 5º nós produtivos, ou a média de ambos, a altura da planta e o espaçamento da cultura, a equação permite estimar a produtividade do talhão.

A figura 3 expressa a aplicação da equação obtida da estimativa da produtividade nas UEs da região Garça/Marília no período estudado, e sua comparação com a estimativa visual e a produtividade real. Verifica-se que no ano 1999/2000 (Fig. 3A), no qual ocorreu elevada produção, nas UEs com maior produtividade (acima de 40 sacas/ha), a diferença entre a

produtividade real e as obtidas por estimativas visuais e pela equação foi mais acentuada do que naquelas que apresentaram produtividade abaixo de 40 sacas/ha. O somatório da produtividade de todas as UEs da safra 1999/2000 (Fig. 3A), obtido pelas estimativas visuais e pela equação mostraram valores bem próximos entre si. Comportamento semelhante foi observado para os demais anos, tanto nos anos de baixa como de alta produção (Figs 3B,C,D,E).

**Tabela 1.** Identificação das UEs na região de Garça/ Marília.

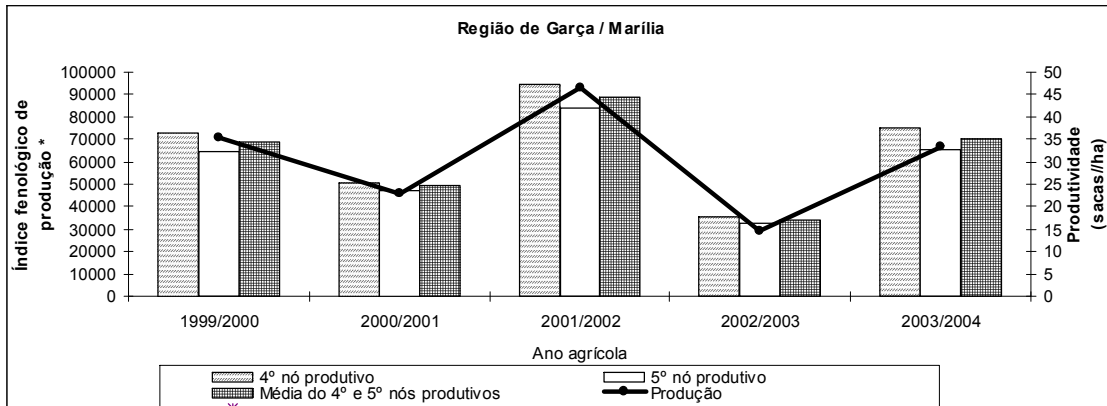
UE*	Município	Georeferenciamento			Idade** ano	Cultivar
		altitude m	latitude sul	longitude oeste		
1	Garça	721	22° 17,753'	49° 46,058'	> 8	Mundo Novo
2	Garça	653	22° 08,865'	49° 37,673'	< 8	Mundo Novo
3	Garça	676	22° 10,455'	49° 34,531'	> 8	Catuai
4	Garça	657	22° 11,157'	49° 33,609'	< 8	Mundo Novo
5	Vera Cruz	653	22° 13,580'	49° 46,735'	> 8	Mundo Novo
6	Vera Cruz	666	22° 14,041'	49° 49,327'	< 8	Icatu
7	Gália	671	22° 16,708'	49° 35,822'	> 8	Catuai
8	Gália	727	22° 17,935'	49° 36,252'	> 8	Mundo Novo
9	Lupércio	685	22° 23,988'	49° 50,545'	< 8	Catuai
10	Álvaro de Carvalho	671	22° 05,324'	49° 42,072'	< 8	Icatu
11	Oriente	639	22° 08,773'	50° 06,79'	< 8	Icatu
12	Oriente	639	22° 08,773'	50° 06,79'	< 8	Mundo Novo
13	Marília	672	22° 17, 212'	49° 54,646'	> 8	Mundo Novo
14	Marília	651	22° 16,533'	49° 54,375'	< 8	Mundo Novo

\* Unidade experimental

\*\* Idade da lavoura tomando como referencia o início das avaliações (1999)

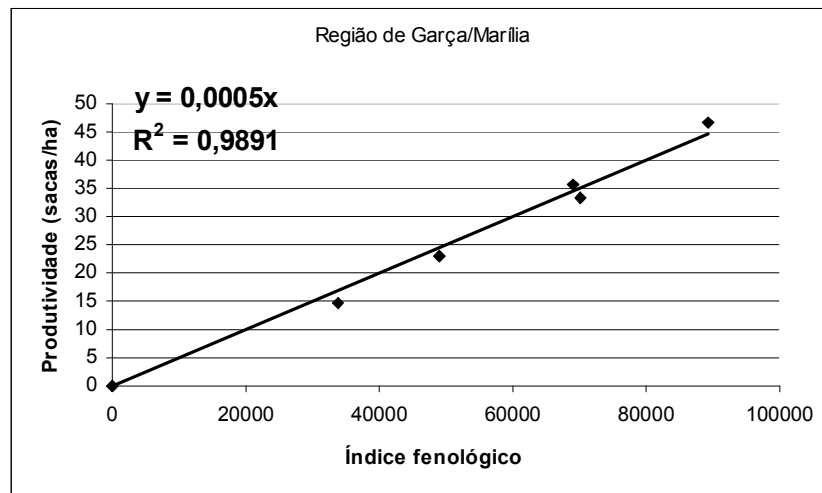
### Referências bibliográficas

- Browning, G. Dorward, A. A survey methodology for assessing yield potential and coffee berry losses in peasant coffee. *Expl. Agric.*, London, v.25, p.235-242, 1989.
- Cannell, M.G.R. Effects of irrigation, mulch and N-fertilizers on yield components of arabica coffee in Kenya. *Expl. Agric.*, London, v.9, p.225-332, 1973.
- Fahl, J. I., Carelli, M. L. C., Alfonsi, E. L., Camargo, M. B. P. Avaliação de índices fisiológicos de produção para utilização em modelos de previsão de safra. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, III*, 2003, Porto Seguro-BA. *Anais*. Brasília-DF: Embrapa/ Café, v.1, p.60, 2003.

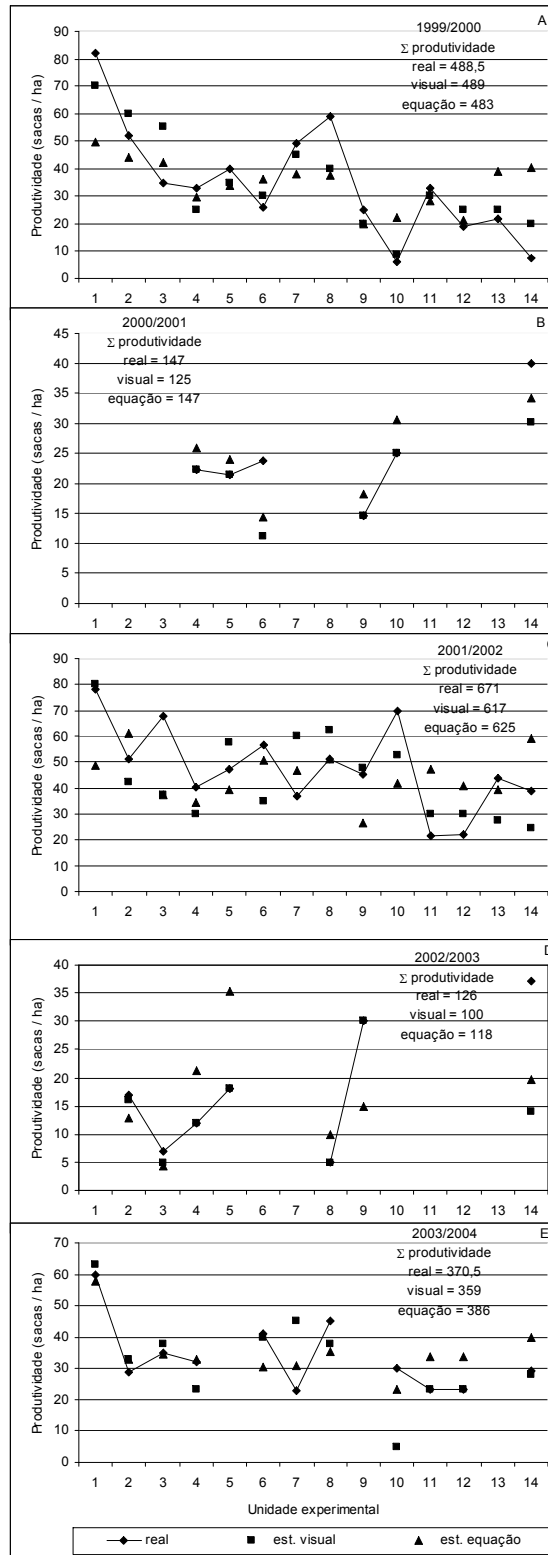


\*Índice fenológico de produção (produto do número de frutos do 4º e 5º nó produtivo do ramo plagiotrópico localizado no terço médio da planta, multiplicado pela área vegetal de produção, calculada pela multiplicação do comprimento em metro de linha de café por hectare pelo dobro da altura da planta)

**Figura 1.** Relação entre o índice fenológico, obtido pela contagem do número de frutos do 4º nó, 5º nó e a média de ambos, com a produtividade real em 14 UEs da Região de Garça/ Marília, no período de 1999 a 2004.



**Figura 2.** Regressão entre o índice fenológico, obtido pela multiplicação da média do número de frutos do 4º e 5º nós produtivos de ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, pela área vegetal de produção, calculada pelo produto do comprimento em metro de linha de café por hectare pelo dobro da altura da planta.



**Figura 3.** Comparação entre a produtividade real e a obtida pela equação  $y = 0,0005 x$ , e com a estimativa visual em 14 unidades experimentais durante os anos agrícolas de 1999/2000 a 2003/2004.