

## ESTIMATIVA DA HERDABILIDADE DE CARACTERES RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO E A PRODUÇÃO DE *Coffea arabica* COM BASE EM META-ANÁLISE<sup>1</sup>

Samuel Pereira de Carvalho<sup>2</sup>; Telde Natel Custódio<sup>3</sup>; Danielle Pereira Baliza<sup>4</sup>; Tiago Teruel Rezende<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

<sup>2</sup> Professor, D.Sc., Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras- MG, samuelpc@dag.ufla.br

<sup>3</sup> Professor, D.Sc., Universidade Federal São João Del-Rei (UFSJ), Campus Alto Paraopeba, Ouro Branco-MG, natel@ufsj.edu.br

<sup>4</sup> Doutoranda, Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, danibaliza@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Mestrando, Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, tiago.teruel@yahoo.com.br

**RESUMO:** Foram avaliadas estimativas de herdabilidade de caracteres relacionados ao desenvolvimento e a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) de vários trabalhos científicos, referentes aos seguintes caracteres: altura média da planta, diâmetro médio da copa, vigor vegetativo, produção de café beneficiado, rendimento e ferrugem. Uma meta-análise foi conduzida com o objetivo de resumir as estimativas para a herdabilidade dos caracteres. As estimativas combinadas das herdabilidades obtidas possibilitam concluir que todos os caracteres avaliados são altamente herdáveis, refletindo a grande variedade genética de cafeeiros, e possibilitando que ganhos genéticos satisfatórios possam ser atingidos em programas de melhoramento em que esses caracteres são avaliados. Pode-se concluir que a meta-análise pode ser usada para obtenção de estimativa combinada para a herdabilidade de caracteres relacionados ao desenvolvimento e produção de cafeeiros.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, estimativas combinadas, parâmetros genéticos.

## HERITABILITY ESTIMATES OF TRAITS RELATED TO COFFEE DEVELOPMENT AND PRODUCTION BASED ON META-ANALYSIS

**ABSTRACT:** Heritability estimates were appraised of traits related to the development and the production of coffee plants (*Coffea arabica* L.) of several scientific works, regarding the following traits: average height of plant, average diameter of the canopy, vegetative vigor, production of processed coffee, yield and rust. A meta-analysis was conducted with the objective of summarizing the estimates for the heritability of traits. The combined estimates of the heritability obtained success possible to conclude that all of the appraised traits are highly inherited, reflecting the great genetic variety of coffee plants, and possible for satisfactory genetic gains to be reached in improvement programs in which those traits are evaluated. It can be concluded that the meta-analysis can be used to obtain the combined estimate for the heritability of traits related to the development and production of coffee plants.

**Key words:** *Coffea arabica*, combined estimates, genetic parameters.

## INTRODUÇÃO

Em razão da importância da cultura do café para o Brasil, os programas de melhoramento do cafeeiro desenvolvidos no País apresentam importância fundamental como fator de aumento da produção, produtividade e de desenvolvimento sócio-econômico das regiões de cultivo (Resende, et al., 2001)

O cafeeiro, como outras espécies perenes, apresentam alguns aspectos biológicos peculiares: ciclo reprodutivo longo; acentuada oscilação anual de produção, resultando em ciclo bienal de produção; sobreposição de gerações; expressão dos caracteres ao longo de vários anos e diferenças em precocidade e longevidade produtiva (Sera & Alves, 1999; Sera, 1987).

Em termos de melhoramento genético, tais aspectos levam a algumas conseqüências como a utilização do material genético selecionado para produção comercial por vários anos, o que demanda rigor e precisão nos métodos de seleção. Sendo assim, uma ação de fundamental relevância no processo do melhoramento do cafeeiro é a predição dos valores genotípicos dos candidatos à seleção, o que depende do conhecimento do controle genético dos caracteres sob seleção, especialmente dos parâmetros herdabilidade e repetibilidade de certo caráter (Resende, et al., 2001).

Entre os parâmetros genéticos e fenotípicos que podem auxiliar o direcionamento da seleção de cafeeiros mais promissores, destacam-se as variâncias genéticas e fenotípicas, as herdabilidades e os progressos genéticos esperados. Quanto à herdabilidade, é fundamental que seja a mais real possível, devido à sua importância na predição de ganhos genéticos de um caráter (Ferrão et al., 2008).

A estimativa da herdabilidade ( $h^2$ ) é um dos parâmetros genéticos de maior utilidade para os melhoristas, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (Ramalho et al., 2008).

Descritores com alta herdabilidade refletem a menor influência do ambiente o que aumenta o poder discriminatório dos mesmos. Já os descritores com baixa herdabilidade possuem componente ambiental alto o que faz o descritor variar aleatoriamente diminuindo sua eficiência discriminatória. Baixos valores da herdabilidades podem estar refletindo também a pequena variabilidade genética da característica no material estudado (Severino, et al., 2002)

Há atualmente um grande número de trabalhos científicos publicados na área de melhoramento genético vegetal, em trabalhos cujo objetivo é estimar a herdabilidade, para características relacionadas ao desenvolvimento e a produção de cafeeiros. Contudo, o grande volume de informações pode dificultar a contextualização do problema com erros de interpretação ou análise. Diante disso, para analisar e sistematizar as informações uma alternativa viável seria a utilização da técnica de meta-análise (Koots et al., 1994; Giannotti et al., 2005b).

A meta-análise é um procedimento estatístico que consiste de uma revisão quantitativa e resumida de resultados de estudos distintos, mas relacionados (Glass, 1976), sendo considerada uma opção bem mais segura do que simplesmente a obtenção de uma média dos resultados publicados (Giannotti et al., 2005a). De acordo com Lovatto et al. (2007) no domínio agrícola, o número de meta-análises publicadas tem aumentado nos últimos anos. Para o setor de grandes culturas em especial para a cultura do café não há trabalhos envolvendo meta-análise.

Objetivou-se com este trabalho, obter estimativas combinadas para herdabilidade de características relacionadas ao desenvolvimento e a produção do cafeeiro, por meio da técnica de meta-análise.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de estimativas de herdabilidade neste estudo são referentes aos seguintes caracteres relacionados ao desenvolvimento e a produção de café arábica:

- Altura média da planta (cm);
- Diâmetro médio da copa (cm);
- Vigor vegetativo;
- Produção de café beneficiado ( $\text{kg ha}^{-1}$ );
- Rendimento (peso café cereja/peso café beneficiado);
- Ferrugem (incidência-porcentagem).

Os dados são provenientes de artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais, anais de congressos, teses e dissertações.

A obtenção das estimativas de herdabilidade combinada, através da técnica de meta-análise envolveu as seguintes etapas: análise exploratória do conjunto de estimativas de herdabilidade, verificação das pressuposições estatísticas requeridas, aplicação do teste de homogeneidade entre as estimativas de herdabilidade, obtenção das estimativas de herdabilidade combinada.

As análises foram feitas através de rotinas computacionais do programa SAS (Arthur et al., 2008).

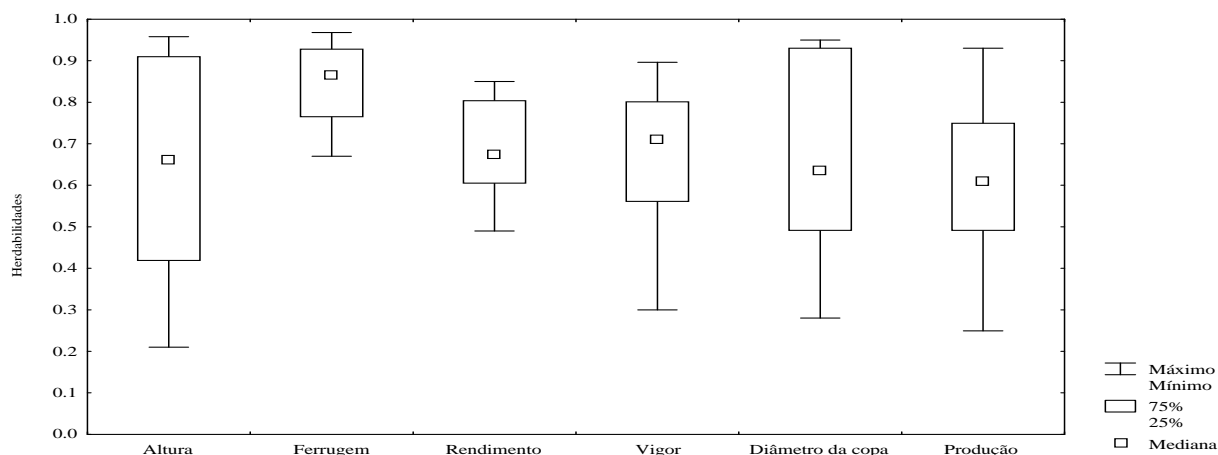
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os valores mínimo, máximo e amplitude de variação das estimativas de herdabilidade para os caracteres avaliados, onde se pode verificar pelos valores apresentados, que para todos os caracteres avaliados, estes apresentaram uma amplitude de variação bastante alta para as estimativas de herdabilidade, ou seja, resultados discordantes quanto aos valores encontrados na literatura, justificando assim, a aplicação da técnica de meta-análise.

**Tabela 1** – Valores mínimo, máximo e amplitude das estimativas de herdabilidade para os caracteres avaliados.

Característica	Mínimo	Máximo	Amplitude
Altura	0,2100	0,9578	0,7478
Ferrugem	0,6700	0,9680	0,2980
Rendimento	0,4900	0,8500	0,3600
Vigor	0,3000	0,8964	0,5964
Diâmetro da copa	0,2800	0,9500	0,6700
Produção	0,2493	0,9300	0,6807

A figura 1 apresenta os gráficos de “Box-Plot” para conjunto de estimativas de herdabilidade para os caracteres avaliados, onde se observa a ausência de “outliers” para todos os caracteres, ou seja, não há observações discrepantes das demais.



**Figura 1** – Box-Plot das estimativas de herdabilidade para os caracteres avaliados.

Assim, procedeu-se a meta-análise, verificando as pressuposições de normalidade e homogeneidade requeridas para a aplicação desta técnica.

O teste de Shapiro-Wilk (1965) para normalidade foi aplicado às estimativas de herdabilidade, e os resultados do teste (Tabela 2) mostraram que todos os caracteres avaliados seguem uma distribuição normal de probabilidades.

**Tabela 2** – Valores da estatística do teste de Shapiro-Wilk (W) para normalidade e respectivos p-valor, para os caracteres avaliados.

Caracteres	W	p-valor
Altura	0,9157	0,1655
Ferrugem	0,9306	0,3866
Rendimento	0,9399	0,3475
Vigor	0,8918	0,1031
Diâmetro da copa	0,9212	0,3673
Produção	0,9714	0,0793

Na tabela 3 são apresentados os resultados do teste de homogeneidade entre as estimativas de herdabilidade. Observa-se por meio dos valores (p-valor) que a hipótese de homogeneidade entre as estimativas de herdabilidade deve ser aceita para todos os caracteres avaliados. Logo, adotou-se um modelo de efeito fixo. Esses resultados indicam que no teste de homogeneidade não existe diferenças substanciais entre os trabalhos científicos analisados neste estudo.

**Tabela 3** – Valores da estatística Q e respectivos p-valor do teste de homogeneidade entre as estimativas de herdabilidade, para os caracteres avaliados.

Caracteres	Q	p-valor
Altura	2,7474	0,9994
Ferrugem	0,3000	1,0000
Rendimento	0,4224	1,0000
Vigor	1,9891	0,9994
Diâmetro da copa	1,2725	0,9985
Produção	7,1830	1,0000

A análise prosseguiu-se pela estimação da estimativa combinada das herdabilidades ( $\hat{h}_+^2$ ) para os caracteres avaliados, bem como do desvio padrão combinado associado a  $\hat{h}_+^2$ , cujos valores encontram-se na tabela 4.

De acordo com Bourdon (2000), são consideradas pouco herdáveis as estimativas com valores abaixo de 0,20, moderadamente herdáveis estimativas com valores entre 0,20 e 0,40 e altamente herdáveis estimativas com valores superiores a 0,40.

**Tabela 4** – Estimativa combinada das herdabilidades ( $\hat{h}_+^2$ ) e desvio padrão combinado ( $s_+$ ) associado a  $\hat{h}_+^2$ , para os caracteres avaliados.

Caracteres	$\hat{h}_+^2$	$s_+$
Altura	0,5778	0,1003
Ferrugem	0,8247	0,1169
Rendimento	0,6816	0,1124
Vigor	0,5147	0,1174
Diâmetro da copa	0,6156	0,1549
Produção	0,5489	0,0213

Com relação a magnitude das herdabilidades os valores são considerados altos. Assim, as estimativas combinadas obtidas neste trabalho podem ser consideradas altamente herdáveis para todos os caracteres.

A magnitude das herdabilidades é muito importante em programas de melhoramento do café, pois, se uma característica é altamente herdável, pode-se afirmar que pais com alto desempenho tenderão a produzir progênies, também com alto desempenho (Ramalho et al., 2008; Borém, 2001). Assim, tais estimativas combinadas das herdabilidades encontradas neste estudo, servirão de referências para futuros trabalhos de melhoramento de café arábica, cujos objetivos é estimar a herdabilidade.

A maior estimativa combinada de herdabilidade foi encontrada para ferrugem, refletindo a grande variabilidade genética de cafeeiros, o que permite que ganhos genéticos satisfatórios possam ser atingidos em programas de melhoramento que inclua este caracter em seu critério de seleção.

## CONCLUSÕES

A meta-análise é uma técnica recomendada para obtenção de uma estimativa combinada para herdabilidade, em caracteres relacionados ao desenvolvimento e a produção de cafeeiros.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à FAPEMIG pelo auxílio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil..

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTHUR, W. JUNIOR; BENNETT, W. JUNIOR; HUFFCUTT, A.I. **Conducting Meta-Analysis Using SAS**. 2 ed. New Jersey: Psychonology Press, 2008. 188p.
- BORÉM, A. Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV, 3 ed., 2001. 500p.
- BOURDON, G.E.P. Understanding animal breeding. Upper Saddle River: Prendice-Hall, 2000. 538p.
- FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; GIANNOTTI, J.D.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z.; LIMA, C.G. de. Análise de agrupamento para implementação da meta-análise em estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1165-1172, 2005a.
- GIANNOTTI, J.D.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise para estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1173-1180, 2005b.
- GLASS, G.V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, v.6, p.3-8, 1976.
- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C. et al. Analysis of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, n.5, p.309-338, 1994.
- LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETA, I.; CARVALHO, A.D.; HAUSCHILD. Meta-análise em pesquisas científicas – enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.285-294, 2007.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. 4.ed. Genética na Agropecuária. Lavras: UFLA, 2008. 463p.
- RESENDE, M. D. V. de; FURLANI-JÚNIOR, E.; MORAES, M. L. T. de; FAZUOLI, L. C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p.185-193, 2001.
- SERA, T.; ALVES, S.J. Melhoramento genético de plantas perenes. In: DESTRO, D.; Montalván, R. (Eds.). **Melhoramento Genético de Plantas**. Londrina: Editora UEL, 1999. p.369-422.
- SERA, T. **Possibilidades de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (Coffea arabica, L. cv. Acaíá)**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1987. 147p.

SEVERINO, L. S.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; MIRANDA, G. V.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U. V. Eficiência dos descritores de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) na discriminação de linhagens de “Catimor”. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1487-1492, 2002.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v.52, p.591-611, 1965.