

# ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES GENOTÍPICAS E FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES DE CAFÉ ARÁBICA

Júlio César MISTRO<sup>1</sup>, E-mail: mistrojc@iac.sp.gov.br; Luiz Carlos FAZUOLI<sup>1</sup>; Antonio Carlos BAIÃO de OLIVEIRA<sup>1</sup>; Marcos Rafael PETEK<sup>1</sup>; Paulo B. GALLO<sup>2</sup>; Cristiana de GASPARI-PEZZOPANE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Café “Alcides Carvalho”, Instituto Agrônomo (IAC/APTA), Campinas, SP; <sup>2</sup>Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional), Mococa, SP. <sup>3</sup>Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, SP.

## Resumo:

O presente trabalho objetivou estimar os coeficientes de correlações genotípica, fenotípica e ambiental entre doze caracteres: produção, altura de plantas, diâmetros de copa e caule, comprimento do ramo plagiotrópico, número de nós no ramo plagiotrópico, área foliar, porcentagens de sementes dos tipos chato, moça e concha, massa de 100 sementes e peneira média. O experimento foi instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional) em Mococa (SP), seguindo o delineamento de blocos ao acaso, com quatro cultivares de café arábica - Ouro Verde IAC 5010-5, Catuaí Vermelho IAC 144, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 - três repetições e 24 plantas por parcela. Os resultados mostraram que as correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas e ambientais e que o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo. A produção apresentou correlação genética positiva com diâmetros de copa e caule, comprimento e número de nós no ramo plagiotrópico, sementes do tipo chato, massa de 100 sementes e peneira média e não foi correlacionada com altura de plantas e área foliar.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, coeficiente de correlação ambiental, associação.

## ESTIMATES OF GENOTYPIC AND PHENOTYPIC CORRELATION COEFFICIENTS AMONG CHARACTERS OF ARABICA COFFEE

### Abstract:

The aim of this work was to estimate the genotypic, phenotypic and environmental correlation coefficients among twelve characters: yield, plant height, canopy and stem diameters, branch plagiotropic length, numbers of nodes on the plagiotropic branches, leaf area, seed types (flat, peaberry and elephant beans), weight of 100 grains and seed size. The experiments were carried out at Pólo Regional do Nordeste Paulista, in Mococa SP Brazil, it was used a randomized complete blocks design with four cultivars of arabica coffee - Ouro Verde IAC 5010-5, Catuaí Vermelho IAC 144, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 - three replications and 24 plants per plot. The results showed the genotypic correlations were higher than the phenotypic ones, and the phenotype reflected the genotype. The yield showed positive genetic correlation with canopy and stem diameters, branch plagiotropic length, numbers of nodes on the plagiotropic branches, seed type flat, weight of 100 grains and seed size and wasn't correlation with plant height and leaf area

Keywords: *Coffea arabica*, environmental correlation coefficient, association.

### Introdução

Em programas de melhoramento com plantas, cujo objetivo é a produção de grãos, os melhoristas procuram conseguir genótipos com maior capacidade de produção. A produção, como produto final, resulta da interação de diversos fatores genético-fisiológicos, não podendo, portanto, ser considerada isoladamente. Além disso, é um caráter complexo, com diferentes componentes e condicionada por diversos fatores de origem genética e ambiental. Não existem, provavelmente, genes específicos para a produção de grãos, mas para os diversos componentes, cuja interação determina a produção (Grafius e Wiebe, 1959).

Segundo Medeiros e Schlehner (1971), este complexo deve ser desmembrado em vários elementos e os componentes da produção não determinam a produção, mas são a própria produção.

Além da produção, outras características são importantes para a cafeicultura moderna, entre elas altura de plantas, diâmetro de copa, porcentagens de sementes do tipo chato, moça e concha, massa de sementes e peneira média.

De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), o estudo das relações entre caracteres é de relevada importância, pois no melhoramento em geral, busca-se o aprimoramento do material genético não para caracteres isolados, mas para um conjunto destes, simultaneamente. Além disso, é sempre importante saber como o melhoramento de um caráter pode causar alterações em outros.

As correlações podem ser de origem genética, fenotípica ou ambiental, sendo as de origem genética mais importantes no melhoramento, porque, quando utilizadas, poderão auxiliar no processo seletivo, através da resposta correlacionada, ao passo que a fenotípica nada é mais que o resultado da influência ambiental no comportamento genético. Segundo Falconer 1981, a correlação genética interfere ou participa na seleção, sendo causada por efeito

pleiotrópico, definido, pelo mesmo autor, como a propriedade de um gene afetar duas ou mais características simultaneamente.

O objetivo deste trabalho foi estimar os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental entre caracteres de café arábica.

## Material e Métodos

O experimento, instalado em 2000 no Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional) em Mococa (SP), obedeceu ao delineamento de blocos ao acaso, com quatro cultivares de café arábica - Ouro Verde IAC 5010-5, Catuaí Vermelho IAC 144, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 - e três repetições. Cada parcela foi constituída por 24 plantas, no espaçamento de 0,5 x 3,2 metros.

Os tratamentos culturais foram de acordo com as recomendações do Boletim 100 do Instituto Agrônomo - Campinas. Controlou-se, com a aplicação de fungicidas, a ferrugem-da-folha, bicho mineiro e as doenças/pragas secundárias.

Foram avaliadas, em 2005 (ano de maior produção), as seguintes características agronômicas:

- Produtividade (P): colhendo-se a produção de café cereja ("café da roça") por parcela. Posteriormente, procedeu-se a conversão para produtividade.
- Diâmetro da copa (DCO): medindo-se, em cm, à distância entre os ramos laterais mais expandidos da copa.
- Diâmetro do caule (DCA): medindo-se, em mm e com o auxílio de um paquímetro digital, o diâmetro do caule a uma distância de 5 cm do nível do solo.
- Comprimento do ramo plagiotrópico (CRP): medindo-se, em cm, a distância entre as suas extremidades.
- Número de nós no ramo plagiotrópico (NRP): contando-se o número de nós formados em toda a extensão do ramo.
- Área foliar (AF): medindo-se, em cm, o comprimento e a largura do terceiro par de folhas, contado do ápice para a base do ramo plagiotrópico. O produto destas medidas, multiplicado por 0,62, resultou na área foliar, em cm<sup>2</sup> (Fahl et al., 1992).
- Tipos de sementes: retirou-se uma amostra de 100 gramas de café beneficiado, classificando-as em chato, moca (quando uma única semente se desenvolve no fruto, tomando uma forma arredondada) e concha (quando mais de um óvulo se desenvolve em uma loja do ovário, as sementes resultantes ficam embricadas umas às outras). Em seguida pesou-se, em gramas, cada um destes tipos de sementes.
- Massa de cem sementes (M): pesando-se, em gramas, cem sementes do tipo chato.
- Peneira média (PM): utilizou-se uma máquina com uma série de quinze peneiras, com orifícios de 12 a 26/64 polegadas, dispostas na ordem decrescente. Ao serem colocadas na máquina, as sementes, apenas do tipo chato, distribuíram-se pelas peneiras. As que ficaram retidas na gaveta com fundo constituído pela peneira 15, são as sementes com largura acima de 15/64 polegadas, correspondendo, portanto a peneira 16. As sementes correspondentes a cada peneira foram pesadas, procedendo-se, depois, ao seguinte cálculo: multiplicou-se o número da peneira pelas suas respectivas massa das sementes; somaram-se os produtos e dividiu-se a soma pela massa total das sementes de todas as peneiras; o quociente representou o valor da peneira média.

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental entre os caracteres foi realizado pelo programa computacional Genes (2001), utilizando-se as médias de parcelas. A significância das correlações foi verificada pelo teste "t" a 5 e 1% de probabilidades.

## Resultados e Discussão

Encontram-se, respectivamente nas tabelas 1 e 2, os valores das correlações genotípicas e fenotípicas entre os caracteres em estudo. As correlações genotípicas foram superiores as fenotípicas em todas as combinações, pelo teste t, a 5 ou 1% de probabilidade, o que é desejável ao melhorista, exceto entre os caracteres produção x sementes do tipo concha ( $r_g = -0,126^{ns}$  e  $r_f = -0,274^{ns}$ ), diâmetros da copa x caule ( $r_g = 0,053^{ns}$  e  $r_f = 0,121^{ns}$ ) e comprimento do ramo plagiotrópico x número de nós no ramo plagiotrópico ( $r_g = 0,212^{ns}$  e  $r_f = 0,452^{ns}$ ). Segundo Pandey (1981) é possível que os baixos valores de correlações fenotípicas em relação as genotípicas sejam resultantes dos efeitos modificadores do ambiente na associação dos caracteres ao nível gênico.

Notou-se também que, em alguns casos, a correlação genotípica foi superior a 1,000, situação não comum nestes estudos. Provavelmente o pequeno número de tratamentos (doze) pode ter influenciado essas estimativas, porém não invalida os resultados obtidos e discutidos neste artigo. Nestes casos, consideramos, para efeito de discussão, que os valores estimados acima de 1,000 serão considerados iguais a 1,000.

Na maioria das associações, houve certa similaridade em magnitude e significância entre os coeficientes de correlações genotípicas e fenotípicas. Em vista dessa similaridade, serão enfocadas com mais detalhes as correlações genotípicas, uma vez que têm maior valor prático nos trabalhos de melhoramento de plantas.

Tabela 1 - Estimativa de correlações genotípicas relativas às médias de quatro cultivares de café arábica de porte baixo para os caracteres produção (P), altura de plantas (AP), diâmetros de copa (DCO) e caule (DCA), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), número de nós no ramo plagiotrópico (NRP), área foliar (AF), sementes do tipo chato (SCH), moca (SMO) e concha (SCO), massa de 100 sementes (M) e peneira média (PM) avaliadas em 2005.

| Caract. | P | AP    | DCO     | DCA     | CRP     | NRP     | AF       | SCH     | SMO     | SCO      | M        | PM       |
|---------|---|-------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
| P       | - | 0,464 | 1,717** | 1,443** | 2,140** | 0,990** | -0,086   | 0,954** | 0,895** | -0,126   | 2,155**  | 1,200**  |
| AP      |   | -     | -0,192  | 0,773*  | 0,186   | 1,076** | -1,000** | 0,996** | 0,953** | -2,180** | -0,787** | -0,731*  |
| DCO     |   |       | -       | 0,053   | 1,162** | 0,306   | 0,442    | 0,900** | 0,884** | -0,379   | 0,915**  | 0,383    |
| DCA     |   |       |         | -       | 0,453   | 0,526   | -0,747*  | 0,917** | 0,908** | -2,407** | 0,374    | 0,092    |
| CRP     |   |       |         |         | -       | 0,212   | 0,176    | 0,933** | 0,870** | -0,554   | 0,879**  | 0,265    |
| NRP     |   |       |         |         |         | -       | -0,823** | 0,946** | 0,887** | -2,103** | -0,488   | -1,082** |
| AF      |   |       |         |         |         |         | -        | 0,958** | 0,926** | -2,186** | 0,570    | 0,730*   |
| SCH     |   |       |         |         |         |         |          | -       | 1,107** | -0,997** | 0,915**  | 0,866**  |
| SMO     |   |       |         |         |         |         |          |         | -       | -0,999** | 0,923**  | 0,958**  |
| SCO     |   |       |         |         |         |         |          |         |         | -        | 0,507    | 1,176**  |
| M       |   |       |         |         |         |         |          |         |         |          | -        | 1,000    |
| PM      |   |       |         |         |         |         |          |         |         |          |          | -        |

\*\* significativo a 0,01 de probabilidade.

\* significativo a 0,05 de probabilidade.

Tabela 2 - Estimativas de correlações fenotípicas relativas às médias de quatro cultivares de café arábica de porte baixo para os caracteres produção (P), altura de plantas (AP), diâmetros de copa (DCO) e caule (DCA), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), número de nós no ramo plagiotrópico (NRP), área foliar (AF), sementes do tipo chato (SCH), moca (SMO) e concha (SCO), massa de 100 sementes (M) e peneira média (PM) avaliadas em 2005.

| Caract | P | AP    | DCO    | DCA    | CRP     | NRP    | AF       | SCH     | SMO     | SCO      | M       | PM      |
|--------|---|-------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
| P      | - | 0,205 | 0,628  | 0,747* | 0,776*  | 0,074  | -0,025   | 0,115   | 0,349   | -0,274   | 0,843** | 0,818** |
| AP     |   | -     | -0,042 | 0,719* | 0,193   | 0,808* | -0,940** | 0,859** | 0,875** | -0,948** | -0,354  | -0,651  |
| DCO    |   |       | -      | 0,121  | 0,959** | 0,346  | 0,375    | 0,119   | 0,266   | -0,220   | 0,622   | 0,276   |
| DCA    |   |       |        | -      | 0,394   | 0,334  | -0,668   | 0,669   | 0,884** | -0,833** | 0,319   | 0,055   |
| CRP    |   |       |        |        | -       | 0,452  | 0,134    | 0,108   | 0,015   | -0,050   | 0,634   | 0,227   |
| NRP    |   |       |        |        |         | -      | -0,603   | 0,798** | 0,428   | -0,575   | -0,374  | -0,754* |
| AF     |   |       |        |        |         |        | -        | 0,841** | 0,839** | -0,968** | 0,492   | 0,651   |
| SCH    |   |       |        |        |         |        |          | -       | 0,867** | -0,944** | 0,437   | 0,706*  |
| SMO    |   |       |        |        |         |        |          |         | -       | -0,983** | 0,146   | 0,322   |
| SCO    |   |       |        |        |         |        |          |         |         | -        | 0,258   | 0,474   |
| M      |   |       |        |        |         |        |          |         |         |          | -       | 0,891** |
| PM     |   |       |        |        |         |        |          |         |         |          |         | -       |

\*\* significativo a 0,01 de probabilidade.

\* significativo a 0,05 de probabilidade.

A produção apresentou correlações positivas e significativas, a 1% de probabilidade, com diâmetros de copa ( $r_g = 1,717^{**}$ ) e caule ( $r_g = 1,443^{**}$ ), comprimento do ramo plagiotrópico ( $r_g = 2,140^{**}$ ), número de nós no ramo ( $r_g = 0,990^{**}$ ), sementes dos tipos chato ( $r_g = 0,954^{**}$ ) e moca ( $r_g = 0,895^{**}$ ), massa de 100 sementes ( $r_g = 2,155^{**}$ ) e peneira média ( $r_g = 1,200^{**}$ ). Foram também estimadas outras correlações positivas e significativas, destacando-se altura de plantas com diâmetro de caule ( $r_g = 0,773^{**}$ ) e com número de nós no ramo ( $r_g = 1,076^{**}$ ), diâmetro de copa com comprimento do ramo ( $r_g = 1,162^{**}$ ) e com massa de sementes ( $r_g = 0,915^{**}$ ), comprimento do ramo x massa de sementes ( $r_g = 0,879^{**}$ ), área foliar x peneira média ( $r_g = 0,730^{**}$ ), sementes do tipo chato x massa de sementes ( $r_g = 0,915^{**}$ ) e com peneira média ( $r_g = 0,866^{**}$ ). Sementes dos tipos chato e moca correlacionaram-se positivamente com todos os caracteres estudados, exceto com as sementes do tipo concha. As associações entre produção com diâmetro de caule, comprimento do ramo, massa e peneira média apresentaram altas estimativas de coeficientes de correlação, tanto genotípicas como fenotípicas, indicando que estes caracteres estão fortemente associados geneticamente.

Por outro lado, correlações negativas e significativas foram estimadas para altura das plantas com área foliar ( $r_g = -1,000^{**}$ ), massa ( $r_g = -0,787^{**}$ ) e peneira média ( $r_g = -0,731^{*}$ ), diâmetro de caule x área foliar ( $r_g = -0,747^{*}$ ), número de nós no ramo com área foliar ( $r_g = -0,823^{**}$ ) e peneira média ( $r_g = -1,082^{**}$ ).

Não houve correlações significativas entre alguns caracteres estudados, entre eles produção com altura de plantas e área foliar, altura de plantas com diâmetro de copa e comprimento de ramo, diâmetro de copa com caule e

com número de nós no ramo, diâmetro de caule com massa de sementes, comprimento de ramo com número de nós no ramo e área foliar com massa de sementes. A falta de correlações demonstra a independência entre estes caracteres.

Na tabela 3 são apresentadas às correlações ambientais entre os doze caracteres estudados. Dentre as 66 combinações possíveis, tomadas dois a dois, em apenas oito (12%) a correlação ambiental foi superior a genotípica. Em apenas dezessete casos, o coeficiente de correlação ambiental foi superior a 0,500, normalmente considerado alto pelos melhoristas de plantas. Logo, acredita-se que a influência do ambiente nas correlações fenotípicas, na maior parte das vezes, foi pequena.

**Tabela 3** - Estimativas de correlações ambientais relativas às médias de quatro cultivares de café arábica de porte baixo para os caracteres produção (P), altura de plantas (AP), diâmetros de copa (DCO) e caule (DCA), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), número de nós no ramo plagiotrópico (NRP), área foliar (AF), sementes do tipo chato (SCH), moca (SMO) e concha (SCO), massa de 100 sementes (M) e peneira média (PM) avaliadas em 2005.

| Caract | P | AP     | DCO    | DCA    | CRP     | NRP     | AF     | SCH    | SMO      | SCO    | M      | PM      |
|--------|---|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|---------|
| P      | - | -0,320 | -0,320 | -0,138 | -0,760* | -0,631  | 0,168  | -0,124 | 0,377    | -0,335 | -0,570 | -0,393  |
| AP     |   | -      | 0,728* | 0,226  | 0,317   | 0,281   | 0,549  | 0,470  | -0,626   | 0,185  | 0,365  | 0,249   |
| DCO    |   |        | -      | 0,706* | 0,549   | 0,403   | 0,309  | 0,238  | -0,730*  | 0,652  | -0,024 | -0,034  |
| DCA    |   |        |        | -      | 0,158   | -0,095  | 0,255  | -0,359 | -0,108   | 0,649  | 0,113  | -0,216  |
| CRP    |   |        |        |        | -       | 0,946** | -0,166 | 0,499  | -0,807** | 0,388  | -0,066 | 0,821** |
| NRP    |   |        |        |        |         | -       | -0,099 | 0,653  | -0,844** | 0,222  | -0,197 | -0,043  |
| AF     |   |        |        |        |         |         | -      | 0,285  | -0,151   | -0,196 | 0,130  | -0,444  |
| SCH    |   |        |        |        |         |         |        | -      | -0,737*  | -0,409 | -0,315 | 0,057   |
| SMO    |   |        |        |        |         |         |        |        | -        | -0,315 | 0,274  | 0,045   |
| SCO    |   |        |        |        |         |         |        |        |          | -      | 0,123  | -0,140  |
| M      |   |        |        |        |         |         |        |        |          |        | -      | 0,488   |
| PM     |   |        |        |        |         |         |        |        |          |        |        | -       |

\*\* significativo a 0,01 de probabilidade.

\* significativo a 0,05 de probabilidade.

Entre produção e comprimento do ramo plagiotrópico e sementes dos tipos chato e moca, os coeficientes de correlações genotípicas e fenotípicas foram positivos e ambientais negativos, todos significativos. De acordo com Falconer (1981), uma diferença em sinal entre as correlações genotípicas e ambiental mostra que as fontes de variação genética e ambiental afetam os caracteres através de mecanismos fisiológicos diferentes.

Pelos resultados apresentados e discutidos, poder-se-ia afirmar que produção, comprimento do ramo plagiotrópico, número de nós no ramo, sementes do tipo chato, massa de 100 sementes e peneira média sempre estiveram envolvidos nas combinações mais importantes e que estas características seriam os principais componentes da produção. Mais estudos desta natureza seriam importantes para a elucidação desta hipótese.

## Conclusões

As correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas e ambientais. Houve a tendência de maior contribuição dos fatores genéticos que os ambientais nas correlações estudadas e que o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo.

A produção esteve correlacionada positivamente com diâmetros de copa e caule, comprimento e número de nós no ramo plagiotrópico, sementes do tipo chato, massa de 100 sementes e peneira média.

A produção não foi correlacionada com altura de plantas e área foliar.

Os caracteres produção, comprimento e número de nós no do ramo plagiotrópico, sementes do tipo chato, massa de 100 sementes e peneira média sempre estiveram envolvidos nas correlações mais importantes.

## Agradecimentos

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento parcial deste trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

Cruz, C.D. (2001) Programa GENES - versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística, 648p.

Fahl, J.I.; Carelli, M.L.C.; Magalhães, A.C. (1992) *Asimilación de carbono y nitrógeno em hojas de café*. Turrialba, v.42, p.523-527.

Falconer, D.S. (1981) *Introdução a genética quantitativa*. Viçosa: Imprensa Universitária, 279p.

Grafius, J.E. (1956) Components of yield in oats. *Agronomy Journal*, 48: 419-423.

Medeiros, M.C.; Schlehuber, A.M. (1971) Produção de grãos e componentes da produção de certas variedades brasileiras de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 6: 45-52.

Pandey, R.M. (1981) Genetic associations in *Amaranthus*. *Indian Journal of Genetics e Plant Breeding*, 41 (1): 78-83.

Vencovsky, R.; Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Sociedade Brasileira de Genética, 496p.