

# VARIABILIDADE GENÉTICA E SELEÇÃO PARA TEOR DE SAFROL EM PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE PIMENTA LONGA AVALIADAS NO ACRE

Giselle Mariano Lessa de Assis<sup>1</sup>, Jacson Rondinelli da Silva Negreiros<sup>2</sup>, Maria Clideana Cabral  
Maia<sup>3</sup>, Laís Fernanda Andrade dos Santos<sup>4</sup>

## Resumo

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.D.C.) é uma piperácea nativa da Amazônia Ocidental brasileira, que vem despertando interesse de pesquisadores, agricultores e empresários devido à composição do óleo essencial extraído de suas folhas e ramos finos, que apresenta altos teores de safrol. Este estudo teve como objetivos verificar a existência de variabilidade genética para teor de safrol e selecionar indivíduos superiores de pimenta longa em Rio Branco, AC. Foram avaliadas 48 famílias de meio-irmãos em blocos ao acaso com três repetições totalizando 244 acessos. O valor médio observado do teor de safrol foi de 91,64%, sendo os valores mínimo e máximo iguais a 67,06% e 97,11%, respectivamente. Verificou-se ampla variabilidade genética para a característica teor de safrol entre os indivíduos avaliados, em que a variância genética aditiva foi significativa a 1% de probabilidade.

## Introdução

A pimenta longa (*P. hispidinervum* C.D.C.) é uma piperácea nativa da Amazônia Ocidental brasileira, que vem despertando o interesse de pesquisadores, agricultores e empresários da indústria química devido à composição do óleo essencial extraído de suas folhas e ramos finos, que apresenta altos teores de safrol. O safrol é um componente químico aromático empregado nas indústrias químicas, que o utilizam como matéria-prima para a síntese de heliotropina e o butóxido de piperonila, utilizados como componente de fragrâncias e como agente sinérgico de inseticidas naturais, respectivamente. O safrol vem sendo também empregado como precursor de drogas antitrombóticas e auxinas endólicas (ROSA et al., 2000) e possui grande demanda no mercado mundial, ultrapassando 3.500 t/ano.

Por se tratar de uma espécie não domesticada, estudos foram realizados na década de 90, visando definir um sistema de produção economicamente viável para a exploração comercial da pimenta longa na Amazônia brasileira. As ações de pesquisa se voltaram principalmente para estudos de adubação, espaçamento, época de colheita, determinação de coeficientes técnicos, entre outros. Concomitantemente, foram realizadas expedições de coleta pelo estado do Acre para formação de coleções de trabalho, que evoluíram para o estabelecimento do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Pimenta Longa, localizado na Embrapa Acre, em Rio Branco, AC. O processo de melhoramento de espécies nativas é similar ao processo de espécies convencionais, porém a prospecção e coleta de recursos genéticos são de fundamental importância. Apesar da coleção de piperáceas no Acre ter se iniciado em 1996, poucos foram os estudos de caracterização e melhoramento desses recursos genéticos.

A demanda por sementes por parte de produtores dentro e fora do estado do Acre é crescente, porém não existe nenhuma cultivar de pimenta longa disponível no mercado. As sementes atualmente utilizadas em cultivos comerciais são provenientes de populações naturais, que não passaram por processos de seleção em programas de melhoramento genético. Assim, o potencial produtivo de biomassa aérea, de rendimento de óleo e o teor de safrol podem ser explorados para esta cultura, aumentando a eficiência do sistema de produção de óleo essencial. Uma das estratégias de

---

<sup>1</sup> Pesquisadora da Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, CP 321, Rio Branco, AC, CEP 69908-970. E-mail: [giselle@cpafac.embrapa.br](mailto:giselle@cpafac.embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, CP 321, Rio Branco, AC, CEP 69908-970. E-mail: [jacson@cpafac.embrapa.br](mailto:jacson@cpafac.embrapa.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, CP 321, Rio Branco, AC, CEP 69908-970. E-mail: [clideana@cpafac.embrapa.br](mailto:clideana@cpafac.embrapa.br)

<sup>4</sup> Estudante de Ciências Biológicas da UNINORTE, BR 364, Km 2 Rio Branco, AC, CEP 69911-900. E-mail: [lais@cpafac.embrapa.br](mailto:lais@cpafac.embrapa.br)

melhoramento desta espécie está baseada na seleção e recombinação de indivíduos superiores para as características de interesse para formação de populações melhoradas.

Este estudo teve como objetivos verificar a existência de variabilidade genética para teor de safrol e selecionar indivíduos superiores de pimenta longa em Rio Branco, AC.

## Material e Métodos

Foram avaliados 244 indivíduos provenientes de 48 famílias de meio-irmãos obtidas a partir de populações naturais encontradas nos municípios Assis Brasil, Brasiléia, Bujari, Rio Branco, Capixaba, Xapuri, Senador Guimard, Porto Acre, Acrelândia e Plácido de Castro, no estado do Acre. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. As mudas foram produzidas em viveiro, sendo semeadas em agosto de 1999 e transplantadas para o campo em novembro do mesmo ano, com espaçamento de 1,0 m entre plantas e 1,5 m entre linhas. A área experimental foi adequadamente preparada, sendo realizada aração, gradagem e adubação, conforme os resultados da análise de solo. Anualmente as plantas foram cortadas a 40 cm de altura, sendo realizados também os tratamentos culturais na área experimental.

Em dezembro de 2006, foram colhidas amostras de folhas dos 244 indivíduos, as quais foram secas à sombra em galpão arejado. As amostras coletadas foram submetidas às análises no Laboratório de Óleos Essenciais da Embrapa Acre, em que foi determinado o teor de safrol em cada indivíduo.

O óleo essencial foi extraído pelo método de coação, sendo utilizadas amostras de 30 g de biomassa picotada, misturadas a 500 mL de água destilada e submetidas à temperatura de ebulição da água (100 °C) em manta aquecedora pelo período de 240 minutos. Após o processo, a fração mais pesada constituída de óleo foi coletada. Posteriormente, foi realizada a quantificação do safrol nas amostras de óleo essencial utilizando-se um cromatógrafo a gás, marca HP, modelo 6890, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de 30 m de comprimento e 25 mm de diâmetro interno. O hélio foi utilizado como gás de arraste, enquanto o injetor interno e o detector foram mantidos à temperatura de 250 °C e “split” de aproximadamente 1:100. A temperatura inicial do forno foi mantida a 80 °C, por 10 minutos, com incremento de 4 °C por minuto até atingir 140 °C e depois um incremento de 20 °C por minuto, até atingir 260 °C, sendo programada para o máximo de 260 °C.

Os dados desbalanceados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se a Metodologia dos Modelos Mistos (Henderson, 1984). O seguinte modelo estatístico foi considerado:

$$y = Xb + Za + Wc + e,$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $b$  é vetor de efeitos fixos de repetição somados à média geral,  $a$  é o vetor de efeitos genéticos aditivos individuais,  $c$  é o vetor de efeitos de parcela e  $e$  é o vetor de resíduos. As letras maiúsculas  $X$ ,  $Z$  e  $W$  representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os parâmetros genéticos foram estimados pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita - REML (Patterson & Thompson, 1971) e os valores genéticos foram preditos pelo método da Melhor Predição Linear Não-Viesada (BLUP). A significância dos componentes de variância foi testada pelo Teste da Razão de Verossimilhança, conforme análise de *deviance* (Resende et al., 2008). Os indivíduos foram classificados com base nos valores genéticos preditos para teor de safrol. Adicionalmente, o tamanho efetivo e a acurácia seletiva foram estimados. Utilizou-se o programa Selegen (Resende, 2002) para realização das análises estatísticas.

## Resultados e Discussão

Verificou-se ampla variabilidade genética para a característica teor de safrol entre os indivíduos avaliados, em que a variância genética aditiva foi significativa a 1% de probabilidade. A média, os componentes de variância, a herdabilidade individual no sentido restrito, o coeficiente de determinação dos efeitos de parcela e a acurácia seletiva são apresentadas na Tabela 1.

A herdabilidade para teor de safrol foi alta, indicando que esta característica é pouco influenciada pelo ambiente. Valores elevados de herdabilidade média no sentido amplo para teor de safrol (0,98) também foram encontrados por Mendonça et al. (2003). No entanto, poucas são as informações encontradas na literatura sobre a herdabilidade para caracteres produtivos em pimenta longa. Esses

mesmos autores também estimaram a herdabilidade média no sentido amplo das características produção de matéria fresca de folhas (0,48, 0,51 e 0,79, no primeiro, segundo e terceiro cortes), altura da planta (0,64, 0,63 e 0,88 no primeiro, segundo e terceiro cortes), diâmetro da copa (0,89, 0,49 e 0,86 no primeiro, segundo e terceiro cortes) e rendimento de óleo essencial livre de umidade (0,81, no segundo corte).

A acurácia experimental estimada foi muito alta, indicando elevada qualidade na avaliação genética. A variação entre parcelas dentro do bloco ( $c^2$ ) explicou cerca de 0,6 % da variabilidade total dentro do bloco, indicando existir homogeneidade dentro dos blocos.

O valor médio observado do teor de safrol foi de 91,64%, sendo os valores mínimo e máximo iguais a 67,06% e 97,11%, respectivamente. Wadt et al. (2003) avaliaram indivíduos entre e dentro de famílias de meio-irmãos de uma única população coletada no município de Assis Brasil, AC. Os autores verificaram que o teor de safrol apresentou maior variação genética dentro das famílias, sendo o valor médio igual a 93% ( $\pm 2,50$ ) para esta característica avaliada em um único corte. Em outro estudo, Wadt et al. (2004) utilizaram 49 genótipos de *Piper* spp., pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma, para a realização de estudos de diversidade genética por meio de marcadores RAPD. Segundo esses autores, entre esses acessos, 19 estavam classificados como *P. hispidinervum*, apresentando teor médio de safrol igual a 94,11%, sendo o valor mínimo igual a 90,39% e máximo de 96,97%.

A seleção dos indivíduos superiores se baseou na classificação dos valores genéticos obtidos pelo método da Melhor Predição Linear Não-Viesada. Considerou-se para seleção dos indivíduos superiores um número efetivo igual a 30, equivalendo à seleção de 46 indivíduos. Das 48 famílias avaliadas, foram eliminadas 26, uma vez que nenhum indivíduo destas famílias foi selecionado. O número de indivíduos selecionados dentro das famílias variou de 1 a 5, sendo em média igual a 2,1. Como esses resultados se baseiam na avaliação realizada em um único corte, um maior número de avaliações em sucessivos cortes poderá confirmar o desempenho dos referidos genótipos. Ressalta-se a importância de se utilizar métodos adequados de seleção, quanto à utilização das informações disponíveis, inclusive informações de parentesco entre os indivíduos.

Os indivíduos selecionados seriam capazes de promover um ganho genético de 3,0% em relação à média da população de referência. Caso a seleção fosse realizada com base no valor genotípico das famílias, haveria acentuada diferença em relação aos indivíduos selecionados, com menores ganhos de seleção.

## Conclusões

Existe variabilidade genética para a característica teor de safrol entre os indivíduos avaliados, sendo viável a seleção de genótipos superiores.

A alta magnitude da herdabilidade estimada indica que a expressão da característica teor de safrol nas folhas de pimenta longa possui elevado controle genético, mostrando grande potencial de seleção e boas perspectivas de avanço genético. No entanto, mais estudos são necessários para que se possa confirmar a magnitude da natureza herdável desta característica.

## Referências

HENDERSON, C.R. *Applications of linear models in animal breeding*. Guelph: University of Guelph - Canada, 1984. 462p.

MENDONÇA, H.A.; LEDO, F.J.S.; BASTOS, R.M. Estimção de parâmetros genéticos em pimenta longa. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2, 2003, Porto Seguro. Melhoramento e qualidade de vida. *Anais...*, Salvador: UFB, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003, (CD-ROM).

PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of interblock information when block sizes are unequal. *Biometrika*, v.58, p.545-554, 1971.

RESENDE, M.D.V. *O software SELEGEM-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada*. Colombo, PR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Florestas, 2002.

RESENDE, M.D.V.; RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; VALLE, C.B. *Experimentação e análises estatísticas no melhoramento de forrageiras*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (Eds.). *Melhoramento de Forrageiras Tropicais*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008a, p.195-293.

ROSA, F.A.F.; NASCIMENTO, M.G.; REBELO, R.A.; PESCADOR, R. *Avaliação da atividade regulatória de crescimento de compostos análogos ao ácido indolacético em sementes de alface*. In: 23<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Livro de Resumos, v.2, QB-010, Poços de Caldas, 2000.

SILVA, M.H.L. *Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa (Piper hispidinervum C.DC.)*. Itaguaí, 1993. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 87p, 1993.

WADT, L. H. O.; EHRINGHAUS, C.; KAGEYAMA, P. Y. Genetic diversity of “Pimenta Longa” genotypes (Piper spp, Piperaceae) of Embrapa Acre germplasm collection. *Genetics and Molecular Biology*, 27, 1, 74-82. 2004.

WADT, L.H.O.; MENDONÇA, H.A.; LEDO, F.J.S.; BASTOS, R.M.; FERRAZ, E.M.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética de características agronômicas e industriais entre e dentro de famílias de meio-irmãos de *Piper hispidinervum* C.DC. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2, 2003, Porto Seguro. *Melhoramento e qualidade de vida. Anais...*, Salvador: UFB, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003, (CD-ROM).

Tabela 1 - Média, variância genética aditiva, variância ambiental entre parcelas, variância residual, variância fenotípica, herdabilidade individual no sentido restrito ( $h^2$ ), coeficiente de determinação dos efeitos de parcela ( $c^2$ ) e acurácia seletiva em 244 indivíduos de pimenta longa provenientes de famílias de meio-irmãos avaliados para teor de safrol em Rio Branco, AC.

Parâmetros Genéticos	Teor de Safrol (%)
Média	91,64
Variância genética aditiva	9,7709**
Variância ambiental entre parcelas	0,0736
Variância residual	2,0953
Variância fenotípica	11,9399
$h^2$	0,82**
$c^2$	0,006
Acurácia Seletiva (%)	92

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste da Razão de Verossimilhança (Qui-quadrado com 1 grau de liberdade), conforme análise de deviance.