

## Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação <sup>1</sup>

Montanari, R.M.<sup>2</sup>; Sousa, L.A.<sup>3</sup>; Leite, M.N.<sup>4</sup>; Coelho, A.D.F.<sup>5</sup>; Viccini, L.F.<sup>6</sup>; Stefanini, M.B.<sup>7</sup>

<sup>2</sup>Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); <sup>3</sup>Bacharel & Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) leo.bio@bol.com.br (sousala@fca.unesp.br, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura/Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, fone: 014- 6802-7172, Cep:18603-970, Botucatu-SP); <sup>4</sup>Professora da Faculdade de Farmácia e Bioquímica/UFJF; <sup>5</sup>Professor do Departamento de Biologia/UFJF; <sup>6</sup>Professor do Departamento de Biologia/UFJF; <sup>7</sup>Pós-doutora na UNESP-Faculdade de Ciências Agrônomicas-Campus de Botucatu-SP.

**RESUMO:** Este trabalho objetivou avaliar a plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* em resposta à dois níveis de luminosidade (50 e 100%) e à quatro níveis de adubação organo-mineral. A plasticidade fenotípica foi quantificada pela intensidade da variação dos caracteres morfológicos (ramificações, folhas, inflorescências, flores, altura, diâmetro médio do caule, comprimento médio do limbo foliar, largura média do limbo foliar e comprimento médio do entrenó). Verificou-se efeito significativo tanto para variações nos níveis de luminosidade quanto dos tipos de substrato sobre a morfologia externa de *Lippia alba*. Não foi detectado efeito de interação revelando que cada fator se comporta independentemente. Foi possível detectar alta magnitude de plasticidade fenotípica para muitas das características estudadas. Os resultados obtidos sugerem que intensidade de luz e qualidade do substrato contribuem efetivamente para ampliar a expressão fenotípica em *Lippia alba*.

**Palavras-chave:** *Lippia alba*; plasticidade fenotípica; morfologia externa; luminosidade; adubação.

**ABSTRACT:** Phenotypical plasticity of the external morphology in *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt & Wilson in response to level of luminosity and fertilization. The objective of this paper was to evaluate the phenotypical plasticity of external morphology of *Lippia alba* in response to two luminosity level and four organic-mineral fertilization level. The morphological plasticity was quantified by the phenotypic variation intensity of the morphological characters (ramifications, leaves, inflorescences, flowers, height, stem diameter, leaf blade length, foliar blade breadth and space between branches). It was possible to verify significant effect as a consequence of luminosity and substratum variations. However, the interaction between these factors was not observed suggesting that they act independently. The majority of characters revealed high magnitude of phenotypical plasticity. The results obtained suggest that luminosity intensity and substratum quality contribute to amplify the phenotypical expression of *Lippia alba*.

**Key words:** *Lippia alba*; phenotypical plasticity; external morphology; luminosity; fertilization

### INTRODUÇÃO

A pesquisa de novas drogas a partir de recursos naturais, especialmente a partir de plantas, vem ganhando importância nas últimas décadas. As florestas tropicais, em particular, tornaram-se importante foco dessa atividade em função da rica biodiversidade que abrigam (Kageyama, 1987).

Em meio a tal biodiversidade, no Brasil, a família Verbenaceae se faz representativa ao incluir 22 gêneros e 296 espécies que possuem importantes propriedades medicinais, destacando-se entre eles,

*Stachytarpheta*, *Lantana* e, principalmente, *Lippia* (Salimena-Pires, 1998).

O gênero *Lippia* reúne cerca de 2600 espécies, distribuídas principalmente na América Central, América do Sul, África e regiões quentes da Europa (Moldenke, 1973). Neste gênero, várias espécies apresentam propriedades medicinais comprovadas como a espécie *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt & Wilson apontada como analgésica, calmante, sedativa, anti-espasmódica, anti-convulsiva, anti-inflamatória, anti-pirética, anti-microbiana, anti-viral e citostática (Gomes *et al.*, 1993; Pascual *et al.*, 2001).

Recebido para publicação em 25/07/03

Aceito para publicação em 10/02/04.

No entanto, a maioria dos trabalhos de farmacobotânica concentram-se principalmente na produção de fitofármacos, na determinação e extração dos compostos ativos e na análise de seus efeitos farmacológicos (Brito & Brito, 1993). Desta forma, tais estudos geralmente ignoram os processos genéticos e ambientais que influenciam a produção dos compostos químicos e o estabelecimento das espécies no ambiente de cultivo.

Paralelamente, é de amplo conhecimento que determinadas espécies medicinais apresentam diferentes recomendações terapêuticas pelo saber popular, variando de acordo com seu local de ocorrência (Martins *et al.*, 1994). Os componentes sócio-culturais, as peculiaridades da constituição genética de cada população de plantas medicinais e a interação planta-ambiente podem ser alguns dos fatores responsáveis pelas diversas recomendações de uma mesma espécie medicinal (Kamada, 1998).

Um dos mecanismos conhecidos de interação planta-ambiente é a plasticidade fenotípica, que é representada pela amplitude da variação de expressão de um genótipo em função das mudanças ambientais (Bradshaw, 1965).

Neste contexto, os estudos dos processos de interação planta-ambiente são indispensáveis para o entendimento do mecanismo de adaptação da espécie, quando submetida a diferentes condições de cultivo. Tais informações contribuem ainda para o estabelecimento de métodos de seleção e melhoramento das variedades de interesse, visando maximizar a aplicação farmacológica das espécies medicinais.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar a plasticidade fenotípica da morfologia externa em *Lippia alba*, sob diferentes condições de luminosidade e adubação.

## MATERIAL E MÉTODO

*Lippia alba* N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) foi coletada no Horto de Plantas Medicinais da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Zona da Mata Mineira, Juiz de Fora – MG, situada a uma altitude média de 678 metros, posição geográfica do município 21°46'S e 43°21'W, clima tropical de altitude, temperatura média de 19,3° C e umidade relativa do ar 79,8% (Yacoub, 1998).

A identificação botânica foi realizada no Herbário Leopoldo Krieger (CESJ) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFJF, onde se encontra depositado o espécime "voucher", sob registro 32324. Taxonomista responsável pela identificação: Bióloga Silvana da Costa Ferreira.

O experimento foi conduzido em sacos de polietileno (15x30cm), na Estação Experimental de

Botânica (ICB/UFJF), durante dezembro de 2000 a abril de 2001, no delineamento inteiramente casualizado, com parcelas e subparcelas com quatro níveis de adubação organo-mineral. As parcelas principais constituíram-se de dois níveis de luminosidade: sombrite e pleno sol, respectivamente 50 e 100% de luminosidade. As subparcelas constituíram-se de quatro substratos: solo local, sem calagem/controle (Latosolo Vermelho-Escuro); adubação mineral com NPK 4-14-8 600 Kg/ha; adubação orgânica com esterco bovino 20 L/m<sup>2</sup>; e adubação organo-mineral nas mesmas proporções anteriores.

A variação morfológica do material analisado, foi controlada utilizando-se clones originários de uma planta matriz, propiciando desta forma, a precisão das estimativas nos procedimentos estatísticos para mensurar os efeitos da plasticidade fenotípica (Schlichting & Levin, 1984).

Foram utilizadas estacas de 20cm, considerando-se que para avaliar a plasticidade fenotípica da morfologia externa foram analisados nove caracteres morfológicos: número de ramificações por planta (NRAM); número total de folhas por planta (NFOL); número total de inflorescências por planta (NINF); número total de flores abertas por planta (NFAB); altura da planta (ALPT); diâmetro médio do caule (DIMC); comprimento médio do entrenó (CMEN); comprimento médio do limbo foliar (CMLF); e largura média do limbo foliar (LMLF). Tais caracteres morfológicos foram avaliados durante os 30 dias após o estaqueamento e aos 120 dias

A estatística consistiu da análise de variância com a significância de a 5% pelo teste *F* e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na estimação da magnitude de plasticidade fenotípica utilizou-se dois estimadores: o coeficiente de variação ambiental (CVa) para estimar a intensidade da resposta plástica, e o índice de determinação ambiental ( $Ia^2$ ) para quantificar a proporção da variação atribuída ao efeito ambiental (Schlichting & Levin, 1984).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Nas análises de variância (tabelas 1 e 2) verificou-se que o efeito das parcelas foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste *F* para os caracteres NFOL, ALPT, CMEN, CMLF e LMLF, indicando que alguns caracteres morfológicos foram alterados significativamente pelas variações nas condições de luminosidade do ambiente. Com relação às subparcelas, apenas o caráter NRAM não apresentou diferença significativa a 5% pelo teste *F*, ao passo que os demais marcadores tiveram significância a 1%, indicando que os diferentes tipos de adubos alteram fortemente a morfologia da planta. Estes

resultados confirmam a necessidade de se conhecer as características tanto do ambiente de cultivo como da planta de interesse, no sentido de se otimizar a seleção de genótipos que possuam respostas mais adaptadas a determinados ambientes.

Observou-se também que a interação entre efeitos de parcelas e efeitos de subparcelas não foram significativos para nenhum dos caracteres, indicando independência entre os níveis de luminosidade e os tipos de adubação sobre a manifestação fenotípica dos caracteres analisados.

Segundo Macdonald *et al.* (1988), a plasticidade fenotípica tem dois componentes de resposta plástica: magnitude e padrão. A magnitude é a medida da intensidade de resposta plástica a uma série de ambientes, e o padrão de plasticidade se refere ao tipo de resposta do genótipo em cada ambiente. A magnitude de resposta dos marcadores analisados pode ser observada nas tabelas 3 e 4, onde encontram-se os valores calculados para os coeficientes de variação ambiental (CVa) e índices de determinação ambiental ( $I_a^2$ ).

Os valores de CVa inferiores a 10% indicam baixa magnitude de plasticidade fenotípica, valores entre 10% e 20% indicam média magnitude e valores superiores a 20% indicam alta magnitude de plasticidade fenotípica (Schlichting & Levin, 1984). Verificamos que os caracteres NRAM e DIMC apresentaram média magnitude de plasticidade fenotípica. Os demais caracteres apresentaram alta magnitude de plasticidade fenotípica, indicando que a morfologia da planta possui uma grande amplitude de resposta às alterações de luminosidade e adubação do ambiente de cultivo.

Nas mesmas tabelas 3 e 4, verificou-se que os índices de determinação ambiental foram superiores a 90% para todos os caracteres, exceto para NRAM, NINF e NFAB na parcela. Estes resultados são condizentes com os altos valores do CVa e também demonstram que existe alta influência dos níveis de luminosidade e dos tipos de adubação na expressão morfológica de *L. alba*. Esta influência é representada pela grande proporção da variação total que está atribuída ao efeito ambiental.

A alta magnitude de plasticidade fenotípica em plantas pode influenciar o mecanismo evolutivo da espécie. De acordo com Bradshaw (1965), a instabilidade de algumas características durante o desenvolvimento pode ser relacionada à falta de aptidão de um genótipo em relação a uma dada condição ambiental. Assim, o autor considera que a plasticidade de algumas características pode conferir valor adaptativo positivo a organismos sésseis como as plantas, no sentido de tornar o fenótipo eficiente em diversas condições ambientais

por meio da regulação plástica da norma de reação do genótipo.

Os padrões de resposta plástica dos caracteres com relação aos níveis de luminosidade podem ser observados nas tabelas 5 e 6. Verifica-se que as plantas cultivadas em pleno sol têm maior número de folhas. No entanto, o efeito do sombreamento causou incremento nos caracteres ALPT, CMEN, CMLF e LMLF. Resultados semelhantes foram encontrados por Sultan & Bazzaz (1993) em populações de *Polygonum persicaria*. Tais autores consideraram este ajustamento fenotípico consistente com a expectativa ecofisiológica, no sentido de maximizar a captura de luz e manter a eficiência fotossintética relativa em condições limitantes de luz.

A influência dos tipos de substrato adotados nos tratamentos pode ser observada nas tabelas 7 e 8, onde verificou-se que apenas a média do caráter NRAM não teve incremento significativo com a adubação do solo. Na comparação entre os efeitos da adubação mineral e da adubação orgânica, constatou-se aumento dos caracteres NINF, CMLF e LMLF nas plantas cultivadas em solo com esterco em relação às cultivadas em solo com NPK. As médias do tratamento NPK+esterco não diferiram significativamente para nenhum dos caracteres com relação as plantas cultivadas apenas com adubação orgânica, porém, demonstraram incremento no NINF e na LMLF quando comparadas com o tratamento que utilizou apenas NPK como adubação.

Tais resultados indicam que a utilização de métodos de adubação orgânica e organo-mineral do solo podem ser interessantes para o aumento da produtividade de *L. alba* e que a adubação orgânica é capaz de promover a melhoria da cultura sem a necessidade de adubação mineral. Resultados semelhantes foram encontrados por MING (1998), quando o autor comparou a influência de várias concentrações de adubação orgânica sobre a produção de biomassa e rendimento do óleo essencial de *L. alba*. O autor relatou um aumento da biomassa com a incorporação de matéria orgânica no solo, mas destacou que não se pode fazer recomendações de adubação orgânica levando-se em conta apenas a produção de biomassa, pois em se tratando de plantas medicinais, deve-se levar em consideração os princípios ativos contidos nelas, uma vez que o rendimento de óleos essenciais, obtidos na etapa fitoquímica de seus experimentos, apresentaram um relação inversa.

Stefanini (1997) trabalhando com análise de crescimento em *L. alba*, no município de São Manuel-SP, que possui condições climáticas semelhantes a de Juiz de Fora e latossolo vermelho amarelo observou resultados similares aos obtidos no presente trabalho. É importante acrescentar que

o padrão e a magnitude da plasticidade fenotípica são componentes controlados geneticamente (Macdonald *et al.*, 1988) e modificáveis pelos processos de seleção (Bradshaw, 1965; Via & Land, 1985). Assim, de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho verifica-se que o ambiente pode ter grande influência na alteração fenotípica da planta e que é preciso considerá-lo como um componente importante no processo de cultivo e produção de espécies de interesse medicinal.

## CONCLUSÃO

Os resultados nos permitem concluir que *L. alba* possui grande flexibilidade na manifestação morfológica do seu fenótipo e que esta plasticidade está relacionada à sua capacidade de adaptação e estabelecimento de acordo com o ambiente. Tais informações sugerem que fatores como a intensidade da luz e qualidade do substrato devam ser levados em consideração para que se estabeleça as condições adequadas ao cultivo da planta nesta localidade de Juiz de Fora – MG.

**Tabela 1-** Resumo da análise de variância dos caracteres: NRAM, NFOL, NINF, NFAB e ALPT

| FV          | GL | Quadrados Médios |          |          |          |          |
|-------------|----|------------------|----------|----------|----------|----------|
|             |    | NRAM             | NFOL     | NINF     | NFAB     | ALPT     |
| Tratamentos | 4  | 1,09             | 49,42    | 5,04     | 86,58    | 13,81    |
| Luz         | 1  | 3,03             | 448,92*  | 27,23    | 239,40   | 632,03*  |
| Erro a      | 4  | 1,02             | 36,94    | 8,33     | 33,74    | 51,59    |
| Solo        | 3  | 2,75             | 697,87** | 210,10** | 424,75** | 915,29** |
| Luz X Solo  | 3  | 0,03             | 47,21    | 8,33     | 26,54    | 17,69    |
| Erro b      | 24 | 1,24             | 55,29    | 6,95     | 31,01    | 88,80    |

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente.

**Tabela 2-** Resumo da análise de variância dos caracteres: DIMC, CMEN, CMLF e LMLF

| FV          | GL | Quadrados Médios |           |           |           |
|-------------|----|------------------|-----------|-----------|-----------|
|             |    | DIMC             | CMEN      | CMLF      | LMLF      |
| Tratamentos | 4  | 0,09             | 44,00     | 37,28     | 14,21     |
| Luz         | 1  | 0,44             | 1087,85** | 2820,53** | 722,22**  |
| Erro a      | 4  | 0,50             | 35,52     | 107,11    | 28,04     |
| Solo        | 3  | 8,70**           | 985,98**  | 2270,88** | 1062,22** |
| Luz X Solo  | 3  | 0,21             | 25,80     | 177,68    | 38,84     |
| Erro b      | 24 | 0,45             | 52,61     | 69,05     | 24,17     |

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente.

**Tabela 3 -** Valores dos estimadores de plasticidade, como o coeficiente de variação ambiental ( $C_{Va}$ ), índice de determinação ambiental para parcela ( $la^2P$ ) e índice de determinação ambiental para subparcela ( $la^2S$ ) para os caracteres: NRAM, NFOL, NINF, NFAB e ALPT

| Estimadores de plasticidade | Caracteres |       |       |       |       |
|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                             | NRAM       | NFOL  | NINF  | NFAB  | ALPT  |
| $C_{Va}$                    | 16,18      | 24,68 | 47,68 | 51,63 | 22,83 |
| $la^2P$                     | 66,16      | 91,77 | 69,41 | 85,91 | 91,84 |
| $la^2S$                     | 55,04      | 92,08 | 96,70 | 92,74 | 90,35 |

Valores expressos em %.

**Tabela 4-** Valores dos estimadores de plasticidade, como o coeficiente de variação ambiental (Cva), índice de determinação ambiental para parcela ( $Ia^2P$ ) e índice de determinação ambiental para subparcela ( $Ia^2S$ ) para os caracteres: DIMC, CMEN, CMLF e LMLF

| Estimadores de plasticidade | Caracteres |       |       |       |
|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|
|                             | DIMC       | CMEN  | CMLF  | LMFL  |
| CVa                         | 16,69      | 26,46 | 30,50 | 32,94 |
| $Ia^2P$                     | *          | 96,73 | 96,20 | 96,12 |
| $Ia^2S$                     | 94,85      | 94,66 | 96,96 | 97,72 |

Valores expressos em %; \* valor menor que zero.

**Tabela 5-** Teste de médias dos caracteres: NRAM, NFOL, NINF, NFAB e ALPT

| Tratamentos | Média dos Caracteres |         |         |         |         |
|-------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|             | NRAM                 | NFOL    | NINF    | NFAB    | ALPT    |
| Sombrite    | 3,25 A               | 32,14 B | 8,44 A  | 15,51 A | 47,35 A |
| Pleno sol   | 3,80 A               | 38,84 A | 10,09 A | 10,62 A | 39,40 B |

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste *F*.

**Tabela 6-** Teste de médias dos caracteres: DIMC, CMEN, CMLF, LMLF em função dos níveis de luminosidade

| Tratamentos | Média dos Caracteres |         |         |         |
|-------------|----------------------|---------|---------|---------|
|             | DIMC                 | CMEN    | CMLF    | LMLF    |
| Sombrite    | 5,38 A               | 46,23 A | 64,27 A | 36,80 A |
| Pleno sol   | 5,17 A               | 35,80 B | 47,48 B | 28,30 B |

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste *F*.

**Tabela 7-** Teste de médias dos caracteres: NRAM, NFOL, NINF, NFAB e ALPT

| Tratamentos     | Média dos Caracteres |         |         |         |         |
|-----------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                 | NRAM                 | NFOL    | NINF    | NFAB    | ALPT    |
| Controle (solo) | 2,87 A               | 23,89 B | 3,58 C  | 3,35 B  | 19,41 B |
| NPK             | 3,39 A               | 34,89 A | 7,52 B  | 17,06 A | 48,25 A |
| Esterco         | 4,09 A               | 41,49 A | 12,63 A | 15,44 A | 46,97 A |
| Esterco+NPK     | 3,77 A               | 41,69 A | 13,32 A | 16,43 A | 49,32 A |

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 8-** Teste de médias dos caracteres: DIMC, CMEN, CMLF, LMLF em função dos substratos

| Tratamentos | Média dos Caracteres |         |          |         |
|-------------|----------------------|---------|----------|---------|
|             | DICM                 | CMEN    | CMLF     | LMLF    |
| Controle    | 3,89 B               | 26,22 B | 34,37 C  | 18,66 C |
| NPK         | 5,75 A               | 44,42 A | 56,65 B  | 30,96 B |
| Esterco     | 5,56 A               | 47,11 A | 67,54 A  | 40,68 A |
| Esterco+NPK | 5,91 A               | 46,31 A | 65,02 AB | 39,99 A |

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BRADSHAW, A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, v.13, p. 115-155, 1965.
- BRITO, S.A.R.M., BRITO, S.A.A. Forty years of Brazilian medicinal plant research. **Journal of Ethnopharmacology**, v.39, p.53-67, 1993.
- GOMES, E.C., MING, L.C., MOREIRA, E.A., *et al.* Constituintes do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Farmácia**, v.74, n.2, p.29-32, 1993.
- KAGEYAMA, P.Y. Conservação *in situ* de recursos genéticos de plantas. **Revista do Instituto de Pesquisas Florestais**, n.35, p.41-46, 1987.
- KAMADA, T. Plasticidade fenotípica da morfologia e do óleo essencial em acessos de manjeriço (*Ocimum spp.*), 1998. 59p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- MACDONALD, S.E., CHINNAPPA, C.C., REID, D.M. Evolution of phenotypic plasticity in *Stellaria longipes* complex: comparisons among cytotypes and habitats. **Evolution**, v.42, n.5, p. 1036-1046, 1988.
- MARTINS, E.R., CASTRO, D.M., CASTELLANI, D.C., *et al.* **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 220p.
- MING, L.C. Adubação Orgânica no Cultivo de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. - Verbenaceae. In: MING, L.C. (coord.) **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares - avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu, SP: UNESP, 1998. v.1., p.165-192.
- MOLDENKE, H.N. Flora of Panama Verbenaceae. **Acta Missouri Botanic Garden**, n.60, p.41-148, 1973.
- PASCUAL, M.E., SLOWING, K., CARRETERO, E., *et al.* *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, v.76, p.201-214, 2001.
- SALIMENA-PIRES, F.R., GIULIETTI, A.M. Flora da serra do cipó, Minas Gerais: Verbenaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.17, 1998. p.155-186.
- SCHLICHTING, C.D., LEVIN, D.A. Phenotypic plasticity of annual *Phox*: tests of some hypothesis. **American Journal of Botany**, v.71, n.2, p.253-260, 1984.
- STEFANINI, M.B. **Ação de fitorreguladores no crescimento, produção de biomassa e teor de óleos essenciais em (*Lippia alba* (Mill) N.E.Br. - Verbenaceae, em diferentes épocas do ano**. 1997. 122p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu.
- SULTAN, S.E., BAZZAZ, F.A. Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. I. Diversity and uniformity in genotypic norms of reaction to light. **Evolution**, v.47, n.4, p.1009-1031, 1993.
- VIA, S., LAND, R. Genotype-environment interaction and the evolution of phenotypic plasticity. **Evolution**, v.39, n.3, p.505-522, 1985.
- YACOUN, L.B.D. **Manual do aluno: Universidade Federal de Juiz de Fora**. Belo Horizonte: MG. Ed. Gráfica Ltda., 1998. 89p.