

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA
VINCA (*Catharanthus roseus*) EM RELAÇÃO À
ADUBAÇÃO E ÉPOCA DE COLHEITA**

MANUELA MARTINS FERREIRA

2003

MANUELA MARTINS FERREIRA

**CRESCIMENTO, ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E ABORDAGEM
FITOQUÍMICA DE PLANTAS DE *Catharanthus roseus* (L.) G. Don EM
FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ÉPOCA DE COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a
obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

2003

MANUELA MARTINS FERREIRA

**CRESCIMENTO, ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E ABORDAGEM
FITOQUÍMICA DE PLANTAS DE *Catharanthus roseus* (L.) G. Don EM
FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ÉPOCA DE COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 11 de fevereiro de 2003

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro

UFLA

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho

UFLA

Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira Pinto

DAG/UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

Ao meu amor, Murilo, por todo o apoio,

OFEREÇO

Aos meus pais, pois sem eles nunca chegaria até aqui,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram.

Ao Murilo.

À minha amiga Chrystiane.

Ao meu colega Nilmar.

Ao Luís e Seu Geraldo, do Horto de Plantas Medicinais da UFLA.

A todo o pessoal do Setor de Olericultura da UFLA.

Aos alunos de iniciação científica, Jorge, Samantha, Nicolau, Érico,
Diego, Ricardo, Valéria, Carol, Vanisse.

Aos Professores José Eduardo, Graça, Evaristo e Gabriel.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 História.....	3
2.2 Origem e ocorrência.....	4
2.3 A espécie e descrição botânica	4
2.4 Aspectos agronômicos	5
2.4.1 Adubação mineral.....	7
2.4.2 Adubação orgânica.....	10
2.4.3 Época de colheita.....	14
2.5 Princípios ativos.....	16
2.6 Análise fitoquímica.....	17
2.6.1 Alcalóides	18
2.6.2 Alcalóides da <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	20
2.7 Análise de crescimento de plantas	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Considerações gerais e condução do experimento.....	24
3.2 Avaliação de características relacionadas ao crescimento	25
3.3 Análise fitoquímica em folhas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	27
3.4 Análise estatística.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Matéria seca total e particionada.....	30
4.2 Área foliar e número de folhas.....	38
4.3 Razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica	42
4.4 Altura de plantas e diâmetro do caule.....	47
4.5 Análises fitoquímicas.....	50
5 CONCLUSÕES	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Valores da análise do esterco bovino utilizado no experimento. UFLA, Lavras-MG, 2002.	25
TABELA 2	Valores médios, em gramas, da matéria seca de folhas, de ramificações e caule, de raízes e total de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don adubadas com esterco bovino e colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio. UFLA, Lavras-MG, 2002.	34
TABELA 3	Estimativas de matéria seca dos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.	38
TABELA 4	Estimativas de área foliar dos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.	41
TABELA 5	Valores médios dos índices fisiológicos de crescimento RAF, RPF e AFE em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don nas diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2002.	44
TABELA 6	Valores médios dos índices fisiológicos de crescimento RAF, RPF e AFE em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don nas diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2002.	46
TABELA 7	Estimativas da altura e diâmetro das plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don nos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.	50

LISTA DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1	Foto ilustrativa da planta de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don.	5
FIGURA 2	Biossíntese de alcalóides indólicos.	19
FIGURA 3	Vincristina (R=CHO) e Vimblastina (R=CH ₃).	21
FIGURA 4	Efeito das doses de esterco bovino sobre a matéria seca total de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don, aos 2, 4 e 6 meses de cultivo (colheitas 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.	31
FIGURA 5	Efeito de diferentes doses de esterco bovino sobre a matéria seca de folhas (A), ramificações e caule (B) e raízes (C) em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don. UFLA, Lavras-MG, 2002.	33
FIGURA 6	Razão entre a matéria seca da parte aérea e de raiz em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don submetidas a diferentes doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.	36
FIGURA 7	Razão entre a matéria seca da parte aérea e da raiz em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas. UFLA, Lavras-MG, 2002.	37

FIGURA 8	Influência das doses de esterco bovino sobre a área foliar das plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don aos 2, 4 e 6 meses (épocas de colheita 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.	39
FIGURA 9	Área foliar de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas (colheitas 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.	40
FIGURA 10	Efeito das doses de esterco bovino, nas três épocas de colheita, sobre o número de folhas em plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don. UFLA, Lavras-MG, 2002.	42
FIGURA 11	RAF, RPF e AFE de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don submetidas a diferentes doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.	43
FIGURA 12	Altura média de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don submetidas a diferentes níveis de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.	47
FIGURA 13	Altura de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas (épocas de colheita 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.	48
FIGURA 14	Diâmetro médio do caule de plantas de <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don em função das doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.	49

FIGURA 15	Teste para esteróides e triterpenóides. UFLA, Lavras-MG, 2002.	51
FIGURA 16	Cromatografia em camada delgada – tratamento químico (A) e orgânico (B). UFLA, Lavras-MG, 2002.	52

RESUMO

FERREIRA, Manuela Martins. **Crescimento, alocação de biomassa e abordagem fitoquímica de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don em função da adubação orgânica e época de colheita.** LAVRAS: UFLA, 2003. 63p. (Dissertação - Mestrado)*

O gênero *Catharanthus* pertence à família Apocynaceae e é composto por 8 espécies. Sob o aspecto medicinal, são atribuídas propriedades anticancerígenas, sendo os alcalóides as substâncias associadas a esse efeito. Os estudos sobre influências ambientais, como adubação e época de colheita, que interferem nas condições de cultivo de espécies medicinais, são associados às alterações morfofisiológicas e, conseqüentemente, à síntese de substâncias derivadas do metabolismo secundário. Nesse contexto, pela necessidade de uma exploração econômica desse potencial para a produção em larga escala de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (vinca), o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica e da época de colheita no crescimento, alocação de biomassa e na presença de alcalóides dessa espécie. Em geral, os resultados demonstraram ser a adubação orgânica mais favorável ao desenvolvimento das plantas. Os valores de RAF, RPF e AFE apresentaram-se menores no maior nível de adubação orgânica (6 kg/m² de esterco de curral). A presença de alcalóides revelou-se em plantas cultivadas tanto sob adubação orgânica como química. Quanto às diferentes épocas de colheita estudadas, a colheita aos dois meses de cultivo demonstra ser a mais favorável para a obtenção de maior biomassa.

* Comitê Orientador: José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Orientador), Evaristo Mauro de Castro - UFLA.

ABSTRACT

FERREIRA, Manuela Martins. **Growth, biomass allocate and phytochemistry approach of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don plants with regard to organic manuring and harvest time.** LAVRAS: UFLA, 2002. 63p. (Dissertation – Master Program in Agronomy/Crop Science)*

The genus *Catharanthus* belongs to the family Apocynaceae and is composed of 8 species. Under the medicinal aspect anti-carcinogen properties is ascribed and alkaloids are the substances associated to this effect. The studies about the environmental factors such as manuring and harvest time, that interfere on the medicinal species growing conditions are associated to morphophysiological alterations and consequently in the synthesis of substances derived from secondary metabolism. Under this context, by the need for an economical exploration of that potential, for the large scale production of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (vinca), the present work purposed verify the effects of organic manuring and the harvest times on the growth and development of that specie. In general, the results showed that organic manuring is more favorable for the development of the plants. The RAF, RPF and AFE values showed lesser in the major level of organic manuring (6 kg/m² of bovine dung). The presence of alkaloids revealed on plants cultivated at the both types of manuring. As to the different harvest times studied, the harvest at 2 months of cultivation showed to be the most favorable for major biomass gain.

* Guidance Committee: José Eduardo Brasil Pereira Pinto - UFLA (Major Professor), Evaristo Mauro de Castro - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais na terapêutica humana é consagrado há milênios, segundo relatam diversos testemunhos históricos pertencentes a diferentes civilizações e culturas que se sucederam em nosso planeta. No início ele foi guiado pelo instinto, à semelhança dos animais, depois empiricamente e, mais tarde, aprendendo suas propriedades terapêuticas de acordo com os avanços tecnológicos (Corrêa Jr. et al., 1991).

Com a evolução da química, a partir do século XIX, modificou-se a forma de utilização das plantas, do uso direto destas e seus preparados passou-se a utilizar as moléculas ativas nelas contidas, chegando-se a reproduzir artificialmente a substância ativa isolada. Em consequência, relegaram-se ao segundo plano as plantas que originaram estas substâncias (Neves, 1982). No entanto, por motivos diversos, como intoxicações por medicamentos, preço alto e busca de uma vida mais saudável e natural, o cultivo e uso de plantas medicinais têm crescido nas últimas décadas. Os efeitos colaterais das plantas, quando comparados aos dos remédios químicos, são mínimos. Essa vantagem, além do custo mais baixo e dos resultados já comprovados cientificamente, tem impulsionado o crescimento do uso de plantas medicinais (Sartório et al., 2000).

Atualmente, no mundo todo, botânicos, biólogos, farmacêuticos, médicos, laboratórios, instituições governamentais vêm estudando, pesquisando e comprovando os conhecimentos transmitidos através das tradições e da cultura popular. Segundo a Organização Mundial da Saúde, 80% da população mundial utiliza as plantas medicinais como principal recurso no atendimento básico da saúde (O Poder..., 2002). O mercado mundial de fitoterápicos movimenta cerca de 50 bilhões de dólares anuais. No Brasil, esse mercado começou a se expandir recentemente e movimenta cerca de 600 milhões de dólares por ano (Colavitti, 2002).

Devido à crescente demanda em relação às plantas medicinais, a coleta indiscriminada pode levá-las a um processo de extinção, como já vem ocorrendo com certas espécies em algumas regiões. A solução proposta para solucionar o problema do extrativismo e obter matéria-prima de qualidade e em quantidade suficiente é o cultivo comercial das espécies selecionadas. Porém, são poucas as informações disponíveis do ponto de vista agrônomo (Carvalho et al., 1996). Evidencia-se assim a necessidade de realização de estudos que revelem o comportamento das espécies medicinais quando submetidas às técnicas de produção agrícola, pois vários fatores afetam a produção de biomassa e de produtos metabólitos das plantas medicinais. Dentre estes, podem-se citar fatores internos, como a genética da planta e os fatores externos, como altitude, fotoperíodo, temperatura, incidência de luz solar, espaçamento, época de colheita, tratamentos culturais aplicados à cultura e fatores de solo, principalmente a adubação, tanto orgânica quanto mineral.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes adubações orgânicas e épocas de colheita sobre algumas características de crescimento e fitoquímicas em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História

Até meados do século XX, os medicamentos de origem vegetal constituíam a base da terapia medicamentosa, quando o desenvolvimento da síntese química foi rapidamente introduzindo novas drogas. Atualmente, cerca de 50% dos medicamentos utilizados são de origem sintética e cerca de 25% são originários de planta, isolados diretamente ou produzidos por síntese a partir de um precursor vegetal.

No entanto, nos últimos anos, o interesse pelos medicamentos de origem vegetal voltou a crescer, acompanhado de um aumento significativo nos investimentos em pesquisa. Entre os diversos fatores que impulsionaram esse retorno, tem-se a descoberta de drogas muito eficazes no tratamento do câncer. Um dos exemplos mais importantes é o da *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, utilizada pela população de Madagascar no tratamento do diabetes (Carvalho, 2001). Durante os testes de atividade hipoglicemiante, os extratos desta espécie produziram granulocitopenia em consequência da supressão da medula óssea dos animais, sugerindo avaliação em modelos de leucemias e linfomas. A confirmação da atividade nesses modelos levou ao isolamento dos alcalóides vimblastina e vincristina que, atualmente, são de grande utilidade no tratamento de leucemias, linfomas e câncer testicular (Fellows, 1995; Cragg & Newman, 1999).

2.2 Origem e ocorrência

A *Catharanthus roseus* (L.) G. Don é originária de Madagascar e cultivada como planta ornamental em regiões tropicais e subtropicais, já sendo difundida em muitos países. Para satisfazer à demanda da planta como fonte de alcalóides, esta é colhida de fontes naturais e cultivadas em Madagascar, na Austrália, na África do Sul, na América do Sul, nas Índias Ocidentais, na Europa, na Índia e no sul dos Estados Unidos (Robbers et al., 1997).

2.3 A espécie e descrição botânica

O gênero *Catharanthus* é composto por oito espécies; a mais importante é a *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (Figura 1), no Brasil conhecida como vinca, pervinca, boa-noite ou maria-sem-vergonha. Pertence à família Apocynaceae, é uma planta semi-herbácea, de porte subarborescente e ciclo de vida perene. Possui hastes prolongadas e tombadas, com folhas entre-ovaladas e elípticas, um pouco duras e completamente sem tricomas (Morgan, 1994). Seu crescimento é rápido e a planta atinge de 40 a 80cm de altura. As flores são de cor lilás, rosa ou branca (Paris & Moyse, 1957). Botanicamente tem grande parentesco com a *Vinca minor* Linné, a pervinca comum.



FIGURA 1. Foto ilustrativa da planta de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don

2.4 Aspectos agronômicos

A humanidade chegou até a década de 50 do século XX utilizando intensivamente plantas medicinais e suas formas derivadas com resultados comprovados. Com o advento da indústria farmacêutica e a síntese de muitos princípios ativos em laboratório, o homem vem se distanciando de suas origens. No entanto, por motivos diversos, como intoxicações por medicamentos, preço alto e busca de uma vida mais saudável e natural, o cultivo e o uso de plantas medicinais têm crescido nas últimas décadas.

Porém, no que diz respeito a aspectos agronômicos, pouco se sabe sobre a *Catharanthus roseus* (L.) G. Don; raras são as pesquisas e a literatura. Por isso, há a necessidade de se estabelecer técnicas apropriadas para a produção desta planta e assim definir, por exemplo, adubação, espaçamento e produtividade. É

muito importante que o comportamento da planta seja observado quando ela for submetida às técnicas de produção agrícola.

Tem-se registrado a influência de inúmeros fatores determinando variações por vezes consideráveis sobre o teor e a composição de princípios ativos em plantas medicinais. Estas variações podem ser função dos grandes ciclos estacionais anuais e podem também variar qualitativa e quantitativamente em relação ao ciclo de um dia, correspondendo a específicos estados metabólicos da planta, como ocorre com os glicosídeos cardiotônicos das espécies do gênero *Digitalis*. A composição e teor de princípios ativos, em geral, podem também apresentar variações provocadas por diferentes situações geográficas, como altitude, latitude, luz e fotoperíodo. Apresentam oscilações em função de fatores individuais da própria planta, tais como idade, maturidade e posição do órgão na planta, condições de sanidade ou fatores genéticos. Variam ainda em função de condições climáticas locais (temperatura, umidade, precipitação) nas quais se desenvolvem, respondem, por vezes, às práticas e manejos culturais que estejam sujeitas e principalmente aos métodos de colheita e secagem. Assim, condições locais, como solo, clima, competição com outras plantas ou práticas de manejo, como adição de nutriente, irrigação, combate a ervas e colheita no tempo certo, são fatores determinantes na obtenção de teor e qualidade indispensáveis à produção desta matéria-prima especializada, com alto valor biológico e de maneira econômica (Duarte, 1984).

Segundo Flück (1955) e Corrêa Jr. et al. (1991), o conteúdo de princípio ativo nas plantas medicinais é consequência dos efeitos de fatores genéticos e de influências externas que são chamadas efeitos ecológicos ou fenotípicos ou ambientais (por exemplo, solo e clima).

As substâncias medicinais são produzidas pelo vegetal e apresentam funções bem específicas dentro da planta. Na maioria das vezes são frutos do metabolismo secundário, tendo, portanto, função ligada à ecologia da planta, isto

é, ao relacionamento da planta com o ambiente que a envolve. Além disso, essas substâncias podem estar presentes na planta o tempo inteiro ou só serem produzidas mediante estímulos específicos. Assim, a regulação do metabolismo secundário depende da capacidade genética da planta em responder a estímulos internos ou externos e da existência desses estímulos no momento apropriado. Normalmente, estes estímulos são caracterizados como situações de estresse, ou seja, excesso ou deficiência de algum fator de produção para a planta (Martins et al., 1994). Por tudo isso, informações sistematizadas sobre as características edafoclimáticas de um determinado local são fundamentais para uma boa estratégia de produção.

2.4.1 Adubação mineral

Martins et al. (1994) citam que, dentre os fatores que podem interferir na composição química de uma planta, a nutrição é um dos que merecem mais destaque, visto que a deficiência ou excesso de nutrientes podem promover maior ou menor produção de princípios ativos na planta.

Alguns resultados de pesquisa demonstram que a adubação mineral pode ter efeitos diferentes dentro do mesmo gênero, como, por exemplo, nos ensaios realizados por Flück (1963) e citados por Gershenzon (1984). Este autor obteve respostas inversas nos teores de óleo essencial em espécies de *Mentha*, quando submetidas a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

Para muitas plantas medicinais foram realizadas pesquisas visando conhecer o padrão de comportamento dos princípios ativos (entre eles, muitos alcalóides de elevado interesse econômico) sob a influência de uma diversidade de fatores, principalmente experimentos de nutrição mineral ou localizações geográficas muito diferentes. A maior parte destas pesquisas envolve

observações sobre a influência de fertilizantes, principalmente N, P e K, sobre a produção do princípio ativo de interesse na cultura em estudo (Duarte, 1984).

Entre os macronutrientes, os autores destacam a influência principal do nitrogênio. Laszlo (1979) verificou que a aplicação de nitrogênio em *Anethum graveolens* L. (endro ou aneto) aumentou proporcionalmente o rendimento da massa, mas com relação ao nível de óleo essencial o tratamento com uma quantidade média do nutriente é que obteve o melhor resultado.

Nykänem (1986), citado por Hay & Waterman (1993), concluiu que o nitrogênio traz complexas influências na química de *Ocimum basilicum* (manjeriço). Adler et al. (1989), também citados por Hay & Waterman (1993), sugeriram que o conteúdo e a composição do óleo de *Ocimum basilicum* (manjeriço) também podem ser influenciados por aplicações químicas nas quais o N é utilizado.

Johri et al. (1991) obtiveram, em dois anos de experimentos com *Chamomilla recutita* (camomila) crescendo em solo com pH 7,7 de média fertilidade e testando quatro taxas de nitrogênio (0, 20, 40 e 60 kg/ha), o maior rendimento de botões florais e óleo essencial, na maior taxa de nitrogênio. A resposta positiva à adubação nitrogenada nas plantas folhosas e floríferas é, via de regra, mais impactante que os ganhos obtidos na resposta positiva ao superfosfato ou aos sais de potássio nas plantas cujos produtos são frutos, sementes e raízes.

Encontram-se casos em que o rendimento em alcalóides, por exemplo, é claramente favorecido pela adubação nitrogenada (*Datura stramonium* e *Lobelia inflata*) e outros nos quais apenas um pequeno incremento é registrado (*Atropa beladonna* e *Hyoscyamus niger*). O efeito da aplicação de fertilizantes sobre a concentração de alcalóides não está bem definido (Tebet et al., 1996). Segundo Nowacki et al. (1976), citados por Tebet et al. (1996), plantas produtoras de alcalóides originados de certos aminoácidos (tirosina, ácido glutâmico, lisina)

reagem ao aumento da fertilização nitrogenada com elevação na produção de alcalóides. Mas, a *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, cujos alcalóides são derivados do triptofano, apresentou comportamento diferente. A biossíntese do triptofano é mais complexa do que a da maioria dos aminoácidos, sendo difícil romper o processo com adubação de nitrogênio, mesmo em doses elevadas.

Em *Cordia verbenacea* D. C. (erva-baleeira ou maria-preta) a adubação com nitrogênio aumentou significativamente a matéria seca. A fertilização completa com NPK produziu o maior valor da artemetina. Verificou-se também que a fertilização potássica incrementou a produção de hidroxiartemetina (Montanari Jr et al., 1992).

Em *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedras) observou-se aumento gradual na concentração de alcalóides na matéria seca da parte aérea à medida que se aumentou a dose aplicada de nitrogênio. A máxima produção de alcalóides, na dose de N equivalente a 90% da máxima produção de matéria seca da parte aérea (79,89 mg de N/dm³ de solo), foi de 0,676 mg de alcalóides totais/g de matéria seca da parte aérea. Justifica-se, portanto, uma adubação nitrogenada visando maior produção econômica de alcalóides nesta espécie. Desta maneira, quando se aplica uma adubação nitrogenada visando maior produção econômica de matéria seca, estamos também aumentando o teor de alcalóides totais na parte aérea (Becker, 1997).

Com relação ao uso de fósforo, Laszlo (1979) cita que este elemento não teve influência significativa na produção de massa vegetal em *Anethum graveolens* L. (endro ou aneto) mas sim na produção e no teor de óleo essencial dos frutos. Menciona também que diminuiu o teor e não influenciou a quantidade de óleo quando se considerou a planta. Em *Papaver somniferum* L. (papoula), a resposta da aplicação de fósforo no rendimento de látex (alcalóide), demonstrou-se significativo até 40 kg P₂O₅/ha no primeiro ano. No segundo ano, aumentos significativos no rendimento de látex foram obtidos até 20 kg P₂O₅/ha.

A porcentagem média de aumento a 20, 40 e 60 kg P₂O₅/ha sobre a ausência deste elemento foi da ordem de 9,3%; 14,2% e 16,3% no rendimento do látex (Jain,1990).

Em *Justicia pectoralis* Jacq. var. *stenophylla* (chambá ou anador do nordeste brasileiro) foi verificado que a produção de cumarinas é menor quando há deficiência de fósforo e potássio na planta (Barros et al., 1992). Sinha & Singh (1984), cultivando plantas sob deficiência de potássio, observaram o acúmulo de nitrogênio amoniacal a partir de 60 dias do plantio, independente da época do ano em que foram cultivadas. Nestas condições, o teor de óleo essencial foi mais alto, porém, seu efeito na redução da área foliar foi muito grande, o que reduziu consideravelmente a produção de óleo por planta e por área cultivada.

Figueira (1996), testando o efeito de vários níveis de macroatmentos na produção de matéria seca de *Artemisia annua* (artemisia) e a influência do status nutricional na produção de artemisinina, verificou que a produção desta foi alta nas condições de solução completa e a omissão de N e P afetou drasticamente o crescimento e produção da matéria seca.

2.4.2 Adubação orgânica

A prática da adubação orgânica, além de fornecer nutrientes para as plantas, proporciona melhoria da estrutura física do solo, aumenta a retenção de água, diminui as perdas por erosão, favorece o controle biológico, devido à maior população microbiana e melhora a capacidade tampão do solo (Lopes, 1989). Segundo Primavesi (1982), o adubo orgânico também aumenta a capacidade de troca catiônica, eleva o pH e com isso reduz o teor de alumínio trocável, aumentando a disponibilidade de nutrientes aplicados por meio dos fertilizantes minerais. Em um estudo dos problemas e vantagens da fertilização

mineral em plantas medicinais, Vömel (1984), citado por Corrêa Jr (1994), relata que, nos últimos anos, grande atenção tem sido dada para a “bio-agricultura” e que as plantas medicinais e especiarias têm melhor qualidade justamente se coletadas em áreas nativas ou se produzidas em solos fertilizados unicamente com matéria orgânica.

As matérias-primas empregadas como fertilizantes orgânicos podem ser de natureza vegetal (restos de culturas, outros restos vegetais e adubos verdes); animal (estercos e outros resíduos de animais como vísceras e sangue) e de natureza mista, contendo resíduos vegetais e animais. Também são denominados composto (Kiehl, 1985).

Lopes & Guilherme (1990) descrevem que o adubo orgânico exerce efeitos promotores de crescimento das plantas garantindo produtividade semelhante ou maior do que a obtida com os adubos minerais. Fato este foi observado por vários autores como, por exemplo, Haworth & Cleaver (1967), ao utilizarem fontes orgânicas e minerais na adubação da cultura da alface; Blanc et al. (1983), ao cultivarem alface com o adubo orgânico (esterco bovino) e adubos minerais com níveis equivalentes de nutrientes; Rodrigues (1990), ao avaliar os efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento de alface e Ricci et al. (1994), no estudo sobre a produção de alface adubada com composto orgânico.

No cultivo com plantas medicinais, a opção pela utilização de adubo orgânico e cultivo mínimo é uma alternativa promissora, tanto para Corrêa Jr et al. (1991) quanto para Mattos (1989). Este último acrescenta a estas técnicas as práticas de agricultura alternativa (biológica, biodinâmica, etc.) por possibilitarem o desenvolvimento de plantas mais resistentes a pragas e doenças e pela não utilização de agrotóxicos que neste caso podem comprometer a composição química da planta, alterando ou mesmo invalidando seu uso medicinal.

A aplicação de 1 a 5 kg de matéria orgânica/m² é recomendada para a produção de biomassa de espécies medicinais (Corrêa Jr et al., 1994).

Scheffer (1991), trabalhando com matéria orgânica e com a espécie *Achillea millefolium* L (mil folhas), verificou que houve um aumento na biomassa e no rendimento de óleo essencial nesta espécie, em função da dose utilizada. Observou-se, ainda, que a dose de adubo orgânico (esterco de gado + palha) que proporcionou maior incremento nestas variáveis foi de 3,0 kg/m². Já Ming (1992), trabalhando com diferentes doses de esterco (0, 1, 2, 4 e 8 kg/m²) em *Lippia alba* (Mill) N.E.Brown. (erva cidreira brasileira), observou que quanto maior a dose de adubo orgânico, maior a biomassa produzida, porém, menores doses de esterco proporcionaram aumento na concentração de óleos essenciais desta espécie, considerando assim como ideal a dose de 40 t/ha de esterco.

Blanco (1994) observou que, de modo geral, praticamente todas as características de biomassa (altura da planta, número de folhas, área foliar e peso de matérias fresca e seca das folhas) em *Plantago major* L. (tanchagem) foram afetadas significativamente pelos tratamentos de adubação (composto orgânico; composto orgânico + 4-14-8; esterco bovino; esterco bovino + 4-14-8; 4-14-8).

Carvalho et al. (1996) estudaram a influência da adubação química com 4-14-8 (0, 300 e 600 kg/ha) e orgânica com esterco bovino (0, 15 e 30 t/ha) em *Baccharis trimera* (Less) D.C. (carqueja). Verificaram que, para a variável altura de plantas, não houve diferença entre os tratamentos, sugerindo que esta espécie apresenta uma boa resposta à adubação orgânica. Para o peso de matéria fresca e peso de matéria seca, apenas as diferentes doses isoladas de esterco bovino exerceram influência, sendo que o maior ganho foi alcançado na dose de 30 t/ha de esterco bovino. Para a percentagem de óleo essencial não houve diferença significativa entre os tratamentos. No segundo corte, efetuado seis meses após o

primeiro, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis estudadas.

Silva Filho et al. (1997) observaram que à medida que a quantidade de composto orgânico adicionada ao solo aumentava, a produção de biomassa nas diferentes partes das plantas de *Phyllanthus stipulatus* L. (quebra-pedra) estudadas aumentava linearmente. Segundo estes autores, esta planta responde bem à adubação orgânica tanto na biomassa total como em todos os componentes da planta e um incremento de 0,55kg/m² na biomassa seca pode ser conseguido com a adição de 10 kg/m² de composto orgânico.

Maiores produções de óleo essencial na biomassa fresca/ha e de óleo essencial na matéria seca/ha de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. (capim-cidreira ou capim-limão) foram detectadas por Lunkes et al. (1999) nos tratamentos adubação orgânica + adubação química e adubação orgânica. Isto indica que apenas a adubação orgânica já foi suficiente para obter altas produtividades.

Armond et al. (2000), estudando a produção de óleos essenciais da *Calendula officinalis* L. (calêndula) cultivada em vários compostos orgânicos verificaram que as plantas desenvolveram-se bem em qualquer tipo de solo, desde que rico em matéria orgânica. As plantas cultivadas em húmus de minhoca, composto com preparado biodinâmico e o composto acrescido com farinha de osso apresentaram maior desenvolvimento. As flores alaranjadas apresentaram maior teor de óleo essencial, independente do tratamento.

2.4.3 Época de colheita

A planta não se comporta da mesma maneira durante todo o ano. Ela sofre alterações e, com isso, a concentração de princípios ativos varia. Sendo assim, é importante saber a época certa de colhê-la, pois o teor de suas substâncias é mais elevado numa determinada estação do ano (Sacramento, 2001).

O primeiro aspecto a ser observado na produção de plantas medicinais com qualidade, além da condução das plantas, é, sem dúvida, a colheita no momento certo. As espécies medicinais, no que se refere à produção de substâncias com atividade terapêutica, apresentam alta variabilidade. O ponto de colheita varia de acordo com o órgão da planta, estágio de desenvolvimento, a época do ano e hora do dia. No entanto, ainda há certo empirismo no que se refere à determinação do melhor momento para que se possa efetuar a colheita de plantas medicinais e aromáticas. Deve-se salientar que a colheita das plantas em determinado ponto tem como objetivo a obtenção do máximo teor de princípio ativo (Martins et al., 1994).

Neste contexto, Macrae & Towers (1984) constataram teor de cumarina cerca de duas vezes maior em folhas maduras em relação às folhas jovens de *Justicia pectoralis* Jacq., var. *Stienothylla leon* (chambá).

Segundo Martins et al. (1994), a *Digitalis purpurea* (dedaleira), aos quatro meses após o plantio, apresenta 0,0014% de digitoxina (glicosídeo cardioativo), enquanto que aos oito meses, próximo do florescimento, este teor pode chegar até a 0,08% (cerca de 57 vezes maior do que o anterior).

Pereira (1997) recomenda que a colheita de *Mikania glomerata* (guaco) na região de Ribeirão Preto seja feita no mês de janeiro, uma vez que neste período o teor de cumarina nesta planta é elevado. Nesta época também é intensa a emissão de folhas, as quais sintetizam quantidades significativas de cumarina.

Silva et al. (2000) concluíram, em trabalho realizado com *Ocimum basilicum* (manjeriçã), que épocas e horários diferentes de colheita influenciam no teor de óleo essencial. Plantas colhidas em janeiro, às 8:00h, apresentaram maior teor de óleo. Para *Lippia alba* (Mill) N.E.Brown. (erva cidreira brasileira), Ventrella & Ming (2000) observaram que a melhor época de colheita é em janeiro, quando a produção de matéria seca foliar e a produção de óleo essencial foram máximas no cultivo a pleno sol.

Resultados obtidos por Bentes et al. (2001) mostraram que a melhor época para a colheita das raízes de *Pfaffia glomerata* (ginseng brasileiro), cultivada com adubo orgânico é aos 207 dias após o plantio. Depois deste período, há diminuição nos valores observados para altura e diâmetro da primeira brotação, número de raízes e peso da matéria seca das folhas, caules e raízes.

Blanco et al. (2001), estudando a influência de épocas de colheita na produção de óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* (alecrim), observaram que os maiores teores do óleo foram obtidos no inverno, primavera e verão. Observaram também que as épocas de colheita alteraram a composição química do óleo essencial.

Em trabalho realizado por Chaves et al. (2001), o rendimento do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca-cravo) submetido a adubação orgânica e cortes em maio e agosto, foi significativo e superior estatisticamente no outono em relação ao inverno.

Após colheita e avaliação da área foliar, matéria fresca e seca de parte aérea e altura das plantas de *Calendula officinalis* L. (calêndula), Scalon et al. (2001) observaram que houve um crescimento linear destas características, sendo os valores máximos atingidos aos 80 dias do transplante das mudas para o campo.

2.5 Princípios ativos

Sob o enfoque farmacológico, os princípios ativos são substâncias formadas a partir da biossíntese de produtos secundários que, de acordo com sua estrutura química podem ser separados em grupos principais, tais como glicosídeos, substâncias tânicas, terpênicas, óleos voláteis ou essências, resinas, alcalóides, ácidos orgânicos, ceras, corantes vegetais e antibióticos entre outros, com número variável de compostos em diferentes atividades farmacológicas.

Segundo Botsaris & Machado (1999), até meados da década de 1980, a indústria não valorizava nem investia em extratos de plantas medicinais. Eles eram considerados medicamentos ultrapassados. A estratégia utilizada era de identificar nos extratos uma substância com atividade biológica, isolá-la, estudá-la e sintetizá-la em laboratório.

Trabalhava-se com a tese de que as ações desses princípios ativos seriam mais eficientes se usados em maiores quantidades que as que existiam nas plantas. Mas, comprovou-se que as propriedades dessas substâncias isoladas eram menos eficientes e existia o perigo de produzir intoxicações e intolerâncias, o que não ocorria com a planta inteira.

Chernoviz (1996), discutindo essa questão do emprego do princípio ativo isolado comparado ao emprego do extrato da planta, afirma: “o extrato de ópio, cujo emprego é comum, possui propriedades calmantes que não são exatamente as mesmas que as da morfina e da codeína (princípios ativos do ópio), além disso, é melhor suportado pelos doentes que os alcalóides isolados”.

2.6 Análise fitoquímica

A moderna metodologia química de produtos naturais desenvolve o conhecimento de novas substâncias de origem vegetal, isolando-as em estado puro e oferecendo a possibilidade de vários estudos, principalmente de natureza farmacológica e/ou toxicológica (Duarte, 1984).

Sob o ponto de vista da produção do princípio ativo na planta, este apoio da química permite o estudo de parâmetros implicados na formação, teor e composição das substâncias ativas. Deste modo, é possível conhecer o comportamento padrão e variações do princípio ativo sob a influência de fatores naturais e/ou artificiais. De posse desses conhecimentos, torna-se viável o manejo racional e adequado à produção de substâncias medicinais de elevado valor biológico em quantidades economicamente viáveis (Duarte, 1984).

Dentre os fatores naturais de variação de caráter ambiental aos quais as plantas podem estar sujeitas, destacam-se os fatores climáticos e edáficos. O tipo de solo, por meio de sua natureza físico-química, pode ser responsável por variações significativas na composição qualitativa e/ou quantitativa dos princípios ativos em plantas medicinais (Duarte, 1984).

Resultados experimentais de caráter fitotécnico podem fornecer dados preliminares sobre a ocorrência de alcalóides em plantas, caracterizando a influência de fatores externos sobre estas substâncias. Sob o ponto de vista técnico, resulta no primeiro passo para continuidade de pesquisas integradas, agrônômicas-fitoquímicas-farmacológicas, no interesse do conhecimento das propriedades anticancerígenas e carcinogênicas, especialmente atribuídas ao grupo dos alcalóides pirrolizidínicos. Resulta, ainda, sob o ponto de vista prático imediato, na indicação de qual adubação seria mais adequada à produção de plantas detentoras de maior ou menor teor do princípio ativo (Duarte, 1984).

A biossíntese de metabólitos secundários é regulada geneticamente por

fatores ambientais. Entre eles, está a adubação, que atua de forma significativa e complexa no metabolismo e influencia no acúmulo e na qualidade dos princípios ativos, uma vez que afeta direta ou indiretamente a produção de fitomassa, a proporção de órgãos e as vias biossintéticas destes metabólitos secundários.

2.6.1 Alcalóides

A origem de todos os metabólitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose por meio de dois principais intermediários, o ácido chiquímico e o acetato. O ácido chiquímico origina os aminoácidos aromáticos, precursores da maioria dos metabólitos secundários aromáticos, como é o caso dos alcalóides indólicos derivados do aminoácido triptofano (Figura 2) (Simões et al., 1999).

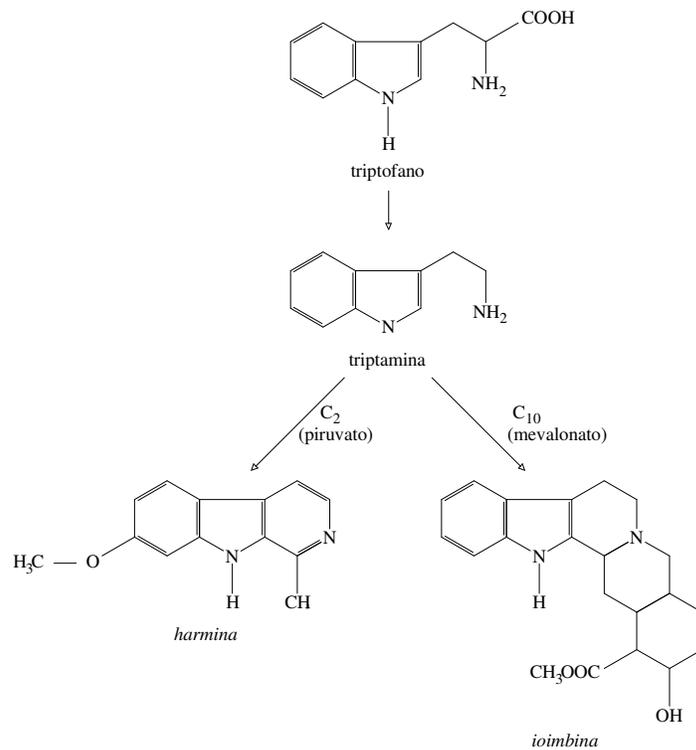


FIGURA 2. Biossíntese de alcalóides indólicos.

Os alcalóides são compostos de origem vegetal com propriedades alcalinas conferidas pela presença de nitrogênio amínico. Podem ser sólidos ou líquidos, incolores ou de coloração amarela ou roxa. Na célula vegetal estão localizados nos vacúolos. Quando na forma de sais, encontram-se nas paredes celulares. Na planta, localizam-se nas folhas, sementes, raízes e nos caules. Sua concentração pode variar muito durante o ano, podendo, em certas épocas, estar restrito somente a determinados órgãos. São distribuídos em 15 grupos, conforme sua origem bioquímica ou semelhança estrutural. Não estão bem

esclarecidas suas funções nas plantas, mas acredita-se que os alcalóides atuem como reserva para a síntese de proteínas; proteção contra insetos e outros animais herbívoros; estimulantes ou reguladores do crescimento, do metabolismo interno e da reprodução; agentes finais da desintoxicação por transformações simples de outras substâncias cujo acúmulo pode ser nocivo ao vegetal (Martins et al., 1994).

Durante o desenvolvimento de pesquisas químicas analíticas foram isoladas determinadas substâncias caracterizadas como alcalóides do grupo pirrolizidínico. Estes são encontrados em várias famílias botânicas, principalmente nas compostas, leguminosas, gramíneas, sapotáceas, santaláceas, papilionáceas e apocináceas. Vários desses alcalóides são conhecidos como possuidores de toxicidade em diferentes graus para animais domésticos e para o homem. Por meio da literatura científica pertinente se tem notícia de que diversos alcalóides deste grupo mostram atividades contra determinados tipos de câncer induzidos ou espontâneos em animais experimentais. Por outro lado, pesquisas têm demonstrado a possibilidade do comportamento carcinogênico devido a esses alcalóides pirrolizidínicos (Duarte, 1984.)

2.6.2 Alcalóides da *Catharanthus roseus* (L.) G. Don

Sob o aspecto medicinal, à *Catharanthus roseus* (L.) G. Don são atribuídas propriedades terapêuticas com potencial anticancerígeno. As partes aéreas são utilizadas na extração de alcalóides antitumorais (0,2% a 1% de alcalóides totais). Elas têm uma mistura complexa de alcalóides indólicos, cujos alcalóides principais, quanto à utilização terapêutica, são os bisindólicos vincristina e vimblastina (Simões et al., 1999). *Catharanthus roseus* (L.) G. Don é fonte de pelo menos 90 alcalóides indólicos, dos quais ajmalicina, vindolina,

catarantina, vincristina e vimblastina se destacam. Desses alcalóides, ajmalicina é usada para o tratamento de hipertensão (Hirata et al., 1987). Os alcalóides vincristina e vimblastina (Figura 3) são usados no tratamento de grande variedade de neoplasias e são recomendados para doença de Hodgkin generalizada, linfoma linfocítico, linfoma histiocítico, micose fungóide, carcinoma testicular avançado, leucemia infantil e sarcoma de Kaposi, bem como para o coriocarcinoma e o câncer de mama resistentes a outras terapias (Robbers et al., 1997).

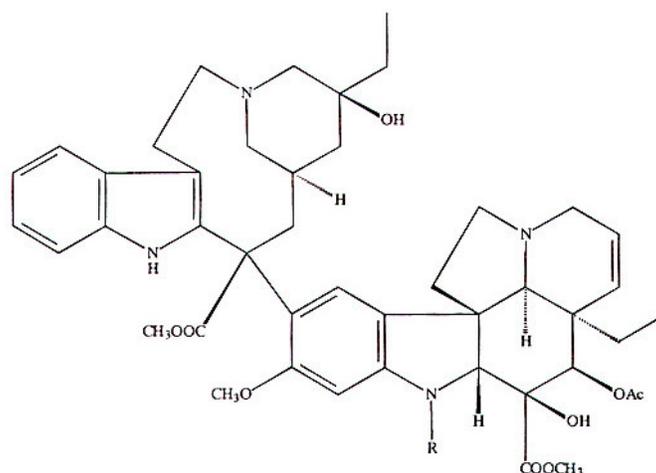


FIGURA 3. Vincristina (R=CHO) e vimblastina (R=CH₃).

2.7 Análise de crescimento de plantas

A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética e o restante, da absorção de nutrientes do solo. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal. Apesar de não se

poder quantificar a importância da fotossíntese e dos nutrientes separadamente existe uma estreita relação entre os dois, de tal forma que deficiências em um prejudica o outro direta e/ou indiretamente (Benincasa, 1988).

Sabe-se que o habitat natural de uma planta determina características normais relativas ao seu crescimento, desenvolvimento e produção final e que, quando levada para outro ambiente, essas características podem ser modificadas. A técnica de análise de crescimento é bastante útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, podendo ser empregada mais eficientemente em plantas de ciclo relativamente longo, de crescimento rápido e com folhas de forma regular (Benincasa, 1988; Peluzio, 1991).

Várias são as características observadas para avaliar a influência de variáveis ambientais no crescimento das plantas, destacando-se: altura da planta, diâmetro do caule, matéria seca total e dos órgãos em separado, área foliar, razão de área foliar (RAF), que se decompõe em área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF).

A matéria seca total de uma planta é considerada o melhor índice fisiológico para se estudar o seu crescimento, por relacionar-se diretamente com a fotossíntese líquida (Logan & Krotkov, 1968), a qual afeta o crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais.

A distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos das plantas é outra característica importante que favorece a compreensão do comportamento vegetal, quando submetido a diferentes condições de cultivo.

A raiz e a parte aérea da planta estão em constante competição por assimilados necessários ao seu desenvolvimento e a relação de distribuição de matéria seca entre parte aérea e raiz pode servir como base para identificação de fatores ambientais e químicos que influenciam o crescimento destas partes (Aung, 1974, citado por Ferreira, 1977).

A determinação da área foliar é fundamental para se estimar o crescimento vegetal, considerando-se que as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese.

A área foliar específica (AFE) é a relação entre a área foliar e o peso seco das folhas (Benincasa, 1988). Vários fatores ambientais influenciam a AFE, podendo a adubação e época de colheita serem fatores que causem alterações.

A razão de peso foliar (RPF) é outro índice bastante usado nos estudos de análise de crescimento. A RPF é a razão entre o peso de matéria seca retida nas folhas e o peso de matéria seca acumulada em toda a planta. Assim, a RPF representa a fração de matéria seca não exportada das folhas para as outras partes da planta (Benincasa, 1988).

A RAF é uma medida relativa ao tamanho do aparelho fotossintetizador. Sua curva é descendente, conforme se processa o crescimento da planta (Klein & Felipe, 1988). Ela é a razão entre a área foliar e o peso de matéria seca acumulada na planta toda (Benincasa, 1988). A RAF é a área foliar que está sendo usada para produzir um grama de matéria seca e serve como parâmetro apropriado para o manejo de comunidades (Magalhães, 1985).

Uma característica também utilizada na avaliação do crescimento de plantas é o diâmetro do caule. O crescimento em diâmetro é estimulado pela atividade cambial que, por sua vez, é estimulada por fotoassimilados (Wardlan, 1990, citado por Castro, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais e condução do experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras no período de novembro de 2001 a maio de 2002. O solo do local é classificado como LVD (Latossolo Vermelho Distroferro). O município de Lavras está situado na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 918 metros, latitude sul de 21° 14', longitude oeste de 45° 00'.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, obedecendo-se a um arranjo de parcelas subdivididas, com duas fontes de adubo: esterco bovino curtido nas doses 0; 320; 640 e 960 g/planta (correspondentes a 0, 2, 4 e 6 kg/m²) e NPK nas dosagens 7,62 g de sulfato de amônio; 1,56 g de superfosfato simples e 0,90 g de cloreto de potássio por planta. A adubação química foi baseada em dosagens utilizadas por Karla et al. (1991). Foram realizadas três colheitas, aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas para o campo, épocas em que as plantas encontravam-se em fase reprodutiva. A unidade experimental foi composta por 24 plantas, sendo consideradas parcela útil as 8 plantas centrais.

A análise do esterco bovino utilizado foi realizada pelo Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Ciências do Solo da UFLA e o resultado encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1. Valores da análise do esterco bovino utilizado no experimento.
UFLA, Lavras-MG, 2002.

pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al (cmol _c /dm ³)	SB	T	V (%)	MO dag/kg	P-rem mg/L
7,2	775,1	1705	4,1	5,3	1,3	15,1	16,4	92,1	19,1	50,4

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5 CTC (T) a pH 7,0
P e K – Extrator Melich 1 V = Índice de Saturação de Bases
Ca, Mg – Extrator: KCl 1N MO (Mat. Org.) – Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N
H + Al – Extrator SMP P-rem = Fósforo remanescente
SB = Soma de Bases Trocáveis

As mudas utilizadas no experimento foram produzidas a partir de sementes de vinca dwarf little blue eye (Sakata). A semeadura foi feita em bandejas de isopor preenchidas com substrato PLANTIMAX[®], sendo colocadas 3 sementes por célula. Posteriormente, foi feito o desbaste e as mudas permaneceram em casa de vegetação durante um período de 55 dias.

Após este período, as mudas foram levadas para o campo e transplantadas para covas (25x25x30 cm, em média) com os adubos, em níveis pré-estabelecidos, previamente misturados, no espaçamento de 40 x 40 cm.

Foram realizadas irrigações regulares visando manter o solo sempre com boa disponibilidade de água para que o crescimento não fosse afetado.

3.2 Avaliação de características relacionadas ao crescimento

No momento de cada colheita, foram avaliados altura e diâmetro do ramo principal das 8 plantas centrais de cada unidade experimental. As medidas de altura foram realizadas com o auxílio de uma régua graduada e o valor do

diâmetro do ramo principal foi obtido com o uso de um paquímetro de precisão de 0,05mm.

Utilizando-se tesoura de poda, colheram-se as plantas ao nível do solo. Logo em seguida, fez-se a contagem do número de folhas e número de ramos por planta, assim como a medição da área foliar total de cada planta por meio de Medidor Eletrônico de Área Foliar, Mod. LI-3100 – LICOR. Posteriormente, foi feita a determinação da biomassa seca total e particionada (folhas, ramos e raízes), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de peso foliar (RPF).

Após a separação da planta em folhas, ramos e raízes, as folhas e ramos foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 37 ± 2 °C, até atingirem peso constante. As raízes foram lavadas em água corrente para retirar o solo aderido, colocadas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 37 ± 2 °C até peso constante. A pesagem foi feita em balança digital, considerando-se precisão de duas casas decimais.

A razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE) foram determinadas a partir dos valores de área foliar (A), expressos em cm^2 e do peso de matéria seca da planta (P) e de matéria seca das folhas (P_t), ambos expressos em g, empregando-se as seguintes equações, de acordo com Benicasa (1988):

$$RAF = \frac{A}{P} \qquad RPF = \frac{P_t}{P} \qquad AFE = \frac{A}{P_t}$$

3.3 Análise fitoquímica em folhas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don

Para a realização da triagem fitoquímica (screening), foram utilizadas folhas das plantas colhidas aos dois meses de cultivo (época que apresentou melhores resultados). Amostras de 50 g de folhas secas provenientes do tratamento químico e de 50 g de folhas secas provenientes do tratamento orgânico com 960g de esterco por planta (dose que apresentou melhores resultados) foram colocadas em dois balões volumétricos de 1000mL. Em seguida, foram cobertas com 700mL de álcool etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) e os balões colocados em refluxo por 48 horas. Após este período, foi realizada a filtração a vácuo e as amostras seguiram para o evaporador rotatório – rotavapor modelo Buchi R-114. Após a evaporação do solvente (etanol), as amostras foram colocadas em frascos de vidro previamente pesados e levadas para estufa com temperatura média de 30°C para completa evaporação do solvente.

A partir dos extratos etanólicos foram realizados testes, a fim de caracterizar os principais grupos de substâncias vegetais de interesse. Por meio de reações que resultavam em mudança de cor ou formação de precipitados, foram realizados os seguintes testes na triagem fitoquímica: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, taninos, flavonóides, carotenóides, esteróides e triterpenóides, depsídeos e depsidonas, derivados da cumarina, saponina espumídica, alcalóides e antraquinonas.

A análise qualitativa, por meio da qual visualiza-se a presença de alcalóides totais, foi realizada por cromatografia em camada delgada para as amostras de tratamento químico e orgânico (960g/planta de esterco), provenientes da primeira época de colheita (aos dois meses). As folhas secas que compuseram as amostras de cada tratamento foram passadas através de moedor de facas. Tomaram-se 70g do material pulverizado referente a cada tratamento para realização da extração. A extração dos alcalóides totais foi baseada em Chaves (1997).

Para cada uma das amostras foi realizado o procedimento descrito a seguir: a amostra foi colocada em balão volumétrico e adicionaram-se 200 mL de etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), permanecendo assim por 24 horas. Posteriormente, foi realizada a filtração a vácuo e a fração etanólica foi para o evaporador rotatório para evaporação do etanol. Em seguida, foram adicionados 100 mL de ácido clorídrico (HCl) 10% em cada balão volumétrico e estes foram levados para agitadores magnéticos por 2 horas. A etapa seguinte foi a extração com hexano fazendo a separação em fase hexânica e fase aquosa ácida. Esta última foi extraída três vezes (3 x 50mL) com acetato de etila e alcalinizada com 30 mL de hidróxido de amônio (NH_4OH) para pH 10. A fase aquosa alcalina, então, sofreu três extrações com diclorometano (CH_2Cl); com isso houve a separação em fase alcaloídica e fase aquosa alcalina. A fase alcaloídica foi levada ao evaporador rotatório para evaporação do diclorometano para que com o extrato obtido fosse realizada a cromatografia em camada delgada.

Após secagem das amostras, o resíduo básico total foi retomado solubilizando-o em 2mL de clorofórmio, para realização da análise cromatográfica.

Utilizaram-se, para a cromatografia em camada delgada, placas de vidro de 10 cm revestidas por sílica no comprimento de 8 cm. A sílica gel (60 H - Merck[®]) foi obtida a partir da sua mistura com clorofórmio. O sistema de solventes utilizado para a fase móvel foi composto por clorofórmio, metanol e hidróxido de amônio na proporção 95:5:0,5 mL, segundo Chaves (1997).

3.4 Análise estatística

A análise estatística do experimento foi realizada utilizando-se o programa Sisvar[®] - versão 4.3 (Build 42). As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de F ($P < 0,05$) ou regressão, de acordo com a natureza dos dados, qualitativos (fontes de adubo e épocas de colheita) ou quantitativos (doses de adubo).

Para efeito de comparação entre adubação orgânica e química foram testados contrastes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Matéria seca total e particionada

Para a variável matéria seca total observou-se que a interação adubação orgânica x época de colheita foi significativa (ao nível de 1% de probabilidade). Com isso foi feito o desdobramento para se estudar o efeito da adubação orgânica em cada época de colheita. A partir desse desdobramento constatou-se significância, pelo teste F ($\alpha=1\%$), para os desdobramentos de adubação orgânica dentro das três épocas de colheita (aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas). Pela regressão linear nota-se que a matéria seca total aumenta à medida que as doses de esterco aumentam (Figura 4), indicando a boa resposta da *Catharanthus roseus* (L.) G. Don à adubação orgânica. O incremento na matéria seca total, a cada dose de esterco acrescentada, foi de 8,11g, 18,12g e 19,19g, nas colheitas 1, 2 e 3, respectivamente.

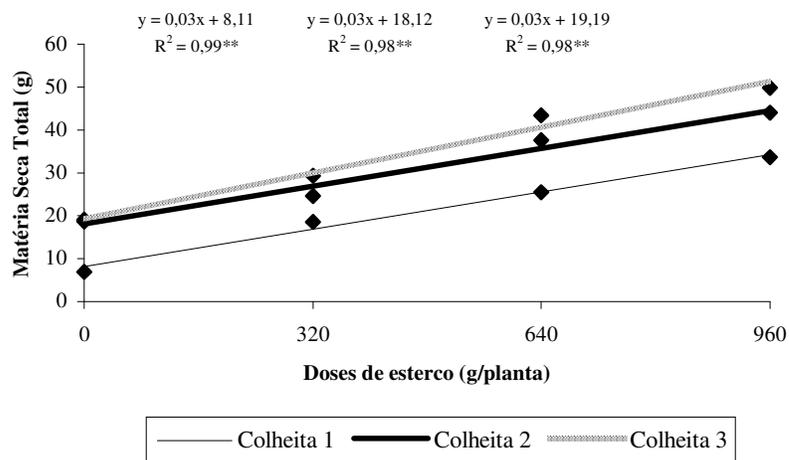


FIGURA 4. Efeito das doses de esterco bovino sobre a matéria seca total de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, aos 2, 4 e 6 meses de cultivo (colheitas 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.

Na Figura 4 verifica-se que as plantas cultivadas na dose de 960g de esterco por planta tiveram maior produção de matéria seca total em comparação às cultivadas com 320g e 640g de esterco bovino. O aumento na matéria seca total da planta é atribuído, principalmente, ao acréscimo que ocorreu na matéria seca das folhas e das ramificações e caule.

A análise dos dados obtidos demonstrou que os diferentes níveis de adubação orgânica empregados influenciaram no acúmulo de matéria seca de folhas, ramificações e caule e de raízes. As equações de regressão revelaram uma resposta linear das plantas em relação ao acúmulo de matéria seca particionada, nas três épocas de colheita, em função das crescentes doses de esterco bovino. Os maiores acúmulos de matéria seca particionada ocorreram na dose de 960 g de esterco por planta, correspondente a 6 kg/m² (Figura 5). O incremento de matéria seca nas folhas, ramificações e caule e nas raízes foi de 3,92g, 9,04g e 2,14g, respectivamente, em resposta à variação de 320g de

esterco bovino por planta. Resultados obtidos por Chaves et al. (1997, 1998) mostram que 6 kg/m² de esterco bovino proporcionaram aumento de matéria seca das partes aéreas de plantas de *Mentha arvensis* L. var. *pipercens* e *Mentha x villosa* Huds. Benincasa et al. (1980) observaram menor peso de matéria seca das plantas de *Euphorbia tirucalli* (avelós) cultivadas em solo pobre em matéria orgânica. Ortega (1990) obteve maiores valores, tanto de peso seco da parte aérea quanto de raiz, em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro) cultivadas em solo adubado com matéria orgânica (composto orgânico).

Pela análise dos gráficos da Figura 5 pode-se inferir que se fossem aplicadas doses ainda maiores de esterco bovino, os valores de matéria seca da parte aérea (folhas, ramificações e caule) e da raiz provavelmente continuariam a crescer. O efeito positivo da matéria orgânica no crescimento de plantas tem sido relacionado ao aumento na absorção de nutrientes, sendo relatado na literatura efeito no crescimento tanto das raízes quanto da parte aérea (Silva, 1997).

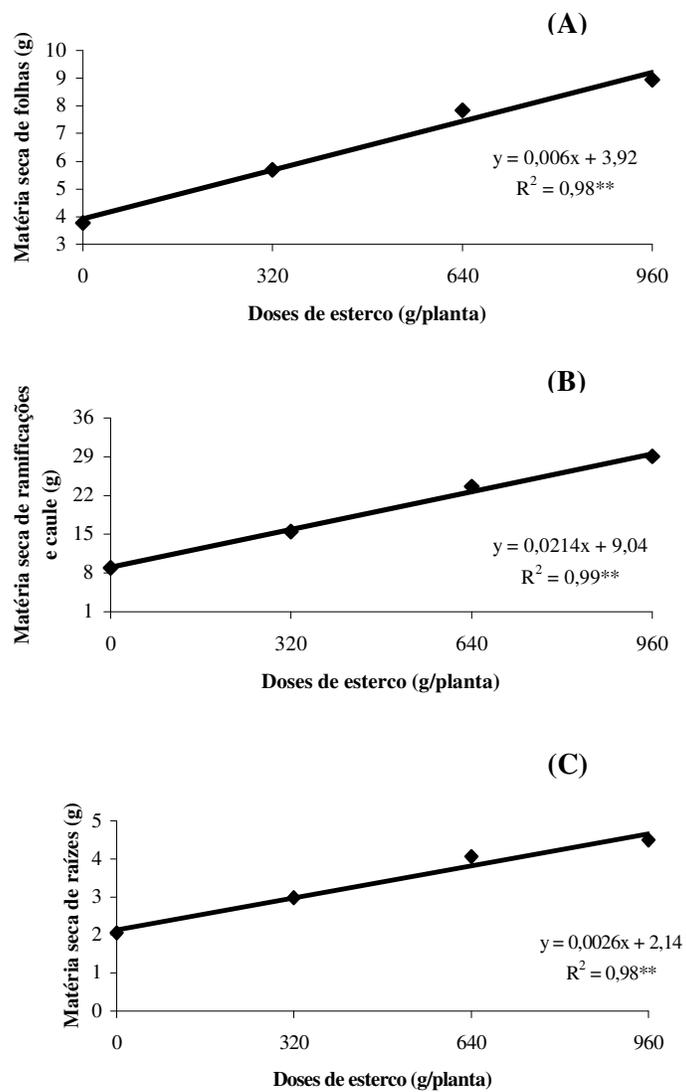


FIGURA 5. Efeito de diferentes doses de esterco bovino sobre a matéria seca de folhas (A), ramificações e caule (B) e raízes (C) em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Em relação às características de matéria seca da parte aérea (folhas e ramificações), de raiz e total, a análise dos dados revelou diferenças significativas entre as épocas de colheita (Tabela 2). Aos 6 meses (época de colheita 3) houve maior acúmulo de matéria seca da raiz e de ramificações e caule, indicando que, à medida que avançou a maturidade da planta, a quantidade de assimilados destinados à produção de novas folhas foi diminuída, havendo maior translocamento para os outros órgãos da planta. Em relação à matéria seca das folhas, colheita aos 6 meses (época 3) não diferiu estatisticamente da colheita aos 4 meses (época 2), tendo havido um decréscimo no peso das folhas da primeira colheita para as demais (Tabela 2). Este decréscimo na matéria seca de folhas pode ser atribuído à diminuição da translocação de fotoassimilados para as folhas, mas, principalmente, à taxa de senescência e queda de folhas, sobrepondo-se à taxa de emissão de novas folhas após os dois meses de cultivo. A matéria seca total das plantas foi estatisticamente superior aos 6 meses de cultivo em relação à colheita realizada aos 2 meses.

TABELA 2. Valores médios, em gramas, da matéria seca de folhas, ramificações e caule, raízes e total de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don adubadas com esterco bovino e colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Épocas de colheita (meses após transplântio)	Matéria seca de folhas	Matéria seca de ramificações e caule	Matéria seca de raízes	Matéria seca total
1 (2 meses)	10,44 A	8,76 B	1,98 C	21,1 B
2 (4 meses)	5,23 B	22,71 A	3,39 B	31,33 AB
3 (6 meses)	4,03 B	26,43 A	4,84 A	35,30 A

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Tão importante quanto o particionamento de matéria seca entre os diversos órgãos da planta é também a relação entre a parte aérea e a parte subterrânea. A aplicação de matéria orgânica provoca alterações de fatores ecológicos do solo, bem como de nutrientes, que podem induzir as plantas a remanejarem a distribuição de fotoassimilados modificando, conseqüentemente, a relação parte aérea/raiz. As raízes se desenvolvem melhor em solos mais férteis, onde o crescimento da parte aérea é mais estimulado, resultando numa razão parte aérea/raiz maior que a encontrada em solos mais pobres (Sturion, 1981).

Na Figura 6 observa-se o resultado da interação adubação orgânica x época de colheita para a variável parte aérea/raiz. Nas colheitas 1 e 2, com o aumento das doses de esterco bovino, houve um aumento na relação matéria seca de parte aérea/matéria seca de raiz, indicando um favorecimento no crescimento de folhas, devido a um maior direcionamento de fotoassimilados pela planta para esse órgão. Porém, a interação adubação orgânica x época de colheita foi não significativa para a colheita 3. Os valores da relação parte aérea/raiz não se diferiram estatisticamente com a variação nas doses de esterco, o que é representado pela reta presente no gráfico da Figura 6.

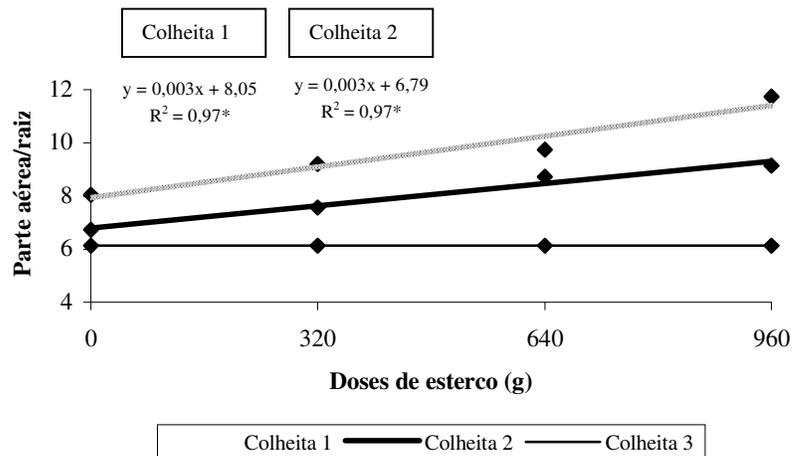


FIGURA 6. Razão entre a matéria seca da parte aérea e de raiz em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don submetidas a diferentes doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Houve uma variação na relação parte aérea/raiz, com base no peso seco, em função da época de colheita. As plantas colhidas aos 2 meses tiveram essa relação significativamente maior quando comparadas às plantas colhidas aos 6 meses após o transplântio (Figura 7). Isejima e Figueiredo-Ribeiro (1991), em estudos realizados sobre o particionamento de matéria seca durante o desenvolvimento de *Viguiera discolor*, observaram que o peso de matéria seca da parte aérea foi superior ao da parte subterrânea no início do desenvolvimento e floração.

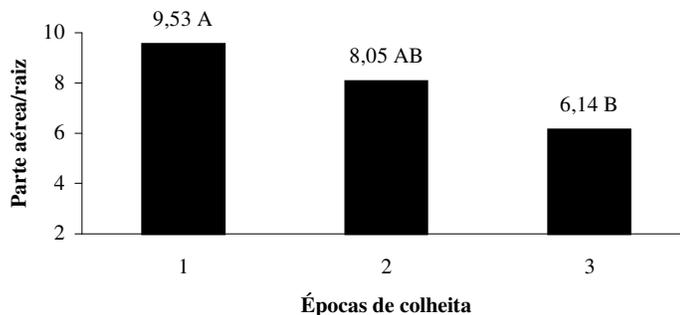


FIGURA 7. Razão entre a matéria seca da parte aérea e da raiz em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Para efeito de comparação entre a adubação química (100; 17,6; 33,6 kg/ha de NPK) com a testemunha e a adubação orgânica (2; 4; 6 kg/m² de esterco bovino curtido), foram feitos contrastes para cada época de colheita (Tabela 3).

O contraste comparando testemunha vs. adubação química mostrou, pelo teste F ($\alpha=5\%$), que em todas as épocas de colheita não houve diferença (teste não significativo – n.s.) entre o tratamento químico e a testemunha para os valores de matéria seca de folhas, de ramificações e caule e de raízes. Ou seja, a adubação de NPK utilizada não trouxe ganhos de matéria seca para as plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. estudadas.

Já o contraste comparando adubação orgânica vs. adubação química mostrou, pelo teste F ($\alpha=5\%$), que em todas as épocas de colheita houve diferença (teste significativo - *) entre o tratamento químico e o orgânico para os valores de matéria seca de ramificações e caule e de raízes, sendo que a adubação orgânica proporcionou melhores resultados para estas duas variáveis

estudadas (resultados positivos). Para matéria seca de folhas, o teste F ($\alpha=5\%$) também foi significativo para as épocas de colheita 1 e 2. Somente para a época 3 o teste revelou-se não significativo, indicando que não houve diferença estatística entre adubar com NPK ou com esterco bovino, no que se refere a ganho de peso de matéria seca de folhas das plantas colhidas aos 6 meses de cultivo.

TABELA 3. Estimativas de matéria seca dos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Contrastes	Testemunha x Adubação química			Adubação orgânica x Adubação química		
	1	2	3	1	2	3
Época de colheita						
Estimativa da MS de folhas	- 2,27 ^{n.s.}	0,94 ^{n.s.}	- 0,49 ^{n.s.}	6,28*	2,48*	0,62 ^{n.s.}
Estimativa da MS de ramificações	- 1,89 ^{n.s.}	0,32 ^{n.s.}	- 3,59 ^{n.s.}	6,89*	13,95*	15,09*
Estimativa da MS de raízes	- 0,54 ^{n.s.}	0,68 ^{n.s.}	- 0,41 ^{n.s.}	1,08*	1,36*	2,05*

4.2 Área foliar e número de folhas

Pela análise estatística verificou-se que, para área foliar das plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don estudadas, a interação adubação orgânica x época de colheita foi significativa. Os desdobramentos da adubação orgânica nas épocas 1 e 3 foram significativos e na época 2 foi não significativo, ao nível de 1% de probabilidade. Isso pode ser observado pela Figura 8, onde nota-se que a área foliar, aos 2 e 6 meses de cultivo, cresceu linearmente à medida que as

doses de esterco aumentaram, sendo o ponto de máximo valor de área foliar provavelmente atingido com o uso de maiores doses de esterco bovino.

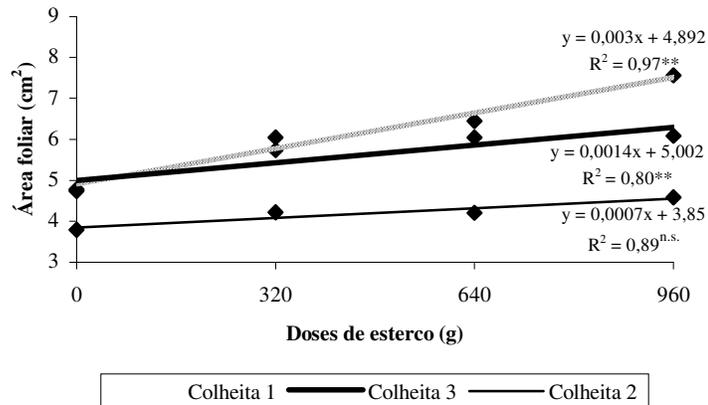


FIGURA 8. Influência das doses de esterco bovino sobre a área foliar das plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don aos 2, 4 e 6 meses (épocas de colheita 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.

O aumento na expansão das folhas à medida que se aumentou a dose de esterco é claramente vantajoso, pois, com isso, as folhas poderão melhor interceptar a luz, resultando, conseqüentemente, em maior taxa de crescimento. Benincasa et al. (1980) verificaram menores valores de área foliar e também de peso de matéria seca de parte aérea em plantas de *Euphorbia tirucalli* (avelós) cultivadas em solo com pouca matéria orgânica. Os resultados obtidos por estes autores indicaram que, com o aumento da fertilidade do solo após adubação, o padrão de crescimento das folhas foi afetado positivamente, promovendo uma maior expansão da área foliar.

Quanto à época de colheita, a área foliar aumentou e diminuiu em função do tempo. Aos 2 meses de cultivo, a área foliar média foi de 6,21 cm²; aos 4 meses, foi de 4,20 cm² e aos 6 meses, voltou a aumentar e foi de 5,65 cm² (Figura 9). Isso pode ter ocorrido devido ao fato da vinca ser uma planta perene, tendo ciclos de crescimento e senescência de folhas.

Fato similar foi constatado por Brighenti et al. (1993) em plantas de *Artemisia absinthium* L. (losna). Vieira (1995) atribuiu o fato da redução na área foliar de folhas de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft (mandioquinha-salsa), após 243 dias do plantio, à emissão de novas folhas porém, menores e em menor número. Além disso, uma vez que as folhas são órgãos de crescimento limitado (Richards, 1969) algumas já haviam iniciado a senescência. Lopes et al. (1982) observaram um declínio nos valores de área foliar das plantas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro) a partir do 60º dia após a emergência, o que levou-os a crer que a senescência das folhas tenha sobrepujado a emissão de novas folhas.

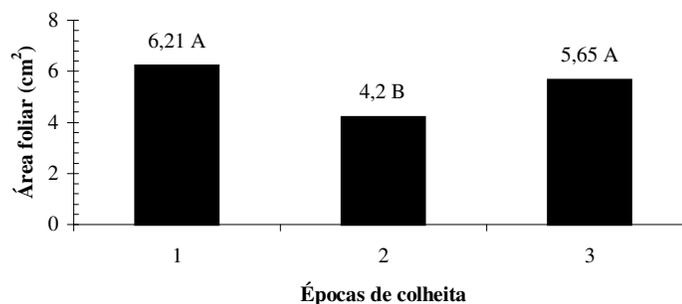


FIGURA 9. Área foliar de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplante das mudas (colheitas 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.

Os resultados dos contrastes testados para comparar a adubação química com a testemunha e com a adubação orgânica se encontram na Tabela 4. O contraste testemunha vs. adubação química, em todas as épocas de colheita, foi não significativo pelo teste F ($\alpha=5\%$), ou seja, para valores de área foliar não houve diferença entre adubar as plantas com NPK (100; 17,6; 33,6 kg/ha, respectivamente) e não adubar.

No contraste adubação orgânica vs. adubação química pôde-se verificar que, para época de colheita 2, o contraste foi não significativo. Porém, nas épocas 1 e 3 houve diferença entre adubar as plantas com NPK ou com esterco bovino. As plantas adubadas com esterco apresentaram valores médios de área foliar de 1,05 cm² (na época 1) e 1,40 cm² (na época 3) superiores ao das plantas adubadas com NPK.

TABELA 4. Estimativas de área foliar dos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Contrastes	Testemunha x Adubação química			Adubação orgânica x Adubação química		
	1	2	3	1	2	3
Época de colheita						
Estimativa da área foliar	-0,86 ^{n.s.}	-0,17 ^{n.s.}	0,19 ^{n.s.}	1,05 [*]	0,37 ^{n.s.}	1,40 [*]

Segundo Benincasa (1988), a área foliar total de uma planta é resultante da ação mútua de dois componentes foliares representados pela área das folhas e o número de folhas. Neste trabalho observou-se que o aumento nas doses de esterco promoveu um incremento tanto na área foliar quanto no número de folhas das plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Na Figura 10, pode-se verificar o comportamento das plantas nas diferentes doses de esterco bovino

aplicadas. O incremento foi linear, tal como ocorreu com os valores de área foliar, sendo que o número de folhas aumentou em 296 para uma variação de 320g na dose de esterco.

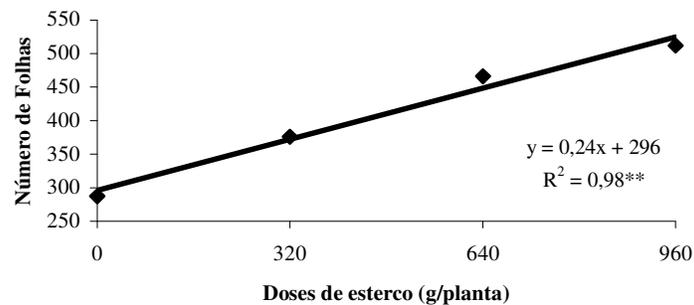


FIGURA 10. Efeito das doses de esterco bovino, nas três épocas de colheita, sobre o número de folhas em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. UFLA, Lavras-MG, 2002.

4.3 Razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica

Verificou-se que a RAF, RPF e AFE, nas três épocas de colheita, foram influenciadas pelas diferentes doses de esterco bovino (Figura 11).

Como RAF é a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir 1 grama de matéria seca, menor área foliar útil significa maior eficiência foliar (Benincasa, 1988). Esta maior eficiência foi observada nas plantas que receberam a dose de 960g de esterco bovino (Figura 11).

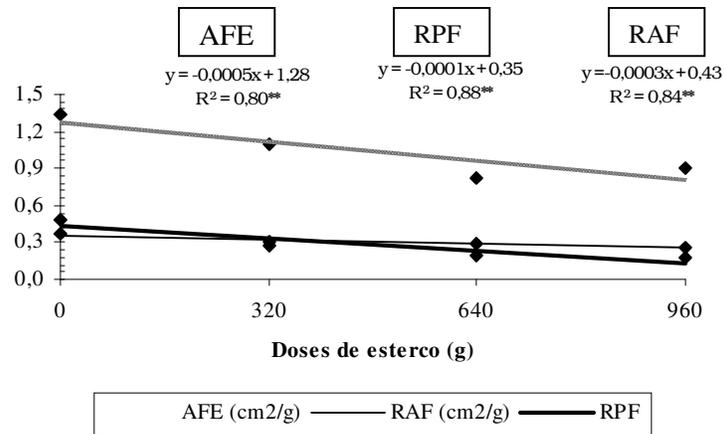


FIGURA 11. RAF, RPF e AFE de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don submetidas a diferentes doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.

A queda mais acentuada da AFE, em relação aos outros índices, pode ser atribuída ao fato de que normalmente ocorre um decréscimo desta durante a fase de crescimento vegetativo, pois as folhas, em resposta à adubação, não se expandem às mesmas taxas em que o crescimento progride (Scott & Batchelor, 1979).

Pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$) foram observadas diferenças entre as épocas de colheita em relação à RAF, RPF e AFE (Tabela 5).

TABELA 5. Valores médios dos índices fisiológicos de crescimento RAF, RPF e AFE em plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don nas diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Época de colheita (meses após transplante)	RAF (cm²/g) ¹	RPF ¹	AFE (cm²/g) ²
1 (2 meses)	0,45 A	0,57 A	0,76 B
2 (4 meses)	0,17 B	0,20 B	0,90 B
3 (6 meses)	0,22 B	0,15 C	1,47 A

¹ Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=1\%$)

² Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$)

Na Tabela 5 verifica-se diminuição da RAF da primeira época de colheita para as demais (segunda e terceira época de colheita não diferem estatisticamente). A RAF permite detectar a translocação e a partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda (Scott & Batchelor, 1979). Esta característica atingiu valor máximo aos dois meses de cultivo, havendo um decréscimo a partir de então. Esta queda ocorreu devido à diminuição progressiva da quantidade de assimilados destinados às folhas e, principalmente, à abscisão de folhas.

Os valores máximos de RPF foram atingidos aos 2 meses de cultivo, caracterizando uma fase de grande crescimento foliar, estando os fotoassimilados alocados principalmente nas folhas. Segundo Benincasa (1988), dois são os componentes da RAF: AFE e RPF. Dessa forma, uma variação na RAF está intimamente ligada a uma alteração em um ou dois de seus

componentes. Para RPF (razão de peso foliar), da mesma forma que para RAF, observou-se que na primeira colheita a RPF foi estatisticamente superior à das demais colheitas. Considerando que as folhas são os centros de produção de matéria seca e que o resto da planta depende da exportação de material da folha, a RPF expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para outras partes da planta (Benincasa, 1988). À medida que a planta envelhece ocorre um decréscimo na razão de peso foliar, pois menor é a fração de material retido na folhas (Melges et al., 1989).

Lopes et al. (1982) observaram uma forte tendência de decréscimo de valores de RAF e RPF com a ontogenia das plantas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro). Pinto (1993), em trabalho realizado com forrageiras, observou que os maiores valores de RPF encontrados foram acompanhados dos maiores valores de área foliar e de matéria seca de folhas e que a RPF, à semelhança da RAF, decresceu com a idade das plantas. Brighenti et al. (1993) observaram, em *Artemisia absinthium* L. (losna), que a razão de área foliar (RAF) e a razão de peso foliar (RPF) tiveram comportamentos semelhantes, decrescendo com a idade da planta.

Sendo a área foliar específica (AFE), a relação entre a área foliar e o peso seco das folhas, seus valores podem ter se apresentado maiores com o passar do tempo em função de um aumento na área foliar e da redução do peso seco de folhas após os dois meses de cultivo. Segundo Wareing & Phillips (1981), durante a senescência foliar os metabólitos são translocados para outras partes, diminuindo a matéria seca das folhas. Outra possibilidade para o aumento da AFE na última colheita seria devido a uma aceleração da senescência foliar sem abscisão de folhas, o que teria proporcionado uma redução no peso seco de folhas sem uma idêntica redução na área foliar. Lopes et al. (1982) atribuíram o aumento da AFE das plantas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro) ao início da senescência das folhas.

Para RAF, RPF e AFE foi observado, por meio de contraste comparando testemunha vs. adubação química, que não houve diferença significativa ($Pr > F < 0,05$) para esses índices nas três épocas de colheita. Isso mostra que os valores de RAF, RPF e AFE das plantas de vinca que receberam NPK não foram diferentes estatisticamente daqueles alcançados pelas plantas do tratamento sem adubação (testemunha), aos 2, 4 e 6 meses de cultivo.

Já o contraste adubação orgânica vs. adubação química mostrou significância, pelo teste de F ($\alpha=5\%$), para RAF, RPF e AFE em todas as épocas de colheita (Tabela 6) tendo a adubação orgânica proporcionado melhores resultados para RAF, ou seja, menores valores indicam maior eficiência fotossintética. Por serem componentes da RAF, RPF e AFE estão intimamente ligadas a ela, portanto, é compreensível que seus valores acompanhem o comportamento dos valores de RAF ao longo do tempo.

TABELA 6. Estimativas da RAF, RPF e AFE para o contraste adubação orgânica vs. adubação química, em todas as épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Contraste	Adub. orgânica x Adub. química		
	1	2	3
Época de colheita			
Estimativa da RAF	-0,29*	-0,12*	-0,07*
Estimativa da RPF	-0,07*	-0,03*	0,06 ^{n.s.}
Estimativa da AFE	-0,42*	-0,44*	0,14 ^{n.s.}

Pode-se observar, pela Tabela 6, que somente valores de RPF e AFE, na última colheita, foram não significativos, ou seja, para estes valores, aos 6 meses de cultivo, não houve diferença entre adubar as plantas com esterco bovino ou com NPK.

4.4 Altura de plantas e diâmetro do caule

Com relação à altura da planta, nas três épocas de colheita, pôde-se observar um aumento linear à medida que as doses de esterco bovino cresceram (Figura 12). Este crescimento em altura das plantas é o resultado de uma estreita relação observada com o acúmulo de biomassa da parte aérea (Figura 4).

Silva Filho et al. (1996) observaram, em *Phyllanthus stipulatus* L. (quebra-pedra), que o aumento na biomassa seca do caule acompanhou o aumento em altura das plantas.

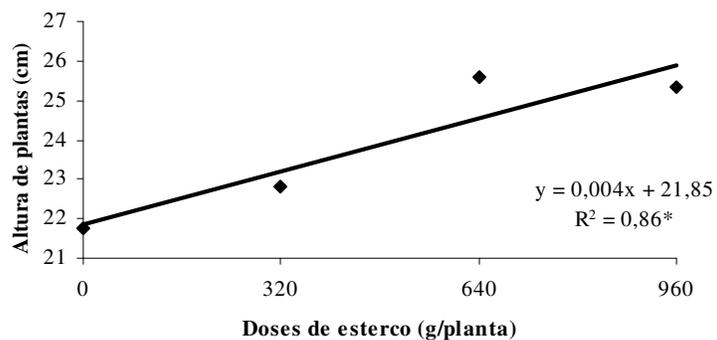


FIGURA 12. Altura média de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don submetidas a diferentes níveis de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Em relação à época de colheita, a altura das plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don estudadas apresentou menores valores aos 6 meses de cultivo. De uma altura média de 42,31 cm na segunda época de colheita (4 meses) este valor caiu para 20,56 cm. Este decréscimo provavelmente está relacionado à senescência das folhas mais velhas, que eram mais altas. Por esta razão, a altura passou a ser representada pela inflexão das outras folhas mais altas, as quais, por sua vez, eram mais baixas do que as primeiras.

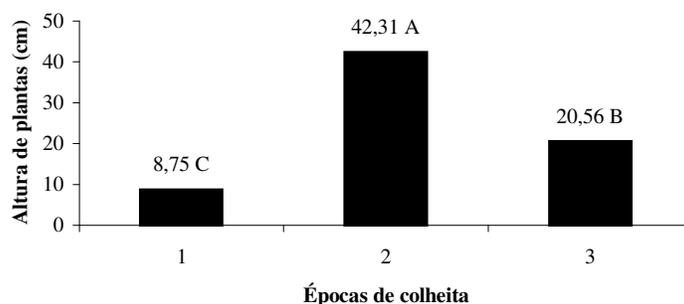


FIGURA 13. Altura de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don colhidas aos 2, 4 e 6 meses após o transplântio das mudas (épocas de colheita 1, 2 e 3). UFLA, Lavras-MG, 2002.

O diâmetro do caule (média das três épocas de colheita) aumentou até a dose de 640g de esterco bovino por planta. A partir daí observa-se uma tendência de redução no crescimento com o aumento das doses do adubo orgânico (Figura 14), provavelmente devido à redução do translocamento de assimilados para este órgão. O incremento no diâmetro do caule foi de 43%, 61% e 64% para cada acréscimo de 320g de esterco bovino por planta.

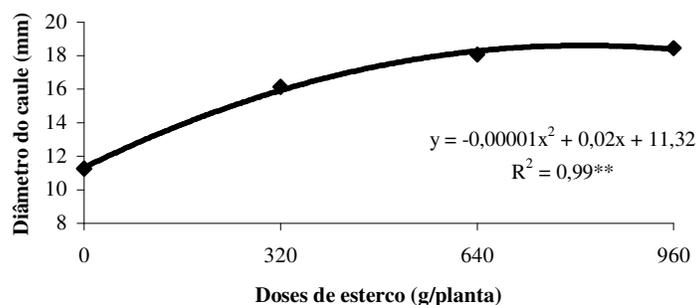


FIGURA 14. Diâmetro médio do caule de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don em função das doses de esterco bovino. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Ortega (1990) obteve resultados positivos com a aplicação de matéria orgânica na forma de composto orgânico, tendo aumento na altura e diâmetro do caule de plantas de *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro).

Para altura e diâmetro foram testados contrastes, dos quais, testemunha vs. adubação química na época de colheita 1 foi significativo e as plantas adubadas com NPK apresentaram 1,77 cm a menos de altura e 6,30 mm a menos de diâmetro do caule, em comparação às plantas do tratamento sem adubação (testemunha). Para as épocas 2 e 3, o contraste foi não significativo, ou seja, não existiu diferença estatística de altura e diâmetro entre plantas adubadas com NPK e plantas não adubadas, aos 4 e 6 meses após o transplante das mudas para o campo (Tabela 7).

O contraste adubação orgânica vs. adubação química foi significativo na época de colheita 1. As plantas adubadas com esterco bovino curtido apresentaram 2,54 cm a mais de altura e 8,54 mm a mais de diâmetro do caule, em comparação às plantas do tratamento químico (NPK). Para as épocas 2 e 3 o contraste foi não significativo, ou seja, não existiu diferença estatística de altura

e diâmetro entre plantas adubadas com esterco e as plantas adubadas com NPK, aos 4 e 6 meses de cultivo (Tabela 7).

TABELA 7. Estimativas da altura e diâmetro das plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don nos contrastes testados com adubação química. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Contrastes	Testemunha x Adubação química			Adubação orgânica x Adubação química		
	1	2	3	1	2	3
Época de colheita						
Estimativa da altura	-1,77*	-2,81 ^{n.s.}	-0,30 ^{n.s.}	2,54*	-1,52 ^{n.s.}	2,65 ^{n.s.}
Estimativa do diâmetro	-6,30*	-3,41 ^{n.s.}	-0,05 ^{n.s.}	8,54*	-0,56 ^{n.s.}	1,25 ^{n.s.}

4.5 Análises fitoquímicas

A triagem foi realizada como teste preliminar para identificação de grupos orgânicos presentes nos extratos de folhas secas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. A reação foi positiva para amostra dos tratamentos orgânico e químico, somente para esteróides e triterpenóides (Figura 15). A sucessão de cores, do azul evanescente seguido do verde persistente, indica reação positiva.

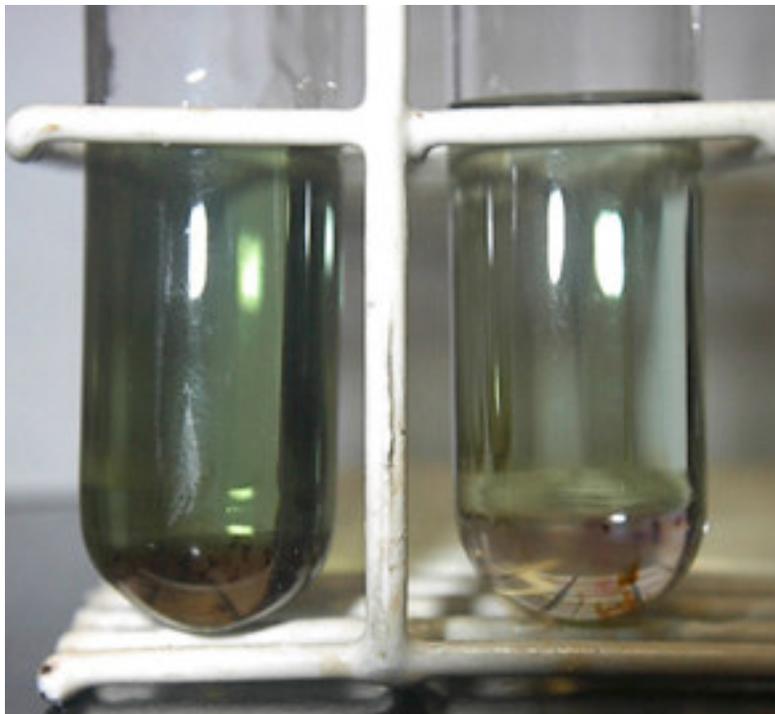


FIGURA 15. Teste para esteróides e triterpenóides. Tubo de ensaio do lado esquerdo corresponde ao tratamento orgânico e tubo do lado direito corresponde ao tratamento químico. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Na cromatografia em camada delgada as fases alcalóidicas de ambas as amostras apresentaram manchas rosadas, que se auto-revelaram, em placas eluídas com clorofórmio, metanol e hidróxido de amônio (95:5:0,5), confirmando a presença de alcalóides (Figura 16). Chaves (1987), analisando plantas da família Annonaceae, obteve resultados semelhantes; foram observadas manchas alaranjadas após revelação das placas, eluídas no mesmo sistema de solventes, com reagente Dragendorf.

O valor de Rf (fator de retenção) encontrado para a mancha do tratamento orgânico foi 0,17 e para a mancha do tratamento químico foi 0,20.

Duarte (1984), trabalhando com *Symphytum officinale* L. (confrei), encontrou, por meio de cromatografia em camada delgada, manchas de Rf 0,11 identificadas como alcalóide licopsamina e/ou licopsamina + intermedina.

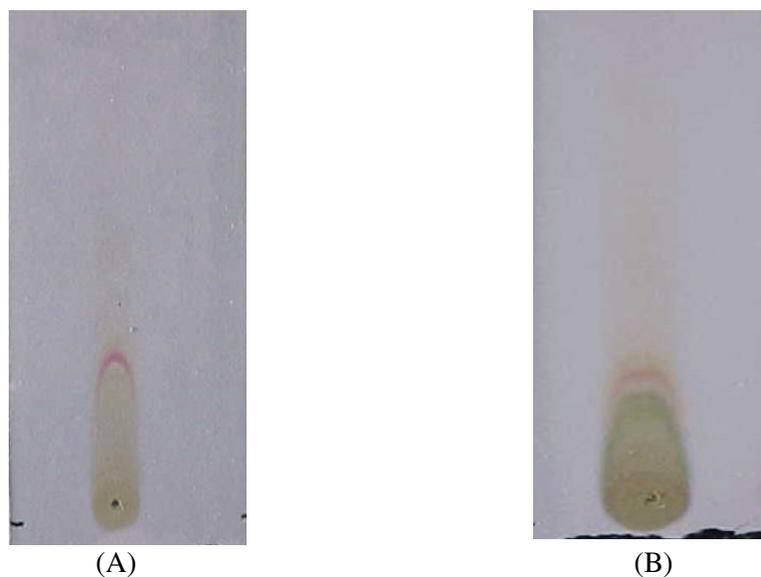


FIGURA 16. Cromatografia em camada delgada – tratamento químico (A) e orgânico (B). UFLA, Lavras-MG, 2002.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido pôde-se concluir que:

- a adubação orgânica com esterco bovino influenciou positivamente as características morfofisiológicas associadas ao crescimento das plantas, tais como: altura; diâmetro das ramificações e caule; matéria seca de folhas, ramificações, caule e raízes; área foliar; razão de área foliar, sendo que a dose de 960g de esterco bovino por planta foi a que proporcionou melhor desenvolvimento;

- a dose de NPK utilizada não proporcionou bom crescimento das plantas de vinca;

- a RAF, RPF e AFE apresentaram-se menores sob doses maiores de esterco bovino curtido;

- o maior rendimento de matéria seca de folhas de vinca foi obtido aos dois meses após o transplântio das mudas para o campo;

- foi confirmada a presença de esteróides e triterpenóides nos extratos etanólicos de folhas de vinca;

- as manchas presentes nas placas de cromatografia em camada delgada sugerem a presença de alcalóides.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMOND, C.; CASALI, V.W.D.; TEIXEIRA, R.R.; VENTURA, G.M.; FARIA, M.M.M. Produção e teor de óleos essenciais da calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada em compostos orgânicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, IV, 2000, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2000. p.29.
- BARROS, R.F.M.; ANDRADE, L.H.C.; SILVA, N.H. Efeito da radiação solar e disponibilidade de nutrientes sobre a produção de cumarinas em *Justicia pectoralis* var. *stenophylla*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, XII, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1992. p.220.
- BECKER, L. **Propagação in vivo de *Phyllanthus corcovadensis* Muell. Arg. e in vitro, indução de calos, nutrição, extração e quantificação de alcalóides na espécie *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedras)**. 1997. 96p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: Funep/UNESP, 1988. 42p.
- BENINCASA, M.M.P.; RODRIGUES, T.de J.D.; LEITE, I.C.; DAMASCENO, M.C.M.; BANZATTO, D.A. Estudo biológico de *Euphorbia tirucalli* (Avelós). Efeito do tipo de solo e adubação sobre índices de crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, n.1/3, p.49-53, dez. 1980.
- BENTES, L.B.; SILVA, J.F.; HIDALGO, A.F. Época de colheita de *Pfaffia glomerata* em Manaus-AM. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, V, 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001. p.69.
- BLANC, D., MONTARONE, M., OTTO, C. The effect of fertilizers on the yield and quality of tomatoes and lettuces under glass. **Soils Fert.**, Stuttgart, v.48, n.1, p. 6109, 1983.

BLANCO, M.C.S.G. Biomassa e mucilagem da tanchagem (*Plantago major* L.), em função das adubações orgânica, mineral e mista e da supressão das inflorescências. In: CORRÊA JR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia, 1994. p.139-154.

BLANCO, M.C.S.G.; MING, L.C.; MARQUES, M.M.O.; BOVI, O.A. Influência de épocas de colheita na produção de óleo essencial de alecrim. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, V, 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001. p.74.

BOTSARIS, A.S. & MACHADO, P.V. **Memento terapêutico**. Rio de Janeiro. Laboratório Flora Mediciniais, v.I, 1999.90p.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F.; CARDOSO, A.A.; FERREIRA, L.R. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v.5, n.1, p.41-45, jan./jun. 1993.

CARVALHO, C.M.; DIAS, M.C.; CAMARGO, R. DE; SOUZA, R.J. DE. Influência da adubação química e orgânica em carqueja (*Baccharis trimera*) II. In: II SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS. **Anais...** Lavras: UFLA, 1996, p.26.

CARVALHO, J.E.de. Atividade anticâncer de extratos e princípios ativos obtidos de espécies vegetais. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, V, 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001.

CASTRO, E.M. de. **Alterações anatômicas, fisiológicas e fitoquímicas em *Mikania glomerata* Sprengel (Guaco) sob diferentes fotoperíodos e níveis de sombreamento**. 2002. 221p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CHAVES, F.C.M.; MATTOS, S.H.; INNECO, R. Adubação orgânica em hortelã rasteira (*Mentha x villosa* Huds.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, res.70, maio 1998.

CHAVES, F.C.M.; MATTOS, S.H.; VASCONCELOS, G.S. Adubação orgânica em hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Moor). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, suplemento, res.17, 1997.

CHAVES, F.C.M.; MING, L.C.; FERNANDES, D.M.; MARQUES, M.O.M.; MEIRELES, M.A.A. Produção de alfavaca-cravo em função da adubação orgânica e estações climáticas. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, V, 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001.p.77.

CHAVES, M.H. Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina “química orgânica”. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 5, p.560-562, set./out. 1997.

CHERNOVIZ, P.L.N. **A grande farmacopéia brasileira**. Paris. Livraria R. ROGER E. F. CHERNOVIZ. 1920, v.1 e 2, Reedição em fascímile Ed. Itatiaia. Rio de Janeiro, 1996.

COLAVITTI, F. Poder Verde. **Galileu**. São Paulo, v.11, n.129, p. 35-37, abr. 2002.

CORRÊA JR, C. Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert e do seu óleo essencial. In: CORRÊA JR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia, 1994. p.129-163.

CORRÊA JR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia, 1994. 162p.

CORRÊA JR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. A importância do cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. **SOB informa**, Brasília, v.9, n.2, p.23-4, 1991.

CRAGG, G.M. & NEWMAN, D.J. Discovery and development of antineoplastic agents from natural sources. **Cancer Investigation**, New York, 17(2): 153-163, 1999.

DUARTE, F.R. **Influência de dois tipos de solos sobre o teor total de alcalóides do comfrey (*Symphytum sp.*)**. 1984. 84p. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

FELLOWS, L.E. Pharmaceuticals from traditional medicinal plants and others: future prospects. In: COOMBS, J.D., **New drugs from natural sources**. London: IBC Technical Services, 1995.

FERREIRA, M.das G.M. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas**. 1977. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FIGUEIRA, G.M. Nutrição mineral, produção e conteúdo de artemisinina em *Artemisia annua* L. **Acta Horticulture**, Amsterdam, v.426, p.573-577, Aug 1996.

FLÜCK, H. The influence of climate on the active principles in medicinal plants. **The Journal of Pharmacy and Pharmacology**, London, v. VII, n. 6, 1955.

GERSHENZON, J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. **Recent Advances in Phytochemistry**, New York, v.18. p.273-315, 1984.

HAWORTH, F. & CLEAVER, T.J. The effects of different treatments on the yield and mineral composition of winter lettuce. **Journal Horticultural Science**, Ahsford, v. 42, n.1, p. 23-9, Jan 1967.

HAY, R.K.M. & WATERMAN, P.G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production**. Harlow: Longman Scientific and Technical. 1993. 185p.

HIRATA, K.; YAMANAKA, A.; NORIHIDE, K.; MIYAMOTO, K.; MIURA, Y. Production of indole alkaloids in multiple shoot culture of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. **Agricultural Biology of Chemistry**, Tokyo, v.51, n.5, p.1311-1317, May 1987.

ISEJIMA, E.M. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Partição de matéria seca durante o desenvolvimento de *Viguiera discolor*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, n.1, p.107-114, jul./nov. 1991.

JAIN, P.M. Effect of split of nitrogen on opium poppy. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v.35, n.4, p.240-242, Dec 1990.

JOHRI, A.K.; SRIVASTAVA, L.J.; SINGH, J.M.; RANA, R.C. Effect of row spacings and nitrogen levels on flower and essential oil yield in german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). **Indian Perfumer**, New Delhi, v.35, n.2, p.93-96, 1991.

KARLA, A.; RAVINDRA, N.S.; CHANDRASHEKHAR, R.S. Influence of foliar application of fungicides on dieback disease caused by *Pythium aphanidermatum* and alkaloid yield of periwinkle (*Catharanthus roseus*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.61, n.12, p.949-951, Dec 1991.

KIHEL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: E. Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KLEIN, A. & FELIPPE, G.M. Crescimento da parte aérea de *Gossypium hirsutum* e plantas invasoras de uma cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 5, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBPC, 1988. p.35-42.

LASZLO, H. Effect of nutrition supply on yield of dill (*Anethum graveolens* L.) and its essential oil content. **Planta Médica**, Stuttgart, v.26, p.3 e p.295-296. 1979.

LOGAN, K.T. & KROTKOV, G. Adaptations of the photosynthetic mechanism of sugar maple (*Acer saccharum*) seedlings grown in various light intensities. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.22, n.1, p.104-116, 1968.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

LOPES, A.S. & GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes.** São Paulo: ANDA, 1990. 51p. (Boletim técnico, 4).

LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; FREITAS, J.G.de; MELGES, H.; BELTRÃO, N.E.de M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, n.166, p.586-606, nov./dez. 1982.

LUNKES, J.A.; OLIVEIRA, J.A.; ARGENTA, J.A.; OLIVEIRA, V.A. Efeitos da adubação mineral e orgânica sobre a produção de biomassa e óleo essencial de *Cymbopogon citratus*. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, IV., 1999, Ribeirão Preto **Resumos...** Ribeirão Preto, 1999. p. 63.

MACRAE, W.D. & TOWERS, G.H.N. *Justicia pectoralis*: a study of the bases for its use as a hallucinogenic snuff ingredient. **Journal of Ethnopharmacology**, Clare, v.12,n.1, p.93-111, 1984.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, MG., coord. **Fisiologia vegetal.** 2.ed. São Paulo:EDUSP, 1985, v.1, p.333-350.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas Mediciniais.** Viçosa: UFV, 1994. 220p.

MATTOS, J.K. de A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos.** Brasília: Faculdade de Tecnologia/ Departamento de Engenharia Agrônômica – Universidade de Brasília, 1989. 19p. (mimeogr.)

MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento e conversão de energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1065-1072, set. 1989.

MING, L.C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleo essencial de *Lippia alba*.** 1992. 206p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MONTANARI JR, I.; MAGALHÃES, P.M.; FIGUEIRA, G.M.; FOGLIO, M.A.; RODRIGUES, R.A.F.; HOPPEN, V.R.; SHARAPIN, N. Aspectos agronômicos e fitoquímicos do cultivo da baleeira. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, XII, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1992. p.180.

MORGAN, R. **Enciclopédia das ervas e plantas medicinais**. 8ª ed., São Paulo, p.141, 1994.

NEVES, E.S. Plantas medicinais na saúde pública. **Silvicultura em São Paulo** São Paulo, v.6, n.1, p.181-186, 1982.

O PODER CURATIVO DAS PLANTAS. **Ciência Hoje**, v.31, n.186, p.02, set. 2002.

ORTEGA, J.L.C. **Influência da matéria orgânica e da profundidade de colocação do adubo mineral em algumas características físicas e químicas do solo e no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** 1990. 135p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PARIS, R. & MOYSE, H. Les pervenches indigenes et exotiques. **Journal d’Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée**, Paris, v.4, n.3/4, p. 481-489, 1957.

PELUZIO, J.M. **Crescimento e partição de assimilados em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) após a poda apical**. 1991. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, A.M.S. **Propagação e co-cultivo de células como fatores predisponentes à produção de cumarina em *Mikania glomerata* Sprengel (guaco)**. 1997. 82p. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

PINTO, J.C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. E *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio**. Viçosa, 1993. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PRIMAVESI, A. **Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto**. São Paulo: BASF, 1982. 56p.

RICCI, M.S.F. Produção de alface adubada com composto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 56-8, maio 1994.

RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F.D. **Plant physiology: a treatise**. New York, Academic Press, 1969. p.03-76.

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e Farmacobiocnologia**. São Paulo: E. Premier, 1997. p.191-192.

RODRIGUES. E.T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa, 1990. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SACRAMENTO, L.V. Reportagem Ao Natural. **Revista ISTOÉ**, n... 1653, p. 102, 2001.

SARTÓRIO, M.L.; TRINDADE, C.; RESENDE, P.; MACHADO, J.R. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2000, 258p.

SCALON, S.P.Q.; VIEIRA, M.C.; BERTOLINO, A.Z. Análise de crescimento de *Calendula officinalis* L. em Dourados-MS. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, V, 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001. p.71.

SCHEFFER, M.C. **Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L., mil folhas**. 1991. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SCOTT, H.D. & BATCHELOR, J.T. Dry weight and leaf area productions rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.5 p.776-782, Sept/Oct 1979.

SILVA, F.; SANTOS, R.H.S.; BARBOSA, L.C.A.; LIMA, R.R.; CASALI, V.W.D. Teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) em diferentes épocas e horários de colheita. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, XVI, Recife, 2000. **Resumos...** Recife, 2000. p. 76.

SILVA, N.F. **Crescimento, estado nutricional e produção da abóbora híbrida, em função de adubação mineral e orgânica.** 1997. 102p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

SILVA FILHO, D.F.; NODA, H.; CLEMENT, C.R.; MACHADO, F.M. O efeito da adubação orgânica na produção de biomassa em quebra-pedra em Manaus, Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.119, maio 1996.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MANTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia da planta ao medicamento.** Porto Alegre/Florianópolis: E. Universidade/UFRGS/E. da UFSC, 1999. 821p.

SINHA, N.C. & SINGH, J.N. Studies in the mineral nutrition of japonese mint. **Plant and Soil**, The Hague, n. 79 v.1, p. 51-9. 1984.

STURION, J.A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais.** Curitiba:EMBRAPA, 1981. 18p. (Documentos 03).

TEBET, M.S.; DEMATTÊ, E.S.P.; BASTOS, J.K.; SARTI, S.J.; CHURATAMASGA, M.G. Crescimento de *Catharanthus roseus* e concentração foliar de alcalóide vincristina sob influência de adubação nitrogenada, quantidade de luz e idade da planta. **Científica**, São Paulo, 24 (2) 407-418. 1996.

VENTRELLA, M.C. & MING, L.C. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 18, SUPLEMENTO, p.285, 2000.

VIEIRA, M.C. **Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandioca-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul.** 1995. 146p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WAREING, P.F. & PHILLIPS, I.D.J. **Growth and differentiation in plants.**
3.ed. New York, Pergamon Press, 1981. 343p.