

LEONARDO ALMEIDA SOUSA

***Baccharis genistelloides* subsp. *crispa*: CARACTERIZAÇÃO, IMPLANTAÇÃO
DE BANCO DE GERMOPLASMA E RESPOSTA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S725b
2013
Sousa, Leonardo Almeida, 1978-
Baccharis genistelloides subsp. *crispa* : caracterização,
implantação de banco de germoplasma e resposta à adubação
orgânica / Leonardo Almeida Sousa. – Viçosa, MG, 2013.
x, 78f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Gilberto Bernardo de Freitas.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

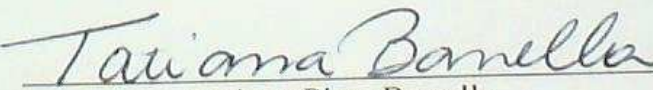
1. Carqueja. 2. Variabilidade fenotípica. 3. Flavonóides.
4. Essências e óleos essenciais. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

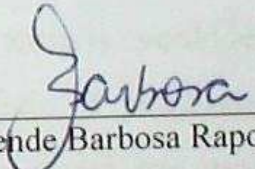
CDD 22. ed. 633.88399

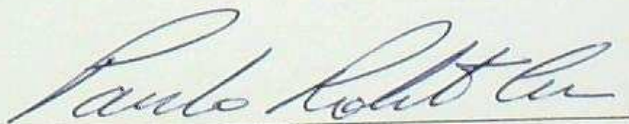
Baccharis genistelloides subsp. *crispa*: CARACTERIZAÇÃO, IMPLANTAÇÃO DE BANCO DE GERMOPLASMA E RESPOSTA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA

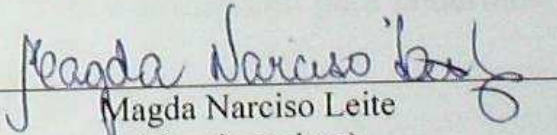
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

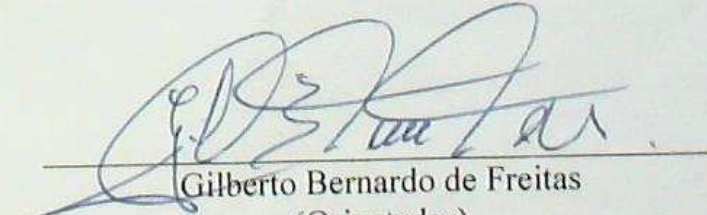
APROVADA: 04 de setembro de 2013.


Tatiana Pires Barrella


Nádia Rezende Barbosa Raposo


Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)


Magda Narciso Leite
(Coorientadora)


Gilberto Bernardo de Freitas
(Orientador)

À Humanidade, aos amigos verdadeiros, à humildade, à honestidade, à perseverança, a tudo e a todos que puderam ser motivo de inspiração, prazer e sinergismo para podermos fazer Ciência.

OFEREÇO

A todas às instituições que contribuem para
o desenvolvimento da ciência no Brasil.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço com muita atenção ao governo federal pelo apoio ao ensino, extensão e pesquisa e a todas as pessoas que estão presentes e ausentes em nossas vidas, além dos povos que utilizam os recursos genéticos do nosso planeta.

“É necessário respeitar as diferenças, a aptidão do campo e o potencial fornecido pelos recursos genéticos nativos que ainda estão ao nosso alcance”.

Leonardo Almeida Sousa

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO LITERÁRIA	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I	
CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS SILVESTRES DE CARQUEJA E ESTABELECIMENTO DE BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA.....	16
1. RESUMO	16
2. INTRODUÇÃO	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES.....	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPÍTULO II	
PRODUÇÃO DE ALAS CAULINARES E BIOATIVOS POR <i>Baccharis genistelloides</i> subsp. <i>crispa</i> SUBMETIDA A ADUBAÇÕES ORGÂNICAS.....	38
1. RESUMO	38
2. INTRODUÇÃO	39
EXPERIMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
EXPERIMENTO DE CAMPO	67
5. MATERIAL E MÉTODOS	67
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
7. CONCLUSÕES.....	75
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

RESUMO

SOUSA, Leonardo Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2013. ***Baccharis genistelloides* subsp. *crispa*: caracterização, implantação de banco de germoplasma e resposta à adubação orgânica.** Orientador: Gilberto Bernardo de Freitas. Coorientadores: Magda Narciso Leite e Paulo Roberto Cecon.

Baccharis genistelloides subsp. *crispa* é uma espécie de amplo emprego medicinal, obtida basicamente de forma extrativista. A qualidade das plantas medicinais está associada aos seus teores de princípios ativos, que estão sujeitos a variações devido a fatores genéticos, fisiológicos e ecológicos. Assim, estudos visando a avaliar a influência destes fatores na biossíntese de substâncias biotivas por plantas medicinais é de suma importância. O presente estudo teve por objetivos a prospecção e caracterização de populações de plantas silvestres de carqueja presentes no campus da UFV e em áreas adjacentes, o estabelecimento de um banco ativo de germoplasma e o estudo da influência de diferentes sistemas de adubação orgânica na produção e qualidade de alas caulinares (matéria-prima para produção da droga vegetal) de plantas de carqueja. Inicialmente, foram feitas expedições a campo para localização de populações de plantas silvestres. Em seguida, foram selecionados cinco ambientes com características ecológicas distintas para a coleta de material vegetal utilizado para confecção de exsiccatas, análises fitoquímicas (flavonoides) e propagação vegetativa, visando à produção de mudas para o estabelecimento do banco ativo de germoplasma. Em seguida, foram instalados dois experimentos, um em ambiente protegido (casa de vegetação) e outro a campo, visando a avaliar a resposta de plantas de carqueja a diferentes sistemas de adubação orgânica, utilizando composto orgânico, biomassa de leguminosa (adubação verde) e calda de composto. O desempenho das plantas adubadas organicamente foi comparado ao das plantas não adubadas e adubadas com adubos minerais. Observou-se uma grande variação nos teores de flavonoides nas alas caulinares de plantas silvestres coletadas nos diferentes ambientes. Plantas coletadas em área de brejo apresentaram os maiores teores de flavonoides, e as coletadas em área de barranco, os menores teores. Houve correlação linear positiva entre o teor de flavonoides nas alas caulinares e o teor de matéria orgânica do solo. As plantas de carqueja apresentaram boa resposta às adubações orgânicas, especialmente sob condições de solo de baixa fertilidade e boa disponibilidade hídrica. Plantas de carqueja responderam melhor a adubações orgânicas feitas com composto orgânico associado ao

uso de biomassa fresca de leguminosa (adubação verde) ou calda de composto do que a adubações orgânicas feitas exclusivamente com composto orgânico. A resposta de plantas de carqueja à aplicação de biomassa de gliricídia (adubação verde) foi melhor que a resposta das plantas à aplicação de calda de composto. Sob condições de solo de média fertilidade e baixa disponibilidade hídrica, plantas de carqueja responderam melhor à adubação química. Os diferentes tipos de adubação orgânica utilizados não influenciaram significativamente os teores de flavonoides e óleo essencial presentes nas alas caulinares das plantas. Contudo, adubações orgânicas, especialmente aquelas feitas com composto orgânico associado ao uso de biomassa de leguminosas, proporcionaram aumentos significativos de massa seca, o que irá resultar em maiores produções de flavonoides e óleo essencial por área cultivada.

ABSTRACT

SOUSA, Leonardo Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2013. ***Baccharis genistelloides* subsp. *crispa*: characterization, implementation of genebank and response to organic fertilization.** Advisor: Gilberto Bernardo de Freitas. Co-advisors: Magda Narciso Leite and Paulo Roberto Cecon.

Baccharis genistelloides subsp. *crispa* is a plant species of widespread medicinal use, primarily obtained from extractive way. The medicinal plants quality is associated to its content of active ingredients, which are subject to variation due to genetic, physiological, and ecological factors. Thus, studies evaluating the influence of these factors on the biosynthesis of bioactive substances by medicinal plants are of great relevance. This study aimed to search and characterize populations of *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa*, carqueja (gorse), a plant present on the UFV campus (Federal University of Viçosa) and adjacent areas, establishing an active genebank, and to study the influence of different systems of organic fertilizer on yield and quality of stem wings (raw material for plant drug production) of carqueja plants. Initially, field expeditions to locate populations of wild plants were made. Then, five distinct environments with different ecological characteristics were selected to collect plant material, which was used for making exsiccates, phytochemical analysis (flavonoids), and vegetative propagation, aiming to produce seedlings for the establishment of active genebank. Then, two experiments were installed, one in a protected environment (greenhouse) and another on field, to evaluate the carqueja plant's response to different organic fertilizer systems, using organic compound, biomass of legumes (green manure), and organic compound syrup. The performance of the organically fertilized plants was compared to non-fertilized and chemically fertilized plants. There was a wide variation in the flavonoids levels in stem wings of wild plants collected in different environments. Plants collected in marsh area showed the highest flavonoids levels and plants collected in gully area showed the lowest levels. There was a positive linear correlation between the flavonoids content in stem wings and the soil organic matter content. Carqueja plants responded well to organic fertilizers, especially under conditions of low soil fertility and water availability. Carqueja plants responded better to organic fertilizers made with organic compound associated with the use of fresh biomass of legumes (green manure) or organic compound syrup than organic fertilizers made exclusively with organic compound. The carqueja plant's response to gliricidia

biomass application (green manure) was better than the response to the organic compound syrup application. Under soil conditions of average fertility and low water availability, cagueja responded better to chemical fertilization. The different types of used organic fertilizers did not significantly influence the flavonoids levels and essential oil present in the plant stem wings. However, organic fertilizations, especially those ones made with organic compound associated with the use of biomass from legumes, provided significant increases in dry weight, which will result in higher yields of flavonoids and essential oil per cultivated area.

INTRODUÇÃO GERAL

A arte de curar, em sua evolução ao longo da história da humanidade, atravessou numerosas fases. No entanto, essas fases não se sucederam com separações nítidas e até hoje, na era dos antibióticos, ainda se encontra com considerável frequência o recurso a rezas e invocações para expulsar as enfermidades, como nas primitivas práticas xamanísticas. No processo de evolução da arte de curar, coube aos alquimistas um passo de grande importância, como o conhecimento da química (MORS, 1982).

Desde os primórdios da civilização, técnicas e conceitos de cura pelos elementos da natureza são conhecidos e transmitidos através de gerações. No entanto, a partir da década de 1950, com o desenvolvimento da indústria farmacêutica, o uso da fitoterapia na prevenção de doenças e na manutenção da saúde ficou esquecido. Somente na década de 1980, ela passou a ser valorizada por suas propriedades medicinais (FRÓES e ROCHA, 1998).

É importante que as pessoas compreendam o valioso tesouro que a flora medicinal representa. As plantas medicinais e psicoativas podem conter o segredo da cura das feridas psíquicas, estando seu uso associado a lendas, práticas mágicas e ritualísticas (FRÓES e ROCHA, 1998).

A aliança entre as plantas e a medicina extrapola a história das civilizações. As propriedades medicinais deste grupo de vegetais foram sendo descobertas ao longo da história da humanidade, através das experiências de ensaio e erro, sendo este conhecimento passado de geração em geração (BRANDÃO, 2003).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define planta medicinal como “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semissintéticos” (WHO, 1998).

O Brasil é o país que abriga a maior biodiversidade vegetal do planeta, apresentando cerca de 30% das espécies vegetais do globo terrestre (VALLS, 2000), com cerca de 55 mil espécies (VIEIRA, 2000). No entanto, esta biodiversidade não está distribuída de modo homogêneo pelo território nacional. A biodiversidade vegetal brasileira distribui-se em mosaico, com níveis variados de preservação, mas também com grande variação quanto ao número e categoria de seus componentes por

ecossistema. Áreas de grande diversidade, como fragmentos remanescentes da Mata Atlântica, se opõem àquelas habitadas por poucas espécies, como as vastas extensões de Caatinga. Porém, em grande parte do país, a biodiversidade vem sendo constantemente reduzida pela ação humana (VALLS, 2000).

Programas para estudo de Plantas Medicinais no Brasil foram oficializados a partir de 1970, tendo a estrutura inicial se alicerçado nos laboratórios de química, farmacologia e botânica existentes na época (LAPA *et al.*, 2001).

Recentemente, as plantas medicinais passaram a ser consideradas recursos terapêuticos viáveis. A Organização Mundial de Saúde, na 31ª Assembleia recomendou, aos países membros, que desenvolvessem pesquisas visando à utilização da flora nacional com propósito terapêutico (FARNSWORTH *et al.*, 1985). Atendendo a esse propósito, no Brasil, o Ministério da Saúde lançou as “Diretrizes e Prioridades de Investigação em Saúde” (BRASIL, 1981 apud SCHEFFER, 1998).

As potencialidades de uso de plantas medicinais estão longe de serem esgotadas, afirmação endossada pelos novos paradigmas de desenvolvimento social e econômico, embasada nos recursos renováveis (BRASIL, 2006).

No Brasil, o Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen), desde 1983, tem um banco ativo de germoplasma de recursos genéticos de plantas medicinais, criado com o propósito de evitar o desaparecimento de espécies importantes de plantas produtoras de drogas e também de atender à demanda de estudos pelo país (Pires e Gripp, 1988). Além do Cenargen, no Brasil existem várias coleções de plantas medicinais em instituições como Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Institutos e Universidades, onde se encontram táxons com germoplasma conservado a campo, *in vitro* e em câmaras frias (SKORUPA e VIEIRA, 2005).

Essa enorme riqueza florística, de grande importância medicinal para a população, necessita ser mais estudada, sendo a carqueja uma espécie de grande importância terapêutica e econômica.

Pesquisas com carqueja foram colocadas como prioridade (ocupando o 2º lugar no “ranking” da “Mata Atlântica” e 3º entre as “Ruderais, Invasoras e Cultivadas”) na “1ª Reunião Técnica de Estratégias para Conservação e Manejo de Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas”, nas plenárias realizadas durante o evento. Nesta reunião, foi mencionada a importância da carqueja no mercado, considerando necessário propor estudos sobre sua cadeia produtiva e conservação *on farm* e *in situ*, sendo

prioridade de pesquisa seu sistema reprodutivo, biologia floral, diversidade genética, dinâmica de populações, cadeia produtiva e outros trabalhos complementares (VIEIRA *et al.*, 2002).

O estudo dos fatores que influenciam a produção e qualidade de plantas medicinais é de extrema importância para o fortalecimento dessa cadeia produtiva, uma vez que tais estudos irão subsidiar o estabelecimento de sistemas de produção de plantas medicinais mais racionais e de melhor retorno econômico.

Para carqueja, que apresenta um elevado número de substâncias químicas com ampla diversidade de uso, são necessários estudos que estabeleçam materiais botânicos (variedades ou cultivares) mais adequados às necessidades específicas. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo a caracterização de populações de plantas silvestres e dos respectivos ambientes de ocorrência, o estabelecimento de um banco de germoplasma e o estudo da resposta de plantas de carqueja a diferentes sistemas de adubação orgânica.

REVISÃO LITERÁRIA

1. CARQUEJA

A carqueja é um subarbusto perene, ereto, muito ramificado na base, de caule e ramos verdes com expansões trialadas, de 50-80 cm de altura, nativa do sul e sudeste do Brasil, e com amplo uso na medicina caseira (LORENZI e MATOS, 2002).

A carqueja pertence à família Asteraceae, gênero *Baccharis*. Plantas desta família têm sido muito estudadas quanto à sua composição química e atividade biológica. Algumas têm proporcionado o desenvolvimento de novos fármacos e inseticidas (ZOMLEFER, 1994).

As espécies de *Baccharis* produzem diversos metabólitos secundários como terpenoides, flavonoides, óleos essenciais, entre outros. Muitos destes compostos têm importância ecológica, comercial e medicinal por representarem substâncias com propriedades antitumorais, antimicrobianas ou inseticidas (WOLLENWEBER *et al.*, 1986; VERDI, 2005). Tais substâncias também estão envolvidas em mecanismos de defesa contra herbívoros e microrganismos (CRONQUIST, 1981).

O gênero *Baccharis* compreende cerca de 360 espécies distribuídas na América (NESOM e ROBINSON, 2006), do sul, do Canadá (FIELDING, 2001) ao sul da América do Sul (Giuliano, 2001). Aproximadamente 145 espécies são encontradas no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Os dois principais centros de diversidade desta espécie são os Andes, da Colômbia até a Argentina, e as montanhas e planaltos das regiões Sul e Sudeste do Brasil (SCHNEIDER *et al.*, 2009). Um centro secundário é representado por áreas de baixa altitude da Bacia do Rio da Prata, cujas espécies características ocorrem na Argentina, Paraguai, Uruguai e extremo sul do Brasil (HEIDEN *et al.*, 2007).

As espécies *B. trimera*, *B. genisteloides* e *B. articulata* têm sido bastante exploradas pelo seu amplo uso popular, o que tem ocasionado grande redução de suas populações silvestres (VIEIRA *et al.*, 2002).

Baccharis trimera (Less.) DC. tem origem brasileira, ocorrendo espontaneamente em quase todo o território nacional, e o Paraná é considerado o centro de dispersão no país. Essa espécie ocorre em altitude de até 2.800 metros, sendo comum em campos e beiras de estradas e numa grande variedade de solos (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Barroso (1976) destaca sua ocorrência em Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Uruguai, Paraguai, Bolívia, e nordeste da Argentina.

Baccharis trimera (Less.) A. P. de Candolle pertence ao grupo *Trimera*, tribo *Baccharidinae*, família *Asteraceae* (BARROSO, 1976), apresenta uma ampla variedade de nomes vulgares: carqueja, carqueja-amarga, bacanta, bacorida, cacalia-amarga, carque, quina-de-condamine, vassoura, vassoura de botão e tiririca-de-babado (ALZUGARAY e ALZUGARAY, 1988) e carqueja-doce (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Verdi *et al.* (2005) destacam a importância química, econômica e biológica do gênero *Baccharis*, enfatizando que, da espécie *B. genistelloides*, do sudeste brasileiro, é extraído, por arraste a vapor, óleo de alto valor para indústria de fragrância.

A demanda por carqueja no mercado interno é grande, pois é utilizada amplamente na “medicina popular” e pela indústria farmacêutica. Além disso, é muito usada na apicultura (Vieira *et al.*, 2002) e na fitoterapia animal (AVANCINI *et al.*, 2000).

As principais classes de compostos encontrados nas diferentes espécies de carqueja são: taninos, terpenos, saponinas, óleo volátil e flavonoides como luteolina, quercetina, santonina, absintina, acacetina, 7,4-dimetil-apigenina, circimaritina, salvigenina, jaceidina, jaceosidina, além de circiliol, odoratina, platicarpanetina (BORGGO *et al.*, 2010).

Na medicina popular, *B. trimera* é empregada como estomáquica, antirreumática, anti-helmíntica, para doenças do fígado, gastroenterites, diabetes, anorexia, gripe, resfriado e para uso externo em feridas e ulcerações. Há estudos que constataram, ainda, potencial antifúngico (STANGARLIN *et al.*, 1999), atividade bacteriostática e bactericida do decocto como desinfetante e antisséptico (AVANCINI *et al.*, 2000), ação hipoglicemiante e inibição do protozoário causador da doença de Chagas (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Uma das substâncias mais estudadas farmacologicamente e que pertence à constituição química de *B. trimera* é o carquejol, que tem efeito narcótico efêmero, causa diminuição da atividade motora, diminuição da pressão sanguínea, elevação da glicemia e diminuição do ritmo respiratório em animais de laboratório (SOUZA *et al.*, 1991). Soicke *et al.* (1987) mostraram efeito anti-hepatotóxico de flavonoides de *B.*

trimera, em ratos intoxicados por faloidina. Torres *et al.* (2000) revelaram presença de diterpeno clerodano dilactônico com efeito relaxante na musculatura lisa vascular de ratos.

A carqueja também apresenta propriedades antimutagênicas (NAKASUGUI e KOMAI, 1998), antioxidantes (PÁDUA *et al.*, 2010), para o tratamento da diabetes (Oliveira *et al.*, 2005), seu extrato aquoso tem efeitos antiinflamatórios (GENE *et al.*, 1992) e outros constituintes com propriedades analgésicas (GENE *et al.*, 1995).

As substâncias resinosas e o óleo essencial justificam o uso industrial da planta na aromatização de refrigerantes e licores, destacando-se o nopineno, carquejol e acetato de carquejila, e entre eles, o ledol, em pequena quantidade. Utiliza-se ainda a carqueja na fabricação de cervejas baratas, como substituinte do lúpulo (COSTA, 1994).

Quanto à toxicologia, Ruiz *et al.* (2008) mencionam que o consumo do chá de carqueja deve ser proibido para gestantes (risco comprovado de aborto) e para pacientes que utilizam drogas para tratamento de problemas pressóricos (ação hipotensora).

Segundo Oliveira e Moresco (1999), o chá deve ser preparado como infuso, quando a água quente, em início de fervura (65-70°C), é jogada sobre a erva, que fica abafada por aproximadamente 15 minutos. A infusão deve ser feita com cinco gramas de planta seca ou 10 gramas de planta fresca em meio litro de água, três vezes ao dia.

A propagação da carqueja pode ser feita por sementes, estacas ou divisão de touceiras (CASTRO e FERREIRA, 2000). A propagação sexuada não é aconselhável pelo tamanho diminuto da semente, o que dificulta o manuseio, além do aumento do tempo para formação de mudas, desuniformidade de crescimento e alta variabilidade em função do dioicismo (BONA *et al.*, 2002). A propagação pelo método de estaquia é mais vantajosa, sendo de fácil execução, com grande rendimento de mudas, possibilitando a preservação de características agrônomicas desejáveis e a formação de lavouras homogêneas. Sob condições adequadas, o enraizamento das estacas pode ultrapassar 90% (BONA *et al.*, 2002).

Em relação ao momento de propagação, sugere-se que a planta esteja em fenofase vegetativa, devido às melhores condições fisiológicas para o enraizamento, embora plantas em fenofase reprodutiva possam ser utilizadas, havendo, entretanto, redução no enraizamento das estacas (SOUSA *et al.*, 2006).

O plantio da carqueja deve ser realizado nos meses de setembro e outubro, no espaçamento de 0,4 a 0,8 m entre plantas e 0,9 a 1,2 m entre plantas. A cultura deve ser

renovada a cada três ou quatro anos. É recomendada a amontoa junto à base do caule das plantas, o que facilita o enraizamento (CASTRO e FERREIRA, 2000).

A carqueja é uma planta rústica e tolera bem os diferentes tipos de solo, mas é aconselhável evitar os solos muito argilosos e compactados, pela dificuldade de se trabalhar neles e por dificultarem o desenvolvimento adequado das raízes da planta. Desenvolve-se melhor a pleno sol, portanto, o local deve ser ensolarado para que haja maior produção de biomassa e teor de princípios ativos (BONA *et al.*, 2002). Estes autores verificaram maior produção de massa seca de *B. trimera* com uma saturação por bases de 44,4%.

Reis (1996) destaca que para espécies heliófitas, como a carqueja, poderiam ser recomendadas estratégias para o cultivo convencional, pois se adaptam a estas condições ou então manejá-las em seus próprios habitats, valorizando e possibilitando a retomada da dinâmica dessas formações. Este mesmo autor reforça ainda a necessidade e a importância da obtenção de alternativas de utilização e exploração mais racionais da carqueja.

A colheita de biomassa (matéria-prima para produção da droga vegetal) deve ser feita duas a três vezes por ano, no período da manhã, devendo em seguida ser seca à sombra ou em secador com temperatura máxima de 35°C (SIMÕES *et al.*, 2002). O corte deve ser feito a 15 cm de altura, para facilitar a rebrota (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2008).

Em relação ao ataque de pragas e doenças, a carqueja por ser considerada uma planta rústica, apresentando poucos problemas. Quanto às pragas, ocasionalmente é atacada por pulgões, cochonilhas e insetos mastigadores. Já com relação a doenças, ocorrem oídios e algumas manchas foliares (BONA *et al.*, 2002).

2. FATORES QUE INFLUENCIAM O METABOLISMO SECUNDÁRIO

A qualidade das plantas medicinais está associada aos seus teores de princípios ativos (CASTRO e FERREIRA, 2000). Os princípios biologicamente ativos procedem do metabolismo secundário das plantas e estão sujeitos a variações devidas a fatores genéticos, fisiológicos e ecológicos (TETÉNYI, 1983).

Gottlieb *et al.* (1996) destacam que uma planta não é uma fábrica montada especificamente para uma determinada produção, mas um ser vivo sujeito a estresse por fatores ambientais variáveis, como fertilidade do solo, umidade, radiação solar, vento,

temperatura, herbivoria, biota associada, poluição atmosférica e do solo. Esses elementos podem influenciar e alterar a composição química do vegetal que também é determinada pela fase do ciclo fenológico da planta na época de coleta.

Auken e Bush (1990), estudando *Baccharis neglecta*, verificaram que a elevação do nível de irradiância aumenta significativamente o número de folhas, o comprimento e o diâmetro basal do caule e a produção de biomassa aérea, radicular e total.

Silva (2001) estudou o efeito dos níveis de irradiância sobre o crescimento, teor e conteúdo do óleo essencial de *B. trimera* a campo. Ele observou que maior nível de irradiância (100%) causou aumento em todas as características avaliadas, tais como número de ramos, número de nós, diâmetro, matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da raiz, matéria seca da raiz, teor e conteúdo de óleo essencial, exceção feita para altura.

Silva *et al.* (2007) verificaram variação sazonal na composição química do óleo essencial em populações de *Baccharis trimera* natural e cultivada, revelando a presença de três grupos de óleos em relação à origem e à fase de desenvolvimento das amostras.

Em cultivos comerciais, as práticas agrícolas adotadas no manejo das plantas, especialmente a adubação das plantas, influenciam tanto a produção de biomassa quanto a biossíntese de metabólitos secundários. As plantas medicinais, como qualquer outra planta, dependem de suprimento adequado de nutrientes para obtenção de boas produtividades e produtos (matérias-primas) de boa qualidade. Esses nutrientes podem estar disponíveis em adubos de origem orgânica ou mineral (CHAVES, 2002).

O suprimento inadequado de um nutriente essencial, por deficiência ou excesso, altera o metabolismo das plantas e, conseqüentemente, seu crescimento e desenvolvimento. Os adubos orgânicos são uma excelente fonte de nutrientes para as plantas, pois apresentam, de forma equilibrada, praticamente todos os macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e Cl) essenciais para as plantas, além disso, contribuem para a melhoria da estrutura física do solo e de sua capacidade tampão e para o aumento da retenção de água e de sua atividade microbiana, o que favorece ainda mais o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985). De acordo com este autor, até meados do século XIX, os adubos aplicados aos solos eram praticamente os de origem orgânica.

Entre os nutrientes presentes nos adubos orgânicos, o nitrogênio é um dos que exercem maior influência na produção e qualidade da biomassa de plantas medicinais, especialmente em plantas medicinais cuja parte colhida (matéria-prima) são as folhas. Em algumas espécies da família *Lamiaceae*, a adubação nitrogenada aumenta a produção de óleo essencial, como em hortelã, alfazema e orégano. Para plantas produtoras de frutos e sementes, como o coentro, e biomassa subterrânea, maiores respostas são obtidas com incremento da adubação com superfosfato de cálcio e sais de potássio, apresentando estes, de uma maneira geral, menor influência que os adubos nitrogenados (BOX, 1973).

Várias pesquisas têm mostrado boas respostas de plantas medicinais a adubações orgânicas. Para *Calendula officinalis*, a aplicação de 6,0 kg m⁻² (60 t ha⁻¹) de composto orgânico, na presença de cobertura morta, proporcionou maior produção de matéria fresca e número de capítulos (SANTOS *et al.*, 2001). A aplicação de 2,0 a 4,0 kg m⁻² de adubo orgânico em plantas de *Achilea millefolium* L. também resultou em maiores produções de biomassa e maiores teores de óleo essencial (SCHEFFER e RONZELLI JÚNIOR, 1990). A adubação orgânica de *Lippia alba* com esterco de aves resultou em maior rendimento de óleo essencial quando comparado à adubação química (SOUSA *et al.*, 2002). *Baccharis trimera* submetida a cinco níveis de adubação orgânica com esterco de curral (0, 5, 10, 20 e 30%), em presença e ausência de adubo mineral, apresentou maior rendimento de biomassa quando se utilizou 30% de esterco de curral, na ausência de adubo mineral. A adição de adubo mineral a este tratamento resultou na redução da biomassa produzida. Neste trabalho, o maior teor de óleo essencial (0,9%) foi obtido de plantas do tratamento testemunha (sem adubação orgânica e mineral. Contudo, verificou-se que a maior produção de biomassa proporcionada pelas adubações das plantas compensa a redução no teor de óleo, resultando em maiores produtividades de óleo (SILVA, 2001). Estes autores concluem que a adubação orgânica é a mais indicada para a carqueja e que tal prática pode contribuir para a redução dos custos de produção, uma vez que os adubos orgânicos, especialmente os esterco animais, são facilmente encontrados nas propriedades agrícolas.

O efeito negativo de adubações orgânicas no teor de óleo essencial de plantas medicinais também foi observado por Chaves (2002) em alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.). Neste estudo, plantas que receberam as maiores doses de esterco de

galinha poedeira (8,0 e 12,0 kg m⁻²) apresentaram teores de óleo essencial inferiores ao de plantas do tratamento testemunha (sem adubação).

Palácio *et al.* (2007), apesar de não terem verificado resposta positiva da adubação nitrogenada na produção de biomassa, observaram mudanças na composição química do óleo essencial.

Diante dos dados apresentados, verifica-se que os efeitos da adubação na produção de biomassa e qualidade de plantas medicinais variam conforme a espécie e as substâncias de interesse, sendo necessários mais estudos nesta área para uma adequada adubação das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Enciclopédia de plantas brasileiras**. São Paulo: Ed.Três, 1988. 431p.
- AUKEN, O.W.V.; BUSH, J.K. Influence of light levels, soil nutrients and competition on seedling growth of *Baccharis neglecta* (Asteraceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.117, n.4, p.438-444, 1990.
- AVANCINI, C.A.M.; WIEST, J.M.; MUNDSTOCK, E. Atividade bacteriostática e bactericida do decocto de *Baccharis trimera* (Less.) D.C., Compositae, carqueja, como desinfetante ou anti-séptico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.52, n.3, p.230-234, 2000.
- BARROSO, G.M. Compositae – Tribo Baccharidinae Hoffmann: estudo de espécies ocorrentes no Brasil. **Rodriguesia**. v.40, n.3, p.1-273, 1976.
- BONA, C.M.; BIASI, L.A.; NAKASHIMA, T.; ZANETTE, F.; CORRÊA Jr., C. **Carqueja: cultive esta idéia**. Curitiba: SEAB-PR/UFPR. 2002. 18p.
- BORGO, J.; XAVIER, C.A.G.; MOURA, D.J.; RICHTER, M.F.; SUYENAGA, E.S. Influência dos processos de secagem sobre o teor de flavonóides e na atividade antioxidante dos extratos de *Baccharis articulata* (Lam.) Pers., Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 1, p. 12-17. 2010.
- BOX, M. **Cultivo de plantas medicinais**. Madri: Labor, 1973. 490 p.
- BRANDÃO, M.G.L. **Plantas Mediciniais & Fitoterapia**. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2003. 140p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60p.
- CASTRO, H.G.; FERREIRA, A.F. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: carqueja (*Baccharis genistelloides*)**. Viçosa: UFV. 2000. 102p.
- CHAVES, F.C.M. **Produção, Biomassa, Rendimento e Composição de Óleo Essencial de Alfavaca-Cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em Função da Adubação Orgânica e Épocas de Corte**. Botucatu, 2002. 144f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual de São Paulo.
- COSTA, A F. **Farmacognosia**. 4ª ed. v.2. Lisboa: Fundação Calouste Gubenkian. 1994. 1117p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

FARNSWORTH, N.R.; AKERELE, O.; BINGEL, A.S.; SOERJATO, D.D.; GUO, Z. Medicinal plants in therapy. **Bulletin of the World Health Organization**: New York, v.63, n.6, p.965-981. 1985.

FIELDING, R.R. *Baccharis*: a genus of the Asteraceae new to Canada. **Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science**, v. 41, n. 4, p. 214-215, 2001.

FRÓES, V.; ROCHA, A. **Alquimia vegetal: como fazer sua farmácia caseira**. Rio de Janeiro: Record: Nova Era, 1997. 201p.

GENE, R.M.; CARTAÑÁ, C.; ADZET, T.; MARÍN, E.; PARELLA, T.; CAÑIGUERAL, S. Anti-Inflammatory and Analgesic Activity of *Baccharis trimera*: Identification of its Active Constituents. **Planta Medica**, New York, v.62, p.232-235, 1996.

GENE, R.M.; MARÍN, E.; ADZET, T. Anti-Inflammatory Effect of Aqueous Extracts of Three Species of the Genus *Baccharis*. **Planta Medica**, New York, v.58, p.565-566, 1992.

GIULIANO, D. A. Clasificación infragenérica de las especies Argentinas de *Baccharis* (Asteraceae, Astereae). **Darwiniana**, v. 39, n.1-2, p. 131-154, 2001.

GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C.; BORIN, M.R.M.B. **Biodiversidade: Um Enfoque Químico-Biológico**. Rio de Janeiro: UFRJ. 1996. 267p.

HEIDEN, G.; IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L. & MACIAS, L. Biogeografía de *Baccharis* sect. *Caulopterae* (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 787-796, 2007.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p

LAPA, A.J.; SOUCCAR, C.; LIMA-LANDMAN, M.T.; GODINHO, R.L.; LIMA, T.C.M. Substratos Naturais para o Desenvolvimento e a Produção Autóctones de Medicamentos. In: V Jornada Paulista de Plantas Medicinais; Natureza, Ciência e Comunidade; 22 a 29/09 de 2001, Botucatu, SP. UNESP: Botucatu. **Anais...** 2001, p. XXVI-VII.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2002. 512p.

MORS, W. Plantas Medicinais. **Ciência Hoje**, ano1/n.3, nov./dez., p.14-19, 1982.

NAKASUGUI, T.; KOMAI, K. Antimutagens in the Brazilian Folk Medicinal Plant Carqueja (*Baccharis trimera* Less.). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.46, p. 2560-2564, 1998.

NESOM, G. & ROBINSON, H. XV. Tribe Astereae Cass. In: Kadereit, J. W. & Jeffrey, C. (eds.). **The families and genera of vascular plants** (K. Kubitzki – series editor), Vol. VIII. Flowering plants: Eudicots: Asterales. Berlin: Springer. 2006. p. 284-342. 2006.

OLIVEIRA, A.S.; DEBLE, L.P.; SCHNEIDER, A.A.; MARCHIORI, J.N. Checklist do gênero *Baccharis* L. para o Brasil (Asteraceae-Asterae). **Balduinia**, v. 9, p. 17-27, 2006.

OLIVEIRA, A.C.P.; ENDRINGER, D.C.; AMORIM, L.A.S.; BRANDÃO, M.G.L.; COELHO, M.M.; SCHENKEL, E.P. Effect of the extracts and fractions *Baccharis trimera* and *Syzygium cumini* on glycaemia of diabetic and non-diabetic mice. **Journal Ethnopharmacology**, v.102, p. 465-469, 2005.

OLIVEIRA, L.N.P.; MORESCO, P.M.M. **Verde saúde Curitiba: plantas medicinais**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 1999. 60p.

PÁDUA, B.C.; SILVA, L.D.; JÚNIOR, J.V.R.; HUMBERTO, J.L.; CHAVES, M.M.; SILVA, M.E.; PEDROSA, M.L.; COSTA, D.C. Antioxidant properties of *Baccharis trimera* in the neutrophils of Fisher rats. **Journal Ethnopharmacology**, v. 129, n.381-386, 2010.

PALÁCIO, C.P.A.M.; BIASI, L.A.; NAKASHIMA, T.; SERRAT, B.M. Biomassa e óleo essencial de carqueja (*Baccharis trimera* (Less) DC.) sob influência de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.9, n.3, p.58-63, 2007.

PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas Medicinais de Mata Atlântica: manejo sustentado e amostragem**. São Paulo: Annablume/Fapesp. 2000. 216p.

PIRES, M.J.P.; GRIPP, A. Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais em banco ativo de germoplasma. **Acta Amazônica**, v. 18, n. 1-2, p. 61-73, 1988.

Press, 1994. 430 p.

REIS, M.S. Manejo Sustentado de Plantas Medicinais em Ecossistemas Tropicais. In: DI STASI, L.C. (org.) **Plantas Medicinais: Arte e Ciência – Um guia de estudo interdisciplinar**: 1ª edição. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996, p.199-215.

RUIZ, A.L.T.G.; TAFFARELLO, D.; SOUZA, V.H.S.; CARVALHO, J.E. Farmacologia e Toxicologia de *Peumus boldus* e *Baccharis genistelloides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.2, p-295-300, 2008.

SANTOS, E. A. M.; PÊGO, K. P.; MARTINS, E. R. Efeitos da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.) em Montes Claros - MG. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7., Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UFMG, 2001. p. 7.

SCHEFFER, M. C.; RONZELLI JÚNIOR, P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais da *Achillea millefolium* L. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11., 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa:SBPM, 1990. p. 4.12.

SCHEFFER, M.C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. – Mil-Folhas. In: MING, L.C. (coord.) **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa**

agronômica: volume 1. Botucatu: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1998, p.1-22.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; LUBENOW, R.; CARNEIRO, C.M.; SHINI, S.O. Morfofisiologia da rebrota de *Baccharis trimera* (Less) DC., Asteraceae: Subsídios para seu controle em pastagens naturais. **Biotemas**, v.21, n.3, p-31-37, 2008.

SCHNEIDER, A.A.; HEIDEN, G.; BOLDRINI, I.I. Notas nomenclaturais em *Baccharis* L. sect. *Caulopterae* DC. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 2, p. 225-228, 2009.

SILVA, F.G. **Estudos de calogênese *in vitro* e dos efeitos do manejo fitotécnico no crescimento e produção de óleo essencial em plantas de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) D.C.]**. Lavras, 2001. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras.

SILVA, F.G.; OLIVEIRA, C.B.A.; PINTO, J.E.B.P.; NASCIMENTO, V.E.; SANTOS, S.C.; SERAPHIND, J.C.; FERRI, P.H. Seasonal Variability in the Essential Oils of Wild and Cultivated *Baccharis trimera*. **Journal Brazilian of Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 990-997, 2007.

SILVA, F.G.; PINTO, J.E.B.P.; GUIMARÃES, R.M.; SALES, J.F.; SANTIAGO, E.J.A.; LIMA, P.S.G. Estudo da germinação de carqueja (*Baccharis trimera* Less. D.C). In: XVI Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil; 17 a 20/10 de 2000, Recife, PE. UFPE: Recife. **Livro de Resumos...** 2000, p.69.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVIK, P.O. **Farmacognosia – da planta ao medicamento**. 4ª edição. Porto Alegre e Florianópolis: UFRGS e UFSC. 2002. 833p.

SKORUPA, L.A.; VIEIRA, R.F. Coleta de germoplasma de plantas medicinais. In: WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. (Eds.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p.435-468.

SOICKE, H.; LENG-PESCHLOW, E. Characterization of flavonoids from *Baccharis trimera* and their antihepatotoxic properties. **Planta Medica**, v.53, p.37-39, 1987.

SOUSA, L.A.; SACRAMENTO, L.V.S.; MING, L.C. Propagação por estaquia de três acessos de *Baccharis trimera* em fenofase reprodutiva. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.4, p.189-192, 2006.

SOUZA, L. A. et al. Composição química e rendimento do óleo essencial nas folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR. Ex Britt & Wilson cultivada sob padrões inorgânicos e orgânicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, 5., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2002.

SOUZA, M. P.; MATOS, M.E.O.; MATOS, F.J.A.; MACHADO, M.I.L.; CRAVEIRO, A.A. **Constituintes Químicos Ativos de Plantas Mediciniais Brasileiras**. 1ª ed. Fortaleza: UFC. 1991. 223-228p.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M.E.S.; NOZAKI, M.H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n.11, p.16-21, 1999.

TETÉNYI, P. Biological preconditions of aromatic and medicinal plant cultivation. **Acta Horticulturae**, v.132, p.15-22, 1983.

TORRES, L.M.B.; GAMBERINI, M.T.; ROQUE, N.F.; LIMA-LANDMAN, M.T.; SOUCCAR, C.; LAPA, A.J. Diterpene from *Baccharis trimera* with relaxant effect on rat vascular smooth muscle. **Phytochemistry**, n. 55, p.617-619, 2000.

VALLS, J.F.M. A Preservação da Biodiversidade e as novas Biotecnologias. In: Palestras Convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica, 23 a 29 de julho, 2000, Brasília, **Tópicos Atuais em Botânica** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2000. p. 357-359.

VERDI, L. G.; BRIGHENT, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *Baccharis* (ASTERACEAE): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

VIEIRA, R.F. Importância da variabilidade genética para a produção de metabólitos secundários. In: Palestras Convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica, 23 a 29 de julho, 2000, Brasília, **Tópicos Atuais em Botânica** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2000. p. 304-307.

VIEIRA, R.F.; SILVA, S.R.; ALVES, R.B.N.; SILVA, D.B.; DIAS, T.A.B.; WETZEL, M.M.V.S.; UDRY, M.C.; MARTINS, R.C. 2002. **Estratégias para Conservação e Manejo de Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas: Resultados da 1º Reunião Técnica**, Embrapa/Ibama/MMA/CNPq: Brasília, DF, Brasil.

WHO. **Guidelines for the appropriate use of herbal medicines**. Geneva, World Health Organization, 1998.

WOLLENWEBER, M.; SCHOPER, R.; ARRIAGA-GINER. Flavonoids and terpenoids from the exudates of some *Baccharis* species. **Zeitschrift fur Naturforschung C**, Tubingen, v. 41,n. 1, p. 87-93, 1986.

ZOMLEFER, W. B. **Guide to flowering plant families**. Chapel Hill: University of North Carolina

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS SILVESTRES DE CARQUEJA E ESTABELECIMENTO DE BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA

1. RESUMO

Diferentes espécies do gênero *Baccharis*, conhecidas popularmente como carqueja, vêm sendo coletadas e usadas indiscriminadamente para a mesma finalidade terapêutica, devido à sinonímia popular para diferentes espécies. Contudo, nos últimos anos, muitos pesquisadores estão se articulando e se esforçando para estabelecer práticas sustentáveis de manejo desta espécie para sua conservação e produção comercial. Desta forma, o objetivo deste estudo foi fazer a caracterização de plantas silvestres de carqueja presentes em diferentes ambientes na microrregião do município de Viçosa e implantar um banco ativo de germoplasma para subsidiar futuros estudos fitotécnicos. Inicialmente, foram feitas expedições a campo para localização de populações silvestres em ambientes com diferentes características ecológicas. Em cada ambiente, foram selecionadas plantas vigorosas e em bom estado fitossanitário, das quais foram coletados materiais vegetais (alas caulinares) para preparo de exsiccatas, propagação vegetativa e análise fitoquímica (teor de flavonoides). Exsiccatas das plantas selecionadas foram incorporadas aos acervos dos herbários de Departamento de Biologia Vegetal da UFV (VIC) e do Departamento de Botânica da UFJF (CESJ). Amostras de solo dos locais de coleta foram retiradas para análises química e física. Observou-se grande variação nos teores de flavonoides nas alas caulinares das plantas silvestres coletadas nos diferentes ambientes. Plantas coletadas em área de brejo apresentaram os maiores teores de flavonoides, e as coletadas em área de barranco, os menores teores. Observou-se também correlação linear positiva entre o teor de flavonoides nas alas caulinares e o teor de matéria orgânica do solo. Tais resultados indicam que a coleta indiscriminada de plantas silvestres de carqueja para fins medicinais não deve ser praticada, pois resultará em produtos com diferentes teores de bioativos e, conseqüentemente, diferentes eficácias terapêuticas.

Palavras-chave: Carqueja silvestre, variabilidade fenotípica, teor de flavonoides, conservação *ex situ*.

2. INTRODUÇÃO

A demanda por plantas medicinais vem crescendo substancialmente nas últimas décadas, o que tem intensificado o extrativismo, uma vez que grande parte das plantas medicinais ainda não é cultivada comercialmente. Este método de obtenção de plantas medicinais, além de causar sério impacto ambiental, não garante a obtenção de matéria-prima de qualidade, uma vez que a presença e a concentração de substâncias biologicamente ativas nas plantas estão sujeitas a variações devidas a fatores genéticos, fisiológicos e ecológicos (TETÉNYI, 1983)

Entre os usuários de plantas medicinais, é bastante difundida a ideia de que, para uma planta medicinal ter efeito terapêutico, ela não pode ser cultivada. A crença é que, para ter efeito terapêutico, a planta deve ser coletada em seu ambiente natural. Os argumentos a favor desta teoria baseiam-se no fato de que, nas plantas medicinais, os princípios ativos são produzidos como uma resposta da interação da planta, através de seu código genético, com o ambiente, e tem por finalidade melhorar as chances de sobrevivência da espécie na natureza. Uma vez que a espécie esteja no ambiente onde ela é favorecida pelo homem, não haveria por que continuar produzindo princípios ativos (LAMEIRA e OLIVEIRA, 2009).

Contudo, pesquisas têm mostrado que o cultivo racional de plantas medicinais proporciona a obtenção de plantas com elevados teores de substâncias bioativas, além de elevada produção de biomassa (matéria-prima para produção da droga vegetal) (SCHEFFER e RONZELLI JÚNIOR, 1990; SANTOS *et al.*, 2001; CHAVES, 2002; SILVA, 2001).

A carqueja é uma espécie de grande interesse comercial, com ampla ocorrência natural no bioma Mata Atlântica, sendo encontrada em ambientes com diferentes características ecológicas e edafoclimáticas. A caracterização de populações silvestres quanto à presença e concentração de substâncias de interesse econômico e social constitui uma etapa básica na domesticação e melhoramento de plantas (RESENDE, 2002).

Domesticar plantas medicinais, para cultivá-las comercialmente, além de ser uma maneira de aliviar a erosão genética que algumas espécies vêm sofrendo, é também uma forma de assegurar a quantidade e a regularidade de fornecimento da matéria-prima e, ao mesmo tempo, controlar os fatores que influenciam sua qualidade (LAMEIRA e OLIVEIRA, 2009).

No processo de domesticação e melhoramento de plantas medicinais, inicialmente são feitas expedições a campo com o objetivo de localizar populações silvestres de plantas para coleta de material vegetal para análises e, se possível, para propagação ou armazenamento em condições controladas, visando à formação de bancos de germoplasma (conservação *ex situ*).

Na conservação *ex situ*, os materiais coletados são conservados em câmaras frias (sementes), *in vitro* (meristemas, embriões, microrganismos e sêmen), ou no campo (coleções de plantas/banco ativo de germoplasma), o que garante a disponibilidade de materiais essenciais aos programas de melhoramento genético para a obtenção de cultivares, raças e estirpes que atendam satisfatoriamente as necessidades da população e o desenvolvimento do agronegócio (GOERDET, 2007).

Os bancos de germoplasma são muito numerosos e apresentam grande relevância para os programas de melhoramento de espécies perenes, pois, em geral, funcionam ao mesmo tempo como banco genético e como teste de introdução de espécies, populações e clones em diferentes regiões. Dessa forma, tais bancos, muitas vezes, fornecem materiais diretamente para os plantios produtivos, sem passar por testes adicionais (RESENDE, 2002).

Desta forma, os objetivos deste trabalho foram caracterizar populações silvestres de carqueja presentes no Campus da UFV e em áreas adjacentes, quanto à presença e teor de flavonoides em suas alas caulinares, caracterizar os ambientes de ocorrência natural desta espécie e instalar um banco ativo de germoplasma (BAG) de carqueja na UFV.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a localização das populações silvestres de carqueja e determinação do nível de conhecimento das pessoas da região acerca desta planta medicinal, inicialmente foi feita uma entrevista semiestruturada com funcionários da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Com base nas informações coletadas, foram feitas expedições a campo para localização das populações silvestres. Posteriormente, foram selecionados cinco ambientes com características ecológicas e edafoclimáticas distintas (áreas de Floresta Secundária, de Brejo, de Mata de Eucalipto, de Barranco e de Pastagem) para a coleta de material vegetal. Em cada ambiente, foram selecionadas plantas vigorosas e em bom estado fitossanitário para coleta de material vegetal (alas caulinares) para confecção de exsiccatas, análise fitoquímica (flavonoides) e propagação vegetativa, visando à produção de mudas para estabelecimento de um banco ativo de germoplasma.

Os locais de coleta de material vegetal foram georreferenciados, Figura 1, com auxílio de GPS (Etrex/Garmin). Amostras de solo foram retiradas em cada local de coleta para caracterização física e química (Quadro 1). Todos os locais de coleta estão localizados no campus da UFV e em áreas adjacentes, no município de Viçosa-MG, situado a 20°45'25,2''S e 42°52'09,5''O, na altitude média de 652 m, com clima classificado como Cwa, conforme Köppen e Greiger (1928). As amostras de solo e tecido vegetal foram retiradas entre os meses de abril a maio de 2010 (outono).

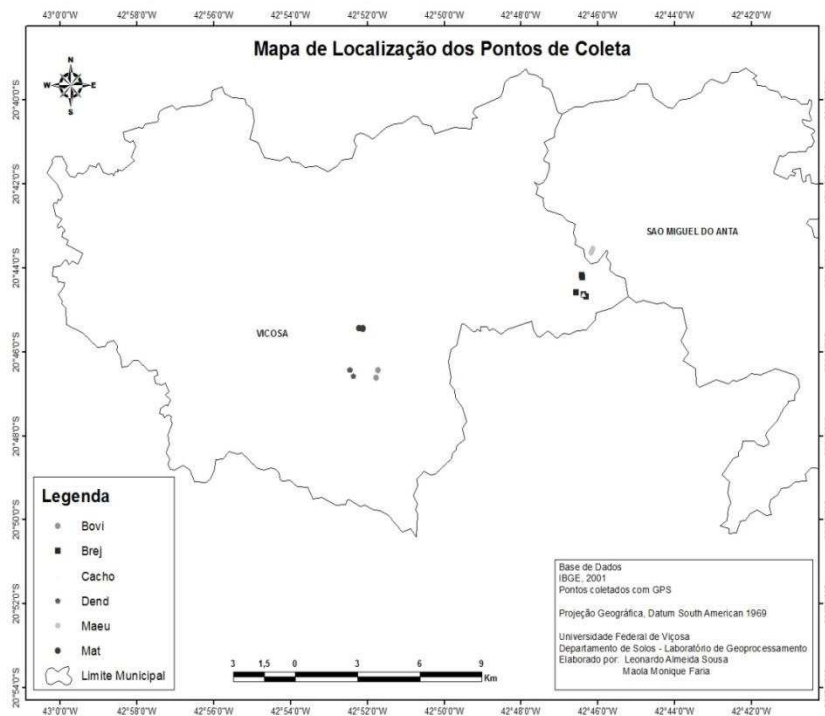


Figura 1. Locais onde foram coletados materiais vegetais de plantas silvestres de carqueja, no campus da UFV e em áreas adjacentes, em Viçosa-MG (Barranco: BA; Brejo: BR; Floresta Secundária: FS; Mata de Eucalipto; FC: Fazenda Cachoeirinha/Pastagem)

Foi feita também uma descrição das condições ecológicas (diversidade de plantas e exposição ao sol) de cada um dos ambientes de coleta de plantas silvestres de carqueja. Foi observado também o estado fenológico da planta (fenofase) no momento da coleta da material vegetal.

As exsicatas confeccionadas foram depositadas nos herbários das Universidades Federais de Viçosa e de Juiz de Fora. Foram encaminhados ao CGEN, via Plataforma Carlos Chagas, os formulários de Autorização de Acesso aos Recursos Genéticos Vegetais para Pesquisa Científica, protocolizados conforme a MP 2.186-16 e D 3.945 – 2001, sob registro número 0102702011/6.

No momento da amostragem, os materiais botânicos coletados foram acondicionados em sacos plásticos brancos com papel umedecido no seu interior, sendo etiquetados (identificados quanto ao local de amostragem e estado fenológico). Em seguida, foram colocados em caixas de isopor e transportados para o Laboratório de Agroecologia do Departamento de Fitotecnia da UFV. Utilizou-se a chave de identificação (Barroso, 1976) para a classificação das plantas, além do envio de material botânico para especialistas em Asteraceae.

As mudas para o estabelecimento do banco ativo de germoplasma foram produzidas pelo processo de enraizamento de estacas. Foram preparadas estacas de alas caulinares de todas as posições do ramo (apical, mediana e basal), com aproximadamente 15 cm de comprimento. Após o preparo, as estacas foram colocadas em tubetes (170 cm³), contendo composto orgânico como substrato. O estaqueamento foi conduzido em estufa plástica, dotada de sistema de nebulização programado para nebulizar três minutos, a cada uma hora. O enraizamento das estacas foi avaliado 60 dias após o estaqueamento. As estacas enraizadas foram transplantadas para sacolas plásticas pretas perfuradas, contendo uma mistura de terra de subsolo com composto orgânico na proporção de 3:1 (v/v), enriquecida com termofosfato yorin e cinza, nas dosagens de 5,0 kg por m³ de mistura.

Após o transplante, as mudas permaneceram ainda 15 dias na câmara de nebulização, com nebulização de três minutos, a cada uma hora, sendo posteriormente transferidas para um telado (50% de luminosidade), permanecendo neste ambiente por mais 60 dias, antes de serem plantadas no campo. No telado, as plantas foram irrigadas uma vez por dia. Após este período de aclimação, as mudas foram utilizadas na formação do banco ativo de germoplasma (BAG).

Amostras da parte aérea (alas caulinares) das plantas amostradas foram secas em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de 37°C, e trituradas em liquidificador industrial, para a obtenção da drogas vegetais secas e trituradas. Amostras das drogas vegetais preparadas foram então avaliadas quanto à presença de flavonoides por cromatografia em camada delgada (CCD) no Laboratório de Farmacognosia da Faculdade de Farmácia da UFJF; e quanto ao teor dos mesmos, por espectrofotometria no Ultravioleta/Visível (UV/Visível) a 425_{nm} no Núcleo de Identificação e Quantificação Analítica (NIQUA) da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da UFJF, de acordo com as metodologias descritas abaixo.

Teor de flavonoides

Cromatografia em camada delgada

O extrato hidroalcolólico foi preparado a partir de 2 g da droga vegetal seca e triturada em 20 mL de etanol e água (50:50). A mistura foi submetida ao aquecimento a 20°C durante 20 minutos. Após a filtragem, a solução obtida foi avaliada por CCD,

utilizando como fase estacionária Sílica-Gel e como fase móvel, uma mistura de tolueno:acetato de etila:metanol (7,5:2,5:0,5). A revelação foi feita com NP/PEG e posterior visualização sob radiação UV a 365_{nm}.

Espectrofotometria no UV/Visível

Preparo da solução mãe

Pesou-se 0,4 g da droga vegetal seca e triturada em balança analítica. Após a pesagem, a amostra da droga vegetal foi transferida para um balão de fundo redondo de 250 mL, no qual foram adicionados 20 mL de acetona e 2 mL de ácido clorídrico concentrado. A mistura foi levada ao refluxo por 30 minutos e, em seguida, procedeu-se à filtração por algodão para balão volumétrico de 100 mL. A torta foi novamente transferida para um balão de fundo redondo para refluxo com 20 mL de acetona durante mais 10 minutos. Nova filtração foi feita e, mais uma vez, procedeu-se à extração da torta com 20 mL de acetona sob refluxo por mais dez minutos. Após nova filtração para o mesmo balão volumétrico de 100 mL, o volume foi ajustado com quantidade suficiente de acetona. Em seguida, 20 mL desta solução foram transferidos para um funil de separação, ao qual foram adicionados 20 mL de água, sendo a extração feita com 15 mL de acetato de etila. Após a separação das fases, a fase aquosa foi novamente extraída com duas porções de 10 mL de acetato de etila. As fases orgânicas obtidas foram reunidas em um funil de separação e lavadas com duas porções de 50 mL de água, sendo então a fase orgânica transferida para um balão volumétrico de 50 mL, cujo volume foi completado com acetato de etila.

Preparo da solução amostra

As amostras foram preparadas transferindo-se 10 mL da solução mãe para balão volumétrico de 25 mL. Em seguida, adicionou-se 1 mL de solução reagente de cloreto de alumínio em metanol 2% m/v, tendo o volume sido completado com solução de ácido acético em metanol 5% v/v.

Preparo da solução branco

O branco foi preparado da mesma forma que a amostra, excetuando-se o fato de que o branco é desprovido da solução reagente de cloreto de alumínio em metanol 2% m/v.

Leitura no espectrofotômetro

As amostras foram submetidas à leitura em espectrofotômetro UV/visível a 425_{nm}, UV-1800 (SHIMADZU®), 30 minutos após o preparo das mesmas.

Determinação do teor de flavonoides

A quantificação dos teores de flavonoides foi feita pela aplicação da fórmula descrita na Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002), conforme representada abaixo. Todas as análises foram feitas em triplicata e pelo mesmo analista.

$$Q = \frac{A * 62500}{500 * p * (100 - Pd)}$$

Em que:

A = média das absorvâncias medidas;

p = peso da droga (g); e

Pd = determinação de água (%).

O resultado da expressão anterior é fornecido em percentual (p/p) de flavonoides calculados como quercetina. A Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002) preconiza o teor mínimo de 0,5%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico SAEG (UFV, 2007) para análise dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização das plantas silvestres e dos respectivos ambientes de ocorrência

A partir das informações fornecidas pelos entrevistados, foram localizados vários ambientes com ocorrência natural de plantas de carqueja, no Campus da UFV e em áreas adjacentes. Todas as plantas silvestres avaliadas foram classificadas como *Baccharis trimera* (Less.) DC. (1836) - Asteraceae, atual sinônimo de *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa* IPNI - The International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>) e MOBOT - Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>).

As pessoas entrevistadas informaram ser o extrativismo a principal forma de obtenção de carqueja e mostraram completo desconhecimento de técnicas para seu cultivo, o que reforça a necessidade de implementação de medidas conservacionistas (por exemplo: formação de BAGs) e o estabelecimento de protocolos fitotécnicos para o cultivo racional desta planta medicinal. Vieira *et al.* (2002) e Heiden *et al.* (2006) também verificaram que o extrativismo é a principal forma de obtenção deste recurso genético.

Assim, verifica-se a necessidade de conscientização e capacitação técnica dos coletores de plantas medicinais, de modo que o extrativismo ocorra pela identificação correta da espécie alvo e extração racional, de forma a proporcionar condições para que atividade antrópica possa ser viabilizada, atendendo a uma produção com maior nível de qualidade e compatibilidade com a conservação dos agroecossistemas (COHEN *et al.*, 1991; WILLIAMS, 1991; BELLON, 1996; FRANKS, 1999; NADEEM *et al.*, 2000; PAVAN-FRUEHAUF, 2000; CLEMENT, 2001; ENGEL e VISSER, 2003; HILLEL e ROSENZWEIG, 2005; CECCARELLI *et al.*, 2009).

Verificou-se grande variação nas características ecológicas dos cinco ambientes avaliados, sendo encontradas populações silvestres de plantas de carqueja tanto em locais com baixa diversidade de espécie e plenamente exposto ao sol quanto em ambientes com boa diversidade de plantas e bastante sombreado, indicando que esta espécie se adapta bem a diferentes tipos de microclima (Quadro 1).

Quadro1. Características ecológicas dos ambientes de coleta de plantas silvestres de carqueja, localizadas no Campus da UFV e em áreas adjacentes

Ambiente de amostragem	Descrição
Floresta Secundária (FS)	Ambiente com diversidade de espécies, bastante sombreado; plantas na fenofase vegetativa.
Brejo (BR)	Ambiente com diversidade de espécies, bem exposto ao sol; plantas na fenofase vegetativa
Mata de Eucalipto (ME)	Ambiente com predominância de braquiária, parcialmente sombreado; plantas em fenofase vegetativa
Barranco (BA)	Ambiente com predominância de plantas de carqueja, bem exposto ao sol; plantas em fenofase reprodutiva (botões florais)
Fazenda Cachoeirinha/Pastagem (FC)	Área de pastagem com predominância de braquiária, bem exposta ao sol; plantas em fenofase reprodutiva (botões florais)

Os ambientes com ocorrência natural de plantas de carqueja também apresentaram solos com características físicas e químicas bastante distintas, indicando que esta espécie também é pouco exigente em termos de solo (Quadro 2). Contudo, de modo geral, os solos dos quatro ambientes avaliados foram classificados como de baixa fertilidade, pois apresentaram saturação de bases inferior a 60%.

Quadro2. Características físicas e químicas dos solos das áreas onde foram coletadas plantas silvestres de carqueja, localizadas no Campus da UFV e em áreas adjacentes

Ambiente de amostragem	Classificação textural	Fertilidade: pH; MO (%); P e H+Al (mg.dm ⁻³); K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , SB, CTC e V% (mmol _c .dm ⁻³), respectivamente.
Floresta Secundária (FS)	Franco Argiloso	5,4; 3,7; 2,1; 5,61; 30; 2,1; 0,6; 2,78; 8,39; 33
Brejo (BR)	Argiloso	5,6; 8,3; 1,6; 7,92; 32; 0,3; 1,0; 0,58; 8,50; 7
Mata de Eucalipto (ME)	Argilo Arenosa	5,8; 2,3; 1,6; 3,14; 38; 1,5; 0,5; 2,10; 5,24; 40
Barranco (BA)	Franco Arenosa	5,6; 1,3; 1,4; 0,99; 49; 0,3; 1,0; 1,43; 2,42; 59
Fazenda Cachoeirinha/Pastagem (FC)	Argiloso	5,4; 2,2; 1,9; 2,81; 30; 0,5; 0,3; 0,88; 3,69; 40

Preparo de exsicatas para depósito em herbários

De todas as populações de plantas silvestres, foram preparadas exsicatas, as quais foram incorporadas aos acervos dos Herbários VIC do Departamento de Biologia Vegetal/UFV e CESJ do Departamento de Botânica/UFJF. No Quadro 3 estão listados os códigos gerados para cada acesso, código do produto, registro de herbário para o material botânico com órgãos florais e determinação do sexo feminino ou masculino entre os acessos que compõem o BAG. Quanto ao código do produto, sua referência diz respeito à sua população de origem no estado silvestre, representado pela sigla: BA (origem de barranco), BR (origem de brejo), ME (origem interior de mata de eucalipto), FS (origem de floresta secundária), FC (origem Fazenda Cachoeirinha/pastagem), seguida pelo número do espécime do respectivo habitat.

Quadro 3. Lista de códigos para os acessos, códigos dos produtos, registros de herbários e sexo (♀♂) para os acessos do BAG de carqueja da UFV

Código acesso	Código produto	VIC	CESJ	Sexo (♀♂)
<i>Baccharis</i> UFV 000001	FC 1	34.418	59.273	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000002	RS – ramos soltos	34.419	59.272	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000003	ME3	34.420	59.271	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000004	ME4	34.421	59.270	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000005	ME1	34.422	59.269	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000006	ME2	36.719	62.402	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000007	ME5	34.423	59.268	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000008	ME6	34.424	59.267	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000009	ME7	34.425	59.266	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000010	ME8	34.426	59.265	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000011	FS2	34.427	59.261	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000012	FS3	34.428	59.260	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000013	BA2	34.429	59.259	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000014	FS1	34.430	59.258	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000015	BA1	34.431	59.257	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000016	FC2	36.720	62.403	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000017	FC4	34.432	59.274	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000018	FC3	34.433	59.262	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000019	FC7	34.434	59.263	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000020	FC5	36.721	62.404	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000021	FC6	36.722	62.405	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000022	FC8	34.435	59.264	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000023	FC9	36.723	62.406	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000024	BA3	36.725	62.408	♂
<i>Baccharis</i> UFV 000025	BA4	36.724	62.407	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000026	BA5	36.728	62.411	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000027	FS4	36.726	62.409	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000028	FS5	36.727	62.410	♀
<i>Baccharis</i> UFV 000029	BR1	33.271		♀
<i>Baccharis</i> UFV 000030	BR2			Indeterminado
<i>Baccharis</i> UFV 000031	BR3			Indeterminado
<i>Baccharis</i> UFV 000032	BR4			Indeterminado
<i>Baccharis</i> UFV 000033	BR5			Indeterminado

Propagação

Aos 60 dias após o estaqueamento, as estacas foram avaliadas quanto ao enraizamento. De modo geral, as estacas apresentaram bom índice de enraizamento (>50%), sem a utilização de promotores de enraizamento. A porcentagem de enraizamento variou entre 54 e 98%, sendo que estacas provenientes de plantas de área de brejo apresentaram as maiores porcentagens de enraizamento e estacas oriundas de plantas de mata de eucalipto, as menores porcentagens (Quadro 4). Considerando que o processo de enraizamento das estacas provenientes de plantas coletadas nestes dois ambientes ocorreu em uma mesma época e em um mesmo ambiente de enraizamento (câmara de nebulização) e que no momento de coleta do material propagativo as plantas se encontravam na fenofase vegetativa, conclui-se que a diferença na capacidade de enraizamento destes dois materiais não foi devida ao estado fenológico, mas a outros fatores, tais como características genéticas, estado nutricional da planta matriz, entre outros.

Quadro 4. Porcentagem média de enraizamento de estacas de plantas silvestres de carqueja coletadas em diferentes ambientes naturais e em diferentes fenofases

Ambiente de coleta	Estacas (%)	Fenofase
Mata de Eucalipto (ME)	54,17	Vegetativa
Pastagem	92,02	Botões florais
Floresta Secundária (FS)	79,56	Vegetativa
Barranco (BA)	89,01	Botões florais
Brejo (BR)	98,71	Vegetativa

O fato de estacas de plantas que se encontravam na fenofase reprodutiva (plantas provenientes de pastagem e de barranco) terem apresentado elevado índice de enraizamento, Quadro 4, também mostra que para carqueja o estado fenológico da planta matriz não é limitante para obtenção de mudas pelo processo de estaquia. Elevados percentuais de enraizamento de estacas de carqueja também foram obtidos por Carvalho *et al.* (2007), Bona *et al.* (2005) e Borges Silva *et al.* (2008). Verifica-se, assim, que a carqueja é uma planta facilmente propagada pelo processo de estaquia, independentemente das condições de cultivo da planta matriz. Essa característica é de

grande importância, uma vez que, em trabalhos de prospecção de plantas em ambientes naturais, caso sejam identificados indivíduos (espécimes) com potencial fitoterápico, eles poderão ser facilmente clonados e cultivados comercialmente. Contudo, antes de serem cultivados comercialmente, são necessários estudos para verificar se o novo ambiente de cultivo irá afetar suas qualidades fitoterápicas.

Estabelecimento do Banco Ativo de Germoplasma (BAG)

Os bons resultados obtidos no processo de enraizamento de estacas permitiram a formação de mudas de todas as plantas silvestres coletadas, o que facilitou o estabelecimento do banco ativo de germoplasma (BAG) de *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa*. O BAG foi instalado no Setor de Agroecologia do Departamento de Fitotecnia da UFV, sendo composto por cerca de 400 acessos provenientes das plantas coletadas nos cinco ambientes, incluindo plantas dioicas, femininas e masculinas para todos os acessos. Esta ampla representatividade de plantas silvestres aumenta o potencial de uso deste BAG (HILLEL e ROSENZWEIG, 2005). As mudas remanescentes foram doadas para a organização não governamental denominada 'Grupo Entre Folhas' e também para o viveiro de mudas do Instituto Estadual de Florestas.

A facilidade na multiplicação das plantas silvestres e na implantação do BAG mostrou que a carqueja, apesar de ainda se encontrar em um estado incipiente de domesticação, apresenta grande potencial para ser cultivada comercialmente.



Planta de carqueja do BAG/UFV



Vista parcial do BAG de carqueja/UFV

Além dos materiais incorporados ao BAG, o georreferenciamento dos locais de ocorrência das populações silvestres de carqueja avaliadas também possibilitará a localização desses recursos genéticos no campo, a qualquer momento, facilitando o

acesso de outros pesquisadores a tais recursos genéticos para realização de novos estudos e também para sua conservação de precisão (DELGADO e BERRY, 2008).

Teor de flavonoide

CCD – Cromatografia em Camada Delgada

Na análise por CCD, foi evidenciada presença de flavonoides em todas as amostras de alas caulinares de carqueja, estando o perfil cromatográfico de acordo com o preconizado pela Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002). Foi evidenciada presença de uma mancha de coloração alaranjada correspondente ao composto 3-O-metilquercetina (Figura 2) de fator de retenção (Rf) igual a 0,30. Também foi observada presença de duas manchas de maior Rf em todas as amostras. Essas manchas vêm corroborar a descrição do perfil cromatográfico para a espécie *B. genistelloides* subsp. *Crispa*, contribuindo com isto para a melhor identificação da espécie em análise de controle de qualidade.

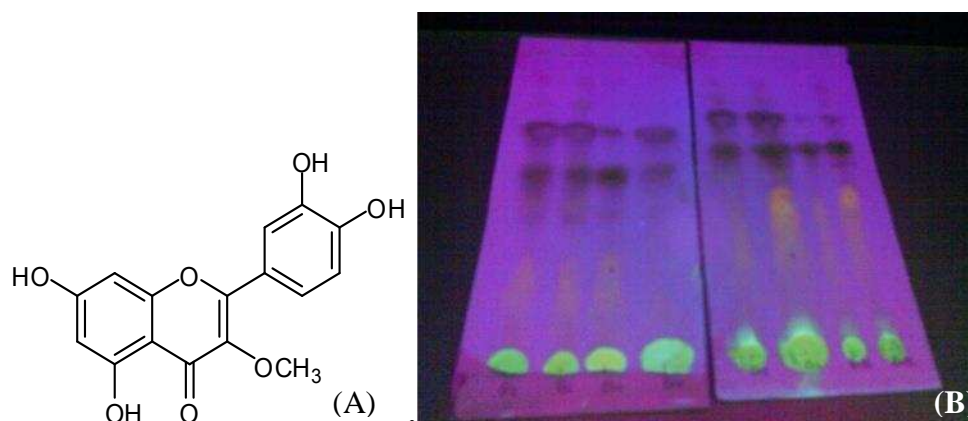


Figura 2. Estrutura química do composto 3-O-metilquercetina (A) e perfil cromatográfico de plantas de carqueja avaliadas (B), mostrando a presença de manchas alaranjadas de fator de retenção (Rf) igual a 0,30, correspondente ao composto 3-O-metilquercetina

Os teores médios de flavonoides obtidos nas plantas de carqueja provenientes dos diferentes ambientes de amostragem estão apresentados na Figura 3. Os valores estão expressos em percentual de flavonoides em quercetina. Todos os resultados apresentados na tabela correspondem à média de valores de uma triplicata.

Os maiores teores de flavonoides foram observados nas alas caulinares de plantas provenientes de áreas de brejo, que variaram entre 0,59 e 1,04 % de flavonoides expressos em quercetina. Os teores de flavonoides nas alas caulinares das plantas

coletadas em áreas de barranco, floresta secundária e mata de eucalipto variaram entre 0,32 e 0,40; 0,62 e 0,72; 0,34 e 0,58, respectivamente (Figura 3). Todas as plantas localizadas em área de brejo e floresta secundária apresentaram teor de flavonoides acima de 0,5%, nível mínimo estipulado pela Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002) para matéria-prima de carqueja utilizada na produção de fitoterápicos.

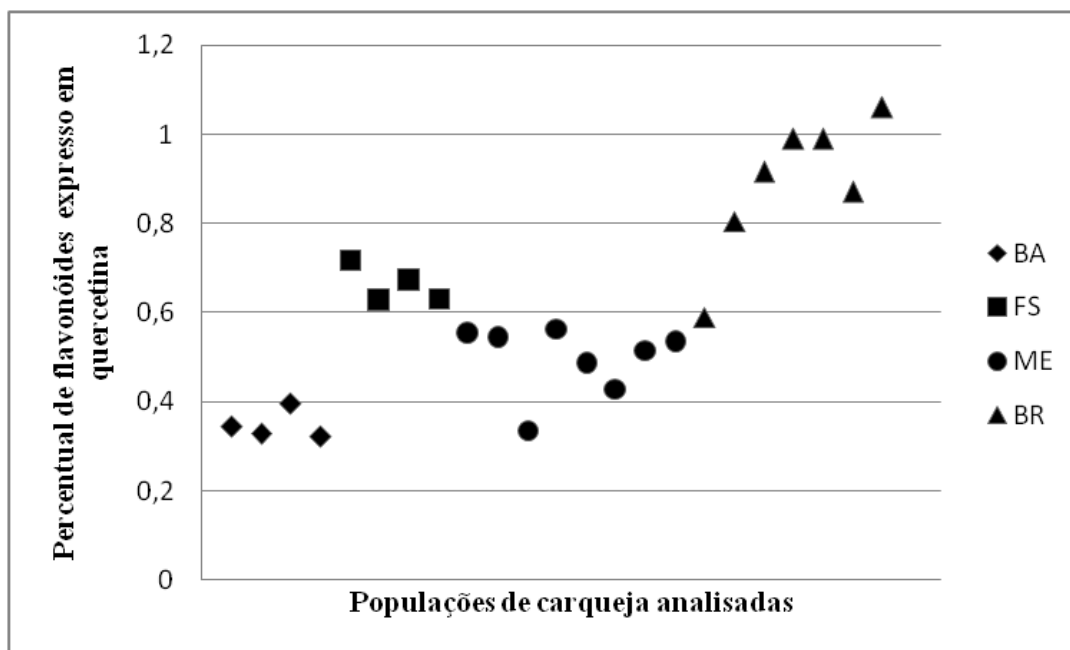


Figura 3. Teores de flavonoides registrados em plantas de *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa* coletadas em diferentes ambientes, em área de abrangência da UFV, em Viçosa-MG (BA:Barranco; FS: Floresta Secundária; ME: Floresta de Eucalipto; BR: Brejo)

O teor médio de flavonoide observado em plantas provenientes do brejo foi superior ao encontrado em plantas coletadas nos demais ambientes. Plantas provenientes de floresta secundária apresentaram teor médio de flavonoides semelhante ao de plantas provenientes de mata de eucalipto e superior ao de plantas de área de barranco. O teor médio de flavonoides encontrado nas alas caulinares de plantas de carqueja de brejo superou em mais de duas vezes o teor de flavonoides observado em plantas coletadas em área de barranco (Tabela 1)

Tabela 1. Teores médios de flavonoides registrados em plantas de *Baccharis genistelloides* subsp. *crispacoletas* em diferentes ambientes

Subacesso	Teor de Flavonoide (%)
Barranco (BA)	0,35c
Mata de Eucalipto (ME)	0,50 bc
Floresta Secundária (FS)	0,66b
Brejo (BR)	0,89a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores médios de flavonoides encontrados em plantas provenientes dos ambientes Brejo e Floresta Secundária ficaram também acima de 0,5%, nível mínimo estipulado pela Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002) para matéria-prima de carqueja utilizada na produção de fitoterápicos.

De modo geral, os teores de flavonoides obtidos podem estar subestimados, em função da época de coleta das amostras para análises (outono), pois, nesta estação do ano, geralmente se observa um decréscimo de metabólitos, conforme descrito para outras espécies medicinais (GOBBO-NETO e LOPES, 2007) e menos compostos fenólicos são encontrados nos cloroplastos da parte aérea (RODRIGUES *et al.*, 2011).

Os menores teores de flavonoides observados em plantas procedentes da área de barranco podem estar relacionados ao fato de estas plantas estarem na fase reprodutiva (estágio de botões florais), período em que direcionam grande parte de sua energia para a produção flores e frutos, comprometendo a produção de metabólitos secundários, não sendo recomendada a colheita de biomassa (matéria-prima) para a produção de droga vegetal nesta fase do ciclo da planta (GOBBO-NETO e LOPES, 2007; CORRÊA JÚNIOR. e SCHEFFER, 2009; GOTTLIEB *et al.*, 1996).

A passagem antecipada da fase vegetativa para a reprodutiva de plantas das áreas de barranco e pastagem, Quadro 4, pode estar associada à condição de maior estresse hídrico, uma vez que essas áreas estavam localizadas em uma parte mais alta do terreno e estavam a pleno sol. Sob condições de estresse hídrico, geralmente, as plantas tendem a passar da fase vegetativa para a reprodutiva mais precocemente, por questões de sobrevivência da espécie.

Os maiores teores de flavonoides encontrados em plantas coletadas no brejo podem estar associados ao elevado teor de matéria orgânica observado neste solo, pois

se verificou uma correlação linear significativa entre teor de flavonoides nas alas caulinares das plantas de carqueja e o teor de matéria orgânica do solo onde as plantas se encontravam, com $r = 0,85$, ao nível de 1% de probabilidade. Contudo, mais estudos são necessários para comprovar esse possível efeito da matéria orgânica do solo na produção de flavonoides por plantas de carqueja. Não se verificou correlação significativa entre as demais características de solo avaliadas e o teor de flavonoides nas alas caulinares das plantas.

Os elevados percentuais de flavonoides encontrados em plantas do brejo também podem ser explicados pela alta incidência de raios solares, uma vez que os flavonoides captam radiação na faixa do UV (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). Por sua vez, por se tratar de um ecossistema com alta diversidade biológica, o teor de flavonoides pode estar associado também à resposta da planta a danos provocados por insetos-praga, pois esses compostos representam uma barreira química para insetos e outros herbívoros (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). Outros fatores como dioicismo (HEIDEN *et al.*, 2006), condições edafoclimáticas (PÁDUA *et al.*, 2010; KEFELI *et al.*, 2003; PAVAN-FRUEHAUF, 2000) também interferem na produção de metabólitos secundários pelas plantas.

Verifica-se, assim, necessidade de mais pesquisas visando ao estudo da influência de fatores ecológicos, genéticos, ambientais, de solo, entre outros, no metabolismo de plantas de carqueja. Brow Jr. (1988) aponta a grande variação na produção de diversas micromoléculas protetoras ou sinalizadoras de plantas de acordo com suas relações ecológicas locais e imediatas, mudando-se continuamente com o tempo, o espaço e a natureza das inter-relações.

Quanto à quantificação flavonoídica, sua ocorrência é uma característica marcante para o gênero *Baccharis* e apresenta importância quimiotaxonômica (VERDI *et al.*, 2005) como marcador químico. Contudo, pelo fato de a carqueja ser dioica, são necessários mais estudos, inclusive envolvendo sazonalidade. Para *Lotus tenuis*, que produz flavonoides aglicônicos, eles representam adaptações bioquímicas expressivas quando o objetivo visa a distinguir ecótipos (FERRARO *et al.*, 2010).

Os resultados mostram que a coleta indiscriminada de plantas silvestres de carqueja (extrativismo) para fins medicinais não deve ser uma prática recomendada, uma vez que resultará em produtos (drogas) com diferentes concentrações de princípios ativos e, conseqüentemente, com diferentes eficiências terapêuticas.

5. CONCLUSÕES

Plantas silvestres de carqueja apresentam diferentes teores de flavonoides em suas alas caulinares.

Alas caulinares de plantas de carqueja provenientes de brejo apresentam, em média, teores de flavonoides superiores aos de plantas provenientes de floresta secundária, mata de eucalipto e área de barranco.

Plantas de carqueja provenientes de áreas de barranco apresentam em suas alas caulinares teores de flavonoide inferiores a 0,5%, teor mínimo preconizado pela Farmacopeia Brasileira para o preparo de droga vegetal.

Existe uma correlação linear positiva entre o teor de flavonoides nas alas caulinares de plantas de carqueja e o teor de matéria orgânica do solo onde as plantas se encontram.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, G.M. Compositae – Tribo Baccharidinae Hoffmann: estudo de espécies ocorrentes no Brasil. **Rodriguesia**. v.40, n.3, p.1-273, 1976.
- BELLON, M.R. The Dynamics of Crop Intraspecific Diversity: A Conceptual Framework at the Farmer Level. **Economic Botany**, v. 50, n. 1, p. 26-39, 1996.
- BONA, C.M.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F. NAKASHIMA, T. Estaquia de três espécies de *Baccharis*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.223-226, 2005.
- BRASIL. **Farmacopéia brasileira**. 4^a ed., São Paulo: Atheneu. 2002. 228p.
- BROWN Jr., K. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. **Acta Amazônica**, v. 18, n. 1-2, p. 291-303, 1988.
- CARVALHO, R.I.N.; NOLASCO, M.A.; CARVALHO, T; RIPKA, M.; GIUBLIN, L.M.; NEGRELLO, M.; SCHEFFER, M.C. Enraizamento de estacas de carqueja em função de diferentes substratos e posição do ramo em plantas masculinas e femininas. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p.269-274, 2007.
- CECCARELLI, S.; GUIMARÃES, E.P.; WELTZIEN, E. **Plant breeding and farmer participation**. Rome: FAO. 2009. 671p.
- CHAVES, F.C.M. **Produção, Biomassa, Rendimento e Composição de Óleo Essencial de Alfavaca-Cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em Função da Adubação Orgânica e Épocas de Corte**. Botucatu, 2002. 144f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual de São Paulo.
- CLEMENT, C.R. Melhoramento de espécies nativas {Improvement of native species} *In*: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Eds.). Recursos genéticos & melhoramento – plantas. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, Rondonópolis, MT. p. 423-441. 2001. (Brasil)
- COHEN, J.I.; ALCORN, J.B.; POTTER, C.S. Utilization and Conservation of Genetics Resources: International Projects for Sustainable Agriculture. **Economic Botany**, v. 45, n. 2, p. 190-199, 1991.
- CORRÊA JÚNIOR, C.; SCHEFFER, M.C. **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. 2^a ed. Curitiba: Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER. 2009. 52p.
- DELGADO, J.A.; BERRY, J.K. Advances in Precision Conservation. **Advances in Agronomy**, v.98, p.1-44, 2008.
- ENGELS, J.M.M.; VISSER, L. (eds.). 2003. **A guide to effective management of germoplasm collections**. IPGRI Handbooks of Genebanks N0. 6. IPIGRI, Rome, Italy. 174p.
- FERRARO, G.; FILIP, R.; DEL PERO, M.A.; BASUALDO, N.; MENDOZA, R.; GARCIA, H. Flavonoids of *Lotus tenuis* (Waldst. & Kit.) as Markers of Populations

Growing in Soils of Different Saline and Hydrologic Conditions. **Journal Brazilian of the Chemical Society.**, v. 21, n. 9, p. 1739-1745, 2010.

FRANKS, J.R. In situ conservation of plant genetic resources for food and agriculture: a UK perspective. **Land Use Policy**, v.16, p.81-91, 1999.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Planta medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p.374-381, 2007.

GOEDERT, C.O. Histórico e Avanços em Recursos Genéticos no Brasil. *In*: NASS, L.L.(ed.) **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 24-60.

GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C.; BORIN, M.R.M.B. **Biodiversidade: Um Enfoque Químico-Biológico**. Rio de Janeiro: UFRJ. 1996. 267p.

HEIDEN, G.; MACIAS, L.; BOBROWSKI, V.L.; IGANCI, J.R.V. Comercialização de carqueja por ervateiros da zona central de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 50-57, 2006.

HILLEL, D.; ROSENZWEIG, C. The Role of Biodiversity in Agronomy. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 1-34, 2005.

IPNI (THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX) 2004. Disponível em: <<http://www.ipni.org/>>. Acesso em: 17 janeiro de 2012.

KEFELI, V.I.; KALEVITCH, M.V.; BORSARI, B. Phenolic cycle in plants and environment. **Journal Cell and Molecular Biology**, v. 2, p. 13-18, 2003.

KÖPEN, W.; GREIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. (Mapa de parede 150x200cm).

LAMEIRA, O.A.; OLIVEIRA, E.C.P. Domesticação e Melhoramento de Espécies Mediciniais Amazônicas *In*: BORÉN, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C.R.(eds.) **Domesticação e Melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa, MG: UFV. 2009. p. 443-460.

MOBOT (Missouri Botanical Garden). Disponível em: <http://www.tropicos.org/>. Acesso em: 17 janeiro de 2012.

NADEEM, M.; PALNI, L.M.S.; PUROHIT, A.N.; PANDEY, H.; NANDI, S.K. Propagation and conservation of *Podophyllum hexandrum* Royle: an important medicinal herb. **Biological Conservation**. v. 92, p. 121-129, 2000.

NICK, C.; SILVA, D.J.H.; MATTEDI, A.P.; PEDROSA, D.A. Conservação ex situ de recursos fitogenéticos. *In*: PEREIRA, T.N.S. (Ed.). **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: Arca, 2010. p.59-88.

PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas Mediciniais de Mata Atlântica: manejo sustentado e amostragem**. São Paulo: Annablume/Fapesp. 2000. 216p.

RESENDE, M.D.V. **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 975p.

RODRIGUES, A.S.; PÉREZ-GREGORIO, M.R.; GARCÍA-FALCÓN, M.S.; SIMAL-GÁNDARA, J.; ALMEIDA, D.P.F. Effect of meteorological conditions on antioxidant flavonoids in Portuguese cultivars of white and red onions. **Food Chemistry**, v. 124, p. 303-308, 2011.

SANTOS, E. A.M.; PÊGO, K.P.; MARTINS, E.R. Efeitos da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.) em Montes Claros - MG. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7., Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UFMG, 2001. p. 7.

SCHEFFER, M.C.; RONZELLI JÚNIOR, P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais da *Achillea millefolium* L. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11., 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: SBPM, 1990. p. 4.12.

SILVA, A.L.B.; MURAKAMI, D.M.; BIZÃO, N. Origem da estaca, recipiente e composição do substrato na produção de mudas de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) DC.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.4, p. 97-101, 2008.

SILVA, F.G. **Estudos de calogênese *in vitro* e dos efeitos do manejo fitotécnico no crescimento e produção de óleo essencial em plantas de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) D.C.]**. Lavras, 2001. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras.

TETÉNYI, P. Biological preconditions of aromatic and medicinal plant cultivation. **Acta Horticulturae**, v.132, p.15-22, 1983.

Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007) *SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 9.1. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes.

VERDI, L. G.; BRIGHENT, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *Baccharis* (ASTERACEAE): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

VIEIRA, R.F.; SILVA, S.R.; ALVES, R.B.N.; SILVA, D.B.; DIAS, T.A.B.; WETZEL, M.M.V.S.; UDRY, M.C.; MARTINS, R.C. 2002. **Estratégias para Conservação e Manejo de Recursos Genéticos de Plantas Mediciniais e Aromáticas: Resultados da 1º Reunião Técnica**, Embrapa/Ibama/MMA/CNPq: Brasília, DF, Brasil.

WILLIAMS, J.T. Plant Genetic Resources: Some New Directions. **Advances in Agronomy**. v. 45, p. 61-91, 1991.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE ALAS CAULINARES E BIOATIVOS POR *Baccharis genistelloides* subsp. *crispa* SUBMETIDA A ADUBAÇÕES ORGÂNICAS

1. RESUMO

Foram instalados dois experimentos com o objetivo de avaliar a resposta de plantas de carqueja a adubações orgânicas. O primeiro experimento, em casa de vegetação (ambiente protegido), e o segundo, no campo. Plantas femininas de carqueja, propagadas vegetativamente (clones), foram submetidas a diferentes sistemas de adubação orgânica, utilizando composto orgânico, biomassa de leguminosas e calda de composto. Foram estabelecidos também dois tratamentos testemunhas: plantas não adubadas e plantas adubadas com adubos minerais. No primeiro experimento, as plantas foram cultivadas em solo de baixa fertilidade, sendo composto por doze tratamentos e dez repetições, totalizando 120 unidades experimentais, cada unidade experimental formada por um vaso, contendo uma planta. O segundo experimento foi composto de cinco tratamentos, com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, cada unidade experimental formada por 12 plantas. Neste segundo experimento, as plantas foram cultivadas em solo de média fertilidade. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em ambos experimentos. A pesquisa foi conduzida no Setor de Agroecologia do Departamento de Fitotecnia da UFV, no município de Viçosa-MG. Avaliaram-se o número de ramificações emitidas pelas plantas, o comprimento da ramificação principal, a produção de massa fresca e seca de alas caulinares, os teores de macro e micronutrientes, de flavonoides e de óleo essencial nas alas caulinares das plantas. As plantas de carqueja apresentaram boa resposta às adubações orgânicas, especialmente sob condições de solo de baixa fertilidade e boa disponibilidade hídrica. Plantas de carqueja responderam melhor a adubações orgânicas feitas com composto orgânico associado ao uso de biomassa fresca de leguminosa (adubação verde) ou de calda de composto do que a adubações orgânicas exclusivamente com composto orgânico. Contudo, a resposta de plantas de carqueja à aplicação de biomassa de gliricídia (adubação verde) foi melhor que a resposta das plantas à aplicação de calda de composto. Os diferentes tipos de adubação orgânica utilizados não influenciaram significativamente os teores de flavonoides e óleo essencial presentes nas alas

caulinares das plantas. Contudo, adubações orgânicas, especialmente com composto orgânico associado ao uso de biomassa fresca de leguminosa (adubação verde), proporcionaram aumentos significativos de massa seca, o que irá resultar em maiores produções de flavonoides e óleo essencial por área cultivada.

Palavras-chave: Carqueja, adubação orgânica, adubação verde, calda de composto, flavonoides, óleo essencial

2. INTRODUÇÃO

A qualidade das plantas medicinais está associada aos seus teores de princípios ativos (CASTRO e FERREIRA, 2000). Os princípios biologicamente ativos procedem do metabolismo secundário das plantas e estão sujeitos a variações devidas a fatores genéticos, fisiológicos e ecológicos (TETÉNYI, 1983).

Gottlieb *et al.* (1996) destacam que uma planta não é uma fábrica montada especificamente para uma determinada produção, mas um ser vivo que está sujeito a estresse por fatores ambientais variáveis, como fertilidade do solo, umidade, radiação solar, vento, temperatura, herbivoria, biota associada, poluição atmosférica e do solo. Esses elementos podem influenciar e alterar a composição química do vegetal que também é determinada pela fase do ciclo fenológico da planta na época de coleta.

Em cultivos comerciais, as práticas agrícolas adotadas no manejo das plantas, especialmente a adubação das plantas, influenciam tanto a produção de biomassa quanto a biossíntese de metabólitos secundários. As plantas medicinais, como qualquer outra planta, dependem de suprimento adequado de nutrientes para obtenção de boas produtividades e produtos (matérias-primas) de boa qualidade. Esses nutrientes podem estar disponíveis em adubos de origem orgânica ou mineral (CHAVES, 2002).

O suprimento inadequado de um nutriente essencial, por deficiência ou excesso, altera o metabolismo das plantas e, conseqüentemente, seu crescimento e desenvolvimento. Os adubos orgânicos são uma excelente fonte de nutrientes para as plantas, pois apresentam, de forma equilibrada, praticamente todos os macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e Cl) essenciais para as plantas, além disso, contribuem para a melhoria da estrutura física do solo e de sua capacidade tampão, aumento da retenção de água e de sua atividade microbiana, o que favorece ainda mais o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985). De acordo com este autor,

até meados do século XIX, os adubos aplicados aos solos eram praticamente os de origem orgânica.

Entre os nutrientes presentes nos adubos orgânicos, o nitrogênio é um dos que exercem maior influência na produção e qualidade da biomassa de plantas medicinais, especialmente em plantas medicinais cuja parte colhida (matéria-prima) são as folhas. Em algumas espécies da família *Lamiaceae*, a adubação nitrogenada aumenta a produção de óleo essencial, como em hortelã, alfazema e orégano. Para plantas produtoras de frutos e sementes, como o coentro, e biomassa subterrânea, maiores respostas são obtidas com incremento da adubação com superfosfato de cálcio e sais de potássio, apresentando eles, de uma maneira geral, menor influência que os adubos nitrogenados (BOX, 1973).

Várias pesquisas têm mostrado boas respostas de plantas medicinais a adubações orgânicas. Para *Calendula officinalis*, a aplicação de $6,0 \text{ kg m}^{-2}$ (60 t ha^{-1}) de composto orgânico, na presença de cobertura morta, proporcionou maior produção de matéria fresca e número de capítulos (SANTOS *et al.*, 2001). A aplicação de $2,0$ a $4,0 \text{ kg m}^{-2}$ de adubo orgânico em plantas de *Achilea millefolium* L. também resultou em maiores produções de biomassa e maiores teores de óleo essencial (SCHEFFER e RONZELLI JÚNIOR, 1990). A adubação orgânica de *Lippia alba* com esterco de aves resultou em maior rendimento de óleo essencial quando comparado à adubação química (SOUSA *et al.*, 2002). *Baccharis trimera* submetida a cinco níveis de adubação orgânica com esterco de curral (0, 5, 10, 20 e 30%), em presença e ausência de adubo mineral, apresentou maior rendimento de biomassa quando se utilizou 30% de esterco de curral na ausência de adubo mineral. A adição de adubo mineral a este tratamento resultou na redução da biomassa produzida. Neste trabalho, o maior teor de óleo essencial (0,9%) foi obtido de plantas do tratamento testemunha (sem adubação orgânica e mineral). Contudo, verificou-se que a maior produção de biomassa proporcionada pelas adubações das plantas compensa a redução no teor de óleo, resultando em maiores produtividades de óleo (SILVA, 2001). Estes autores concluem que a adubação orgânica é a mais indicada para a carqueja e que tal prática pode contribuir para a redução dos custos de produção, uma vez que os adubos orgânicos, especialmente os esterco de animais, são facilmente encontrados nas propriedades agrícolas.

O efeito negativo de adubações orgânicas sobre o teor de óleo essencial de plantas medicinais também foi observado por Chaves (2002) em alfavaca-cravo

(*Ocimum gratissimum* L.). Neste estudo, plantas que receberam as maiores doses de esterco de galinha poedeira (8,0 e 12,0 kg m⁻²) apresentaram teores de óleo essencial inferiores ao de plantas do tratamento testemunha (sem adubação).

Silva (2001) obteve resultados satisfatórios em relação à produção de biomassa fresca e seca da parte aérea e rendimento de óleo essencial quando disponibilizou maiores níveis nutricionais para *B. trimera*, destacando o aumento no conteúdo de óleo/planta, porém o autor indica a necessidade de implantação de mais experimentos para confirmar o efeito da disponibilidade de nutrientes e relata ainda que um bom rendimento óleo/planta pode ser alcançado apenas com adubação orgânica (esterco de curral), reduzindo os custos de produção.

Palácio *et al.* (2007) avaliaram a influência de adubações químicas e orgânicas na produção de biomassa e teor de óleo essencial de *B. trimera* e verificaram mudanças na composição química do óleo essencial. Contudo, não observaram diferenças significativas na produção de biomassa e atribuíram essa falta de resposta das plantas às adubações orgânicas e minerais e à elevada fertilidade do solo das áreas experimentais.

Considerando a existência de um número limitado de estudos relativos à adubação e nutrição de plantas de carqueja e também a existência de resultados contraditórios na literatura, o presente estudo teve por objetivo avaliar a resposta de plantas de carqueja a diferentes sistemas de adubação orgânica, sob condições de solo de baixa e média fertilidade. Foram realizados dois experimentos: um em ambiente protegido, utilizando solo de baixa fertilidade, e outro no campo, sob condições de solo de média fertilidade. Os sistemas de adubação orgânica consistiram na adubação das plantas com composto orgânico associado ou não ao uso de biomassa fresca de leguminosa ou calda de composto.

EXPERIMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Agroecologia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa-MG, situado a 20°45'25,2"S e 42°52'09,5"O, na altitude de 651m, apresentando clima Cwa, conforme classificação de Köppen e Greiger (1928).

O material botânico utilizado na pesquisa foi obtido no BAG de carqueja/UFV, caracterizado como genótipo feminino proveniente de área de Floresta Secundária (acesso FS), correspondente às exsicatas incorporadas aos acervos dos Herbários do Departamento de Biologia Vegetal/UFV (VIC 34.427) e do Departamento de Botânica/UFJF (CESJ 59.261), cujas plantas em estado silvestre apresentavam em média 0,66% de flavonoides em suas alas caulinares.

Inicialmente, procedeu-se à propagação vegetativa (enraizamento de estacas de ramos) e aclimação das mudas, conforme metodologia descrita no Capítulo 1. As mudas formadas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade para 11 L, contendo substrato formado por terra de subsolo de baixa fertilidade, enriquecida com fosfato natural e cinza de eucalipto, na dose de $5,0 \text{ kg m}^{-3}$ de terra de subsolo. Após o estabelecimento das mudas no vaso, foram aplicados os seguintes tratamentos de adubação: T1 – Testemunha (sem adubação); T2 – Adubação Mineral (adubação equivalente a $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha^{-1} de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha^{-1} de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 1 L m^{-2} de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 2 L m^{-2} de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 3 L m^{-2} de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 10 t ha^{-1} de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 20 t ha^{-1} de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 30 t ha^{-1} de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha^{-1} de composto orgânico + 2 L m^{-2} de calda de composto + 20 t ha^{-1} de biomassa fresca de gliricídia).

O composto orgânico foi aplicado no momento do transplante das mudas para os vasos, sendo misturado a terra de subsolo enriquecida com fosfato natural e cinza de eucalipto.

Os adubos minerais, biomassa fresca de leguminosa (gliricídia) e calda de composto foram aplicados em cobertura, sendo parcelados aos 30, 60 e 90 dias após o transplante das mudas para os vasos.

Os adubos minerais utilizados foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. O composto orgânico foi produzido pelo processo de compostagem em pilhas,

utilizando aparas de grama provenientes de podas dos gramados do Campus da UFRV e esterco bovino, na proporção de 3,5:1 (v/v). No primeiro mês, a pilha de compostagem foi revirada e umedecida semanalmente e, depois, a cada 14 dias, até sua completa estabilização (temperatura estável, materiais totalmente decompostos, estrutura grumosa e cheiro de terra úmida), o que ocorreu aproximadamente aos 75 dias após a formação da pilha.

A calda de composto foi preparada misturando um volume de composto a dois volumes de água. Esta calda foi preparada cinco dias antes da aplicação, sendo revolvida (agitada) diariamente, de forma a permitir liberação dos nutrientes presentes no composto.

As características físico-químicas do solo, subcategorizado como argissolo vermelho alítico abrupto (SANTOS *et al.*, 2006), utilizado como substrato, e a composição química do composto orgânico (CO), da calda de composto (CC) e da biomassa de gliricídia (BG) utilizados nas adubações foram: **solo** – 24% de argila; 9% de silte; 67% de areia, classificação textural média (Franco Argilo Arenosa); pH = 6,1, 1,2 dag kg⁻¹ de matéria orgânica em CaCl₂; 0,5 mg dm⁻³ de P (resina); 0,99 mg dm⁻³ de H+Al; 9 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 0,9 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 0,1 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 1,02 mmol_c dm⁻³ de SB; e 2,01 mmol_c dm⁻³ de CTC. **Composto orgânico** – 1,51% de N; 1,12 de P; 0,8 de K⁺; 18,22% de teor de umidade ao ar; 25,6% de teor de umidade na estufa a 75⁰C; e relação C/N de 6,29. **Calda de composto** – 77 mg L⁻¹ de N; 286,82 mg L⁻¹ de P; 320 mg L⁻¹ de K⁺; 467,95 mg L⁻¹ de Ca²⁺; 76,35 mg L⁻¹ de Mg²⁺; 342,1 mg L⁻¹ de Fe³⁺; e 0,22% de C. **Biomassa de gliricídia** – 3,78% N; 0,17% de P; 2,09% de K⁺; 0,98% de Ca²⁺; 0,32% de Mg²⁺; 0,14% de S; 19 mg.kg⁻¹ de Zn; 2258 mg.kg⁻¹ de Fe; 42 mg.kg⁻¹ de Mn; 5 mg.kg⁻¹ de Cu; e 26,6 mg.kg⁻¹ de B. As plantas foram irrigadas diariamente, por nebulização, por um período de 10 minutos, seis vezes ao dia. As plantas invasoras foram eliminadas quando necessário.

As quantidades de N fornecidas pelos diferentes sistemas de adubação foram: T1= 0 g, T 2= 4, 0 g, T 3= 29,35 g, T 4= 4,52 g, T 5= 9,04g, T 6= 4,56 g, T 7= 4,6 g, T 8= 4,64 g, T 9= 8,68 g, T 10= 12,84 g, T 11= 17 g e T 12= 12,92 g.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com dez repetições, totalizando 120 unidades experimentais, cada unidade experimental formada por um vaso, contendo uma única planta. Foram avaliados aos 35, 50, 65, 80 e 95 dias após o transplante das mudas, o número de ramificações emitidas pelas plantas

e o comprimento da ramificação principal. As massas da matéria fresca e seca das alas caulinares produzidas e seus teores de macro e micronutrientes, de flavonoides, expressos em quercetina, e de óleo essencial foram avaliadas somente aos 105 dias após o transplante das mudas e início das adubações.

Os teores de macro e micronutrientes nas alas caulinares das plantas foram determinados de acordo com metodologia proposta por Silva *et al.* (1999), sendo as análises feitas nos Laboratórios de Agroecologia e de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Fitotecnia da UFV.

Para avaliação de flavonoides, utilizou-se a metodologia preconizada na Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2002), conforme descrição no Capítulo 1. O teor de óleo essencial foi obtido pela extração por hidrodestilação em aparelho de Clevenger por duas horas, utilizando 50 g de planta seca a 37⁰C, por 96 horas, em estufa com circulação forçada de ar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e, quando comparada a testemunha com os demais tratamentos, utilizou-se o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação $\left(R^2 = \frac{SQ_{Regressão}}{SQ_{Tratamento}}\right)$ e na lógica biológica. Independentemente da interação ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento, devido ao interesse em estudo.

Foi utilizado o programa estatístico SAEG (UFV, 2007) para análise dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O vigor das plantas, em resposta às diferentes adubações, foi avaliado pela contagem do número de ramificações emitidas pelas plantas e pela medição do comprimento da ramificação principal. O vigor das plantas submetidas aos diferentes sistemas de adubação orgânica foi comparado ao vigor de plantas não adubadas e adubadas com adubos minerais.

NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES

Até aos 35 dias após transplântio das mudas, plantas submetidas aos diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram número de ramificações semelhante aos de plantas não adubadas (Tabelas 1).

Tabela 1. Valores médios do número de ramificações de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	Período de avaliação (dias após o transplante das mudas)				
	35	50	65	80	95
T1	4,0	6,5	10,9	19,0	22,2
T3	6,7	12,7	19,1	24,8	27,5
T4	6,2	11,8	19,2*	22,8	30,3
T5	6,8	16,4*	23,5*	29,6*	36,2*
T6	7,4	14,1	22,0*	25,2	31,0*
T7	7,6	13,4	20,4*	24,2	28,1
T8	9,2	14,5	21,7*	26,4	30,2
T9	7,8	15,2*	23,1*	28,2*	32,1*
T10	6,7	12,6	21,8*	27,2	32,1*
T11	5,6	9,7	17,4	22,3	24,8
T12	5,5	11,3	20,0*	24,9	26,3
CV parcela (%)	61,4				
CV subparcela (%)	26,9				
Média	6,5	12,2	19,7	24,6	29,4

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T1 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

Aos 50 dias após o transplântio das mudas, plantas submetidas aos tratamentos T5 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico) e T9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia) apresentaram maior número de ramificações que plantas

não adubadas (Tabela 1). A superioridade destes dois tratamentos foi mantida até a última época de avaliação, ou seja, até os 95 dias após o transplântio das mudas.

Aos 65 dias após o transplântio das mudas, plantas submetidas aos tratamentos T4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico), T6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto), T7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto), T8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto), T10 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia) e T12 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia) também apresentaram número de ramificações superiores aos de plantas não adubadas (T1), contudo, a superioridade destes tratamentos de adubação não permaneceu ao longo de todo o período avaliado. Aos 95 dias após o transplântio das mudas, plantas submetidas aos tratamentos T6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto) e T10 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia) apresentaram maior número de ramificações que plantas não adubadas (T1). Verifica-se, assim, resposta diferenciada de plantas de carqueja a diferentes sistemas de adubação orgânica.

A melhor resposta das plantas de carqueja aos tratamentos T5 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico) e T9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), ao longo de todo o período avaliado, mostra que uma adubação com 15 t ha⁻¹ de composto orgânico é insuficiente para carqueja e que parte do composto orgânico utilizado na adubação das plantas pode ser substituído por biomassa fresca de leguminosa (adubação verde), sem que o vigor das plantas seja afetado.

Plantas submetidas aos diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram o mesmo número de ramificações que plantas adubadas com adubos minerais, ao longo de todo o período avaliado, Tabela 2, indicando que, para carqueja, a adubação mineral pode ser substituída por adubações orgânicas, sem que o vigor das plantas seja afetado.

Tabela 2. Valores médios do número de ramificações de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	Período de avaliação (dias após o transplante das mudas)				
	35	50	65	80	95
T2	4,5	8,2	17,7	20,6	31,7
T3	6,7	12,7	19,1	24,8	27,5
T4	6,2	11,8	19,2	22,8	30,3
T5	6,8	16,4	23,5	29,6	36,2
T6	7,4	14,1	22,0	25,2	31,0
T7	7,6	13,4	20,4	24,2	28,1
T8	9,2	14,5	21,7	26,4	30,2
T9	7,8	15,2	23,1	28,2	32,1
T10	6,7	12,6	21,8	27,2	32,1
T11	5,6	9,7	17,4	22,3	24,8
T12	5,5	11,3	20,0	24,9	26,3
CV parcela (%)	61,4				
CV subparcela (%)	26,9				
Média	6,5	12,2	19,7	24,6	29,4

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T2 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

COMPRIMENTO DA RAMIFICAÇÃO PRINCIPAL

Em relação ao comprimento da ramificação principal, aos 50 dias após o transplante das mudas, plantas que receberam os tratamentos T3 (cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico), T4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico) e T6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto) apresentaram ramificação principal com comprimento inferior ao de plantas não adubadas (T1). Nas demais épocas avaliadas, plantas adubadas organicamente e plantas não adubadas apresentaram ramificação principal com comprimento semelhante (Tabela 3). O comprimento da ramificação principal de plantas adubadas com adubos minerais (T2) foi semelhante ao

de plantas adubadas com adubos orgânicos ao longo de todo o período avaliado (Tabela 4). Estes resultados indicam que esta característica não expressa adequadamente o vigor das plantas, sendo mais indicado para carqueja avaliar o número de ramificações emitidas em vez do comprimento da ramificação principal.

Tabela 3. Valores médios do comprimento da ramificação principal (cm) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	Período de avaliação (dias após o transplante das mudas)				
	35	50	65	80	95
T1	56,5	74,4	79,8	89,6	96,2
T3	63,2	62,2*	69,0	78,4	83,6
T4	57,4	61,4*	71,1	75,5	78,7
T5	70,2	67,3	68,3	74,1	91,7
T6	56,8	64,6*	75,1	80,3	83,2
T7	67,2	72,1	72,6	82,6	86,0
T8	72,4	80,1	80,1	85,6	87,9
T9	68,8	81,6	77,4	75,9	85,3
T10	64,7	70,5	75,4	82,5	88,7
T11	51,9	76,4	78,8	85,6	89,4
T12	56,9	70,5	72,6	78,5	82,0
CV parcela (%)	39,8				
CV subparcela (%)	17,2				
Média	62,1	70,7	74,2	80,6	87,2

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T1 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

Tabela 4. Valores médios do comprimento da ramificação principal (cm) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	Período de avaliação (dias após o transplante das mudas)				
	35	50	65	80	95
T2	59,1	66,9	70,1	78,7	94,1
T3	63,2	62,2	69,0	78,4	83,6
T4	57,4	61,4	71,1	75,5	78,7
T5	70,2	67,3	68,3	74,1	91,7
T6	56,8	64,6	75,1	80,3	83,2
T7	67,2	72,1	72,6	82,6	86,0
T8	72,4	80,1	80,1	85,6	87,9
T9	68,8	81,6	77,4	75,9	85,3
T10	64,7	70,5	75,4	82,5	88,7
T11	51,9	76,4	78,8	85,6	89,4
T12	56,9	70,5	72,6	78,5	82,0
CV parcela (%)	39,8				
CV subparcela (%)	17,2				
Média	62,1	70,7	74,2	80,6	87,2

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T2 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

As equações de regressão ajustadas para as características número de ramificações emitidas pelas plantas e comprimento da ramificação principal em função de dias após o transplante das mudas estão listadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas para número de ramificações (NR) em função de dias após o transplante (DAT) das mudas de carqueja com a estimativa de coeficientes de determinação (r^2) para os respectivos tratamentos

Tratamento	Equação	r^2
1	$\widehat{NR} = -8,6700 + 0,3260^{**}DAT$	0,97
2	$\widehat{NR} = -12,4067 + 0,4453^{**}DAT$	0,97
3	$\widehat{NR} = -5,1100 + 0,3580^{**}DAT$	0,98
4	$\widehat{NR} = -7,5933 + 0,3947^{**}DAT$	0,99
5	$\widehat{NR} = -8,700 + 0,4800^{**}DAT$	0,99
6	$\widehat{NR} = -5,3233 + 0,3887^{**}DAT$	0,98
7	$\widehat{NR} = -3,7067 + 0,3453^{**}DAT$	0,98
8	$\widehat{NR} = -2,9567 + 0,3593^{**}DAT$	0,99
9	$\widehat{NR} = -5,4833 + 0,4127^{**}DAT$	0,98
10	$\widehat{NR} = -8,2600 + 0,4360^{**}DAT$	0,99
11	$\widehat{NR} = -8,1400 + 0,3400^{**}DAT$	0,97
12	$\widehat{NR} = -6,3200 + 0,3680^{**}DAT$	0,95

** – Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Tabela 6. Equações de regressão ajustadas para comprimento da ramificação principal (CRP) em função de dias após o transplante (DAT) das mudas de carqueja com a estimativa de coeficientes de determinação (R^2/r^2) para os respectivos tratamentos

Tratamento	Equação	R^2/r^2	VM
1	$C\widehat{RP} = 38,3317 + 0,6301^{**}DAT$	0,96	–
2	$C\widehat{RP} = 38,3113 + 0,5457^{**}DAT$	0,94	–
3	$C\widehat{RP} = 46,5073 + 0,3809^{**}DAT$	0,91	–
4	$C\widehat{RP} = 44,2736 + 0,3779^{**}DAT$	0,97	–
5	$C\widehat{RP} = 107,793 - 1,563^{*}DAT + 0,0146^{**}DAT^2$	0,98	53,53
6	$C\widehat{RP} = 42,2823 + 0,4571^{**}DAT$	0,96	–
7	$C\widehat{RP} = 55,2463 + 0,3211^{**}DAT$	0,93	–
8	$C\widehat{RP} = 65,4303 + 0,2427^{**}DAT$	0,92	–
9	$C\widehat{RP} = 77,79$	–	–
10	$C\widehat{RP} = 50,4283 + 0,3990^{**}DAT$	0,99	–
11	$C\widehat{RP} = -4,377 + 2,0869^{**}DAT - 0,0117^{*}DAT^2$	0,94	89,18
12	$C\widehat{RP} = 46,8950 + 0,3878^{**}DAT$	0,91	–

** e * – Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”.

VM – Valor máximo ou mínimo da época

PRODUÇÃO DE MASSA FRESCA E SECA

Aos 105 após o transplântio das mudas, avaliou-se a produção de massa fresca e seca produzidas pelas plantas de carqueja submetidas aos diferentes sistemas de adubação orgânica. Os valores obtidos foram comparados aos de massa fresca e seca produzida por plantas não adubadas, Tabela 7, e adubadas com adubos minerais (Tabela 8).

Tabela 7. Valores médios de teores foliares de nitrogênio (N), de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação orgânica

Tratamentos	N g/kg	MF MS		F %	OE mL/50g
		g			
T1	14,4	48,1	33,0	0,68	0,10
T3	21,7	70,3*	26,5*	0,51	0,11
T4	17,9	62,5*	42,5*	0,73	0,11
T5	17,4	78,8*	58,0*	0,77	0,15
T6	15,5	65,7*	47,1*	0,63	0,11
T7	15,4	72,8*	50,2*	0,63	0,10
T8	17,2	71,6*	56,3*	0,63	0,10
T9	20,5	95,4*	72,5*	0,77	0,13
T10	22,7*	83,8*	61,2*	0,75	0,15
T11	23,1*	90,0*	51,3*	0,82	0,15
T12	25,0*	87,0*	61,9*	0,83	0,15
CV (%)	7,90	25,6	35,0	2,70	28,50
Média	19,8	74,1	50,3	0,70	0,12

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T1 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

Tabela 8. Valores médios de teores foliares de nitrogênio (N), de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação orgânica

Tratamentos	N	MF	MS	F	OE
	g/kg	g		%	mL/50g
T2	27,1	63,1	43,3	0,63	0,11
T3	21,7	70,3*	26,5*	0,51	0,11
T4	17,9*	62,5	42,5	0,73	0,11
T5	17,4*	78,8*	58,0*	0,77	0,15
T6	15,5*	65,7*	47,1*	0,63	0,11
T7	15,4*	72,8*	50,2*	0,63	0,10
T8	17,2*	71,6*	56,3*	0,63	0,10
T9	20,5	95,4*	72,5*	0,77	0,13
T10	22,7	83,8*	61,2*	0,75	0,15
T11	23,1	90,0*	51,3*	0,82	0,15
T12	25,0	87,0*	61,9*	0,83	0,15
CV (%)	7,90	25,6	35,0	2,70	28,50
Média	19,8	74,1	50,3	0,70	0,12

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T2 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

Sob condições de solo de baixa fertilidade, plantas de carqueja adubadas com adubos orgânicos, independentemente do sistema de adubação orgânica utilizado, produziram mais massa fresca e seca que plantas não adubadas (Tabela 7). Plantas que receberam adubação complementar de biomassa fresca de gliricídia (tratamentos T9, T10, T11 e T12) apresentaram, de modo geral, as maiores produções de massa fresca e seca, indicando que a carqueja apresenta boa resposta à adubação orgânica, especialmente quando se utiliza composto orgânico associado ao uso de biomassa de leguminosa (adubação verde). Menezes e Salcedo (2007) e Freitas *et al.* (2011) também

encontraram efeito positivo da aplicação de biomassa de gliricídia na produção de milho e brócolos, respectivamente.

Analisando a resposta das plantas de carqueja à aplicação de doses crescentes de biomassa fresca de gliricídia (comparação entre os tratamentos T4, T9, T10 e T11), observou-se aumento de massa seca de alas caulinares (matéria-prima para produção da droga vegetal) até a dose de 15,75 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia, com forte queda a partir dessa dose (Gráfico 1). Neste mesmo gráfico, verifica-se também aumento linear nos teores foliares de nitrogênio das plantas, indicando que um possível excesso de nitrogênio pode ter afetado a produção de matéria seca pelas plantas. Entre os nutrientes presentes nos adubos orgânicos, o nitrogênio é um dos que exercem maior influência na produção e qualidade da biomassa de plantas medicinais, especialmente em plantas medicinais cuja parte colhida (matéria-prima) são as folhas (BOX, 1973). Biomassas de leguminosas são excelentes fontes de nitrogênio (PALM e SANCHEZ, 1991; HANDAYANTO *et al.*, 1997).

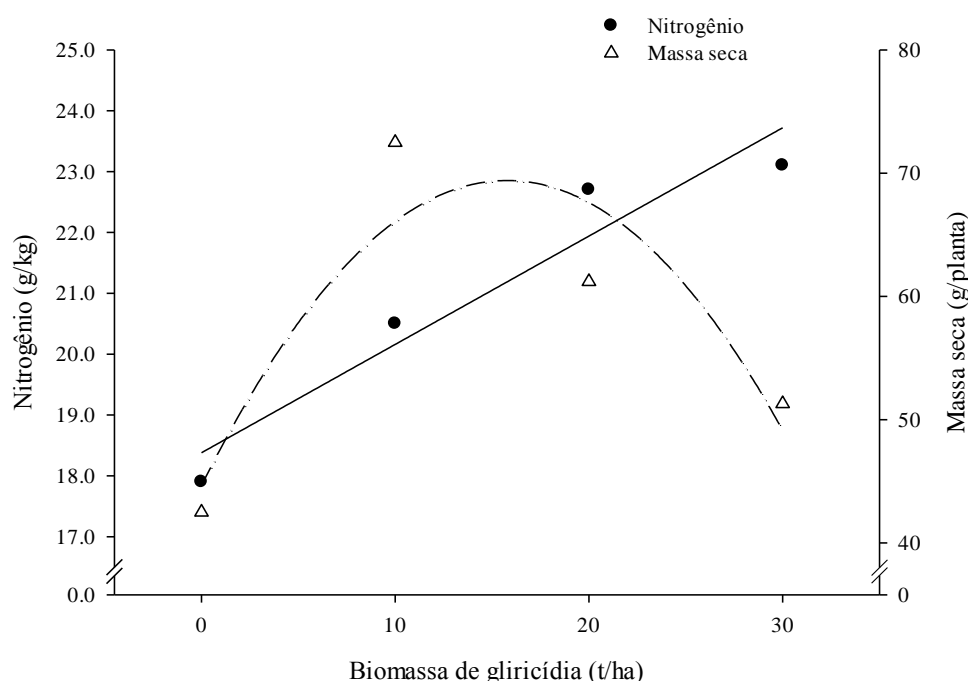


Gráfico 1. Níveis de nitrogênio e massa seca de plantas de carqueja em função de volume de biomassa de gliricídia

A produção de massa fresca não foi influenciada pelo aumento da dose de biomassa fresca de gliricídia, sendo obtida uma média de 82,93 g de massa fresca por

planta (Tabela 9). Nesta tabela, também estão listadas as equações de regressão ajustadas para produção de massa seca e teores foliares de nitrogênio, flavonoides e óleo essencial nas alas caulinares de carqueja em função da aplicação de doses crescentes de biomassa fresca de gliricídia.

Tabela 9. Equações de regressão ajustadas para teores foliares de nitrogênio (N), de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de biomassa da gliricídia (BIOM) com a estimativa de coeficientes de determinação (R^2/r^2)

Variável	Unid.	Equação	R^2/r^2	VM
N na folha	g/kg	$\hat{N} = 18,380 + 0,178 \cdot \text{BIOM}$	0,92	–
Massa fresca	g/pl.	$\hat{MF} = 82,93$	–	–
Massa seca	g/pl.	$\hat{MS} = 44,635 + 3,144^{**} \cdot \text{BIOM} - 0,0998^{**} \cdot \text{BIOM}^2$	0,82	15,75
Flavonoides	%	$\hat{F} = 0,77$	–	–
Óleo essencial	mL/50g	$\hat{OE} = 0,14$	–	–

** e * – Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”.

VM – Valor máximo da biomassa de gliricídea

Analisando também a resposta das plantas de carqueja à aplicação de doses crescentes de calda de composto (comparação entre os tratamentos T4, T9, T10 e T11), observou-se aumento linear na produção de massa fresca e seca de alas caulinares (matéria-prima para produção da droga vegetal) com o aumento da dose de calda de composto aplicada (Gráfico 2). Estes resultados mostram que, assim como a adubação verde, a aplicação de calda de composto também melhora o desempenho das plantas de carqueja a adubações orgânicas. Estes resultados mostram também que, apesar de a carqueja ser encontrada naturalmente em solos de baixa fertilidade, esta espécie apresenta boa resposta à adubação. Assim, para o cultivo racional da carqueja, faz-se necessário o estabelecimento de adequados sistemas de adubação, como é feito para as demais espécies de plantas cultivadas.

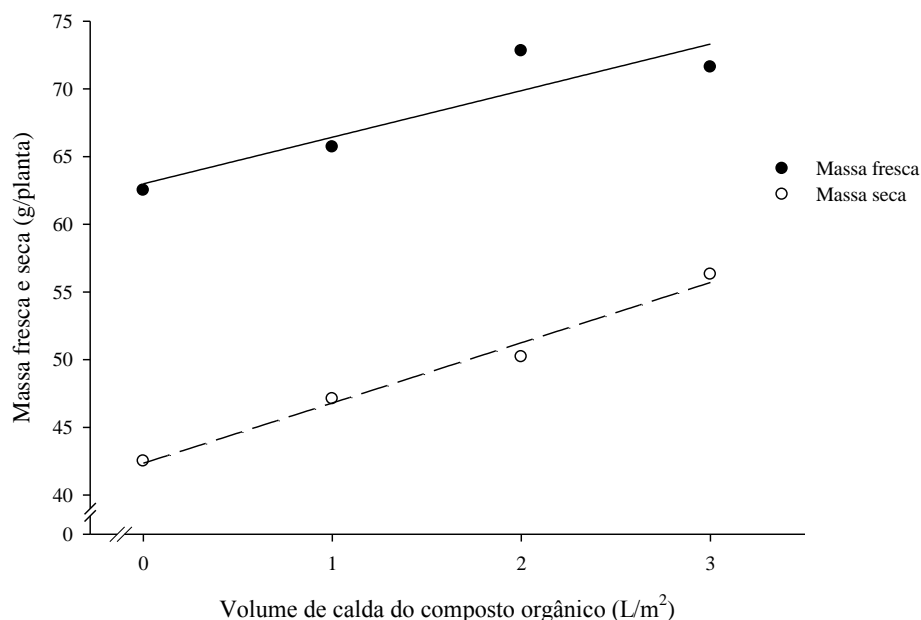


Gráfico 2. Produção de massa fresca e seca de plantas de carqueja em função de volume de calda de composto

Plantas de carqueja adubadas com adubos orgânicos também apresentaram, de modo geral, maior produção de massa fresca e seca que plantas adubadas com adubos minerais (Tabela 8). Somente plantas submetidas ao tratamento T4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico) apresentaram produção de massa fresca e seca semelhante às plantas adubadas com adubos minerais, e plantas cultivadas em substrato formado exclusivamente de composto orgânico apresentaram menor produção de massa seca que plantas submetidas à adubação mineral. Estes resultados mostram que a dose de 15 t ha⁻¹ de composto orgânico para adubação de plantas de carqueja cultivadas em solos de baixa fertilidade é insuficiente para obtenção de produções satisfatórias de biomassa (matéria-prima para produção da droga vegetal), sendo recomendada a utilização de adubação verde com biomassa de leguminosa ou aplicação de calda de composto de forma complementar.

Na Tabela 10, estão listadas as equações de regressão ajustadas para teores foliares de nitrogênio, produção de massa fresca e seca e teores de flavonoides e de óleo essencial de plantas de carqueja em função de volume de calda de composto aplicado.

Tabela 10. Equações de regressão ajustadas para teores foliares de nitrogênio (N), de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de volume de calda de composto (VCAL) com a estimativa de coeficientes de determinação (r^2)

Variável	Unid.	Equação	r^2
N na folha	g/kg	$\hat{N} = 1,65$	–
Massa fresca	g/pl.	$\widehat{MF} = 62,99 + 3,44^{**}VCAL$	0,83
Massa seca	g/pl.	$\widehat{MS} = 42,35 + 4,45^{**}VCAL$	0,98
Flavonoides	%	$\hat{F} = 0,66$	–
Óleo essencial	mL/50g	$\widehat{OE} = 0,11$	–

** – Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Várias pesquisas têm mostrado boas respostas de plantas medicinais a adubações orgânicas. Para *Calendula officinalis*, a aplicação de 6,0 kg m⁻² (60 t há⁻¹) de composto orgânico, na presença de cobertura morta, proporcionou maior produção de matéria fresca e número de capítulos (SANTOS *et al.*, 2001). A aplicação de 2,0 a 4,0 kg m⁻² de adubo orgânico em plantas de *Achillea millefolium* L. também resultou em maiores produções de biomassa (SCHEFFER e RONZELLI JÚNIOR, 1990). *Baccharis trimera* apresentou maior rendimento de biomassa quando se utilizou esterco de curral na adubação das plantas (SILVA, 2001). Estes autores concluem que a adubação orgânica é a mais indicada para a carqueja e que tal prática pode contribuir para a redução dos custos de produção, uma vez que os adubos orgânicos, especialmente os esterco animais, são facilmente encontrados nas propriedades agrícolas.

TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES FOLIARES

A boa resposta de plantas de carqueja aos diferentes sistemas de adubação orgânica, em solos de baixa fertilidade, pode ser atribuída ao melhor estado nutricional das plantas, conforme pode ser observado nas Tabelas 9 e 10.

Plantas adubadas com adubos orgânicos apresentaram teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio iguais ou superiores aos encontrados em plantas não adubadas (Tabela 9). Já para cálcio e magnésio, os teores foliares encontrados em plantas adubadas organicamente foram menores ou iguais aos observados em plantas não adubadas, contudo, a relação cálcio/magnésio nas alas caulinares de plantas adubadas com adubos orgânicos ficou entre 2,7 e 3,8, faixa considerada boa para a

maioria das culturas. Plantas adubadas com adubos orgânicos apresentaram praticamente os mesmos teores de enxofre que plantas não adubadas, exceto plantas submetidas ao tratamento T8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto), que apresentaram teores mais elevados. Em relação aos micronutrientes, plantas não adubadas apresentaram os maiores teores foliares de ferro. Os níveis dos demais micronutrientes em plantas de carqueja adubadas com adubos orgânicos variaram para mais ou para menos em relação aos níveis encontrados em plantas não adubadas (Tabela 9). Os adubos orgânicos são uma excelente fonte de nutrientes para as plantas, pois apresentam, de forma equilibrada, praticamente todos os macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e Cl) essenciais para as plantas, além disso, contribuem para a melhoria da estrutura física do solo e de sua capacidade tampão, aumento da retenção de água e de sua atividade microbiana, o que favorece ainda mais o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985).

Tabela 11. Valores médios de macronutrientes e micronutrientes em plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	B	Cu	Zn
	g/kg						mg/kg				
T1	14,4	1,3	10,2	13,6	4,8	0,7	144,0	706,6	85,5	9,4	41,8
T3	21,7*	3,1*	10,2	14,5	5,7	1,4	166,7*	216,4*	105,0*	4,4*	180,3*
T4	17,9*	1,9	9,6	12,4	4,4	1,2	127,4*	263,0*	81,0*	3,9*	40,0
T5	17,4*	2,3*	11,6	10,5*	3,4*	1,0	103,5*	337,3*	83,4	5,2*	55,1*
T6	15,5	2,0	15,6*	11,8*	3,6*	1,4	137,3*	495,8*	82,1*	14,1*	69,7*
T7	15,4	2,1	17,0*	11,7*	3,1*	1,5	125,1*	249,7*	86,1	6,3*	54,9*
T8	17,2*	1,6	12,2*	10,7*	3,1*	1,8*	107,8*	547,0*	79,1*	4,1*	36,8*
T9	20,5*	2,0	13,9*	13,1	3,5*	0,8	139,9*	321,4*	74,5*	6,8*	44,7*
T10	22,7*	2,2	14,7*	13,4	3,3*	1,1	148,4*	299,1*	67,7*	3,2*	43,5
T11	23,1*	2,0	13,5*	12,6	3,3*	1,0	158,2*	293,3*	59,2*	3,9*	46,2*
T12	25,0*	2,1	13,9*	11,8*	4,4	1,4	135,5*	353,7*	75,2*	4,0*	40,0
CV(%)	7,9	14,9	24,1	9,3	20,4	26,8	14,6	34,5	14,1	44,0	16,3
Média	19,8	2,1	13,1	12,5	3,7	1,3	134,2	374,9	77,1	5,9	58,4

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T1 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de

glicirídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de glicirídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de glicirídia).

O aumento da dose de biomassa fresca de glicirídia aplicada (comparação entre os tratamentos T4, T9, T10 e T11) resultou em um aumento linear nos teores foliares de nitrogênio e no aumento nos teores foliares de potássio até a dose de aproximadamente de 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de glicirídia. Os teores foliares dos demais macronutrientes (fósforo, cálcio, magnésio e enxofre) permaneceram praticamente constantes com o aumento da dose de biomassa de glicirídia aplicada.

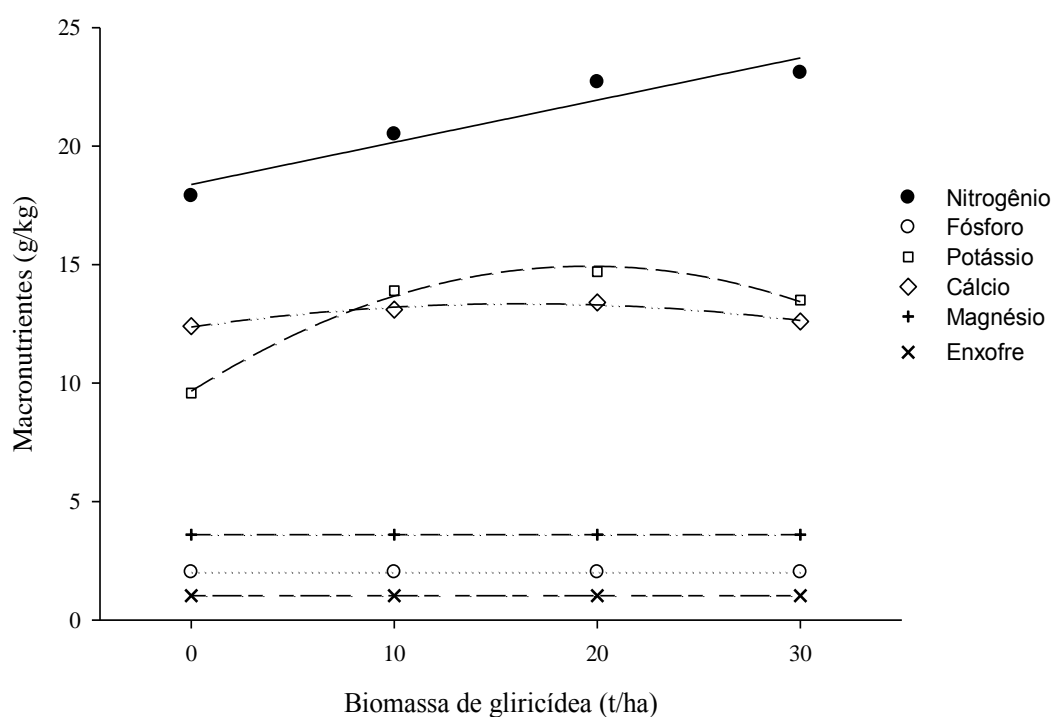


Gráfico 3. Níveis de macronutrientes de plantas de carqueja em função de biomassa de glicirídia

Equações: $\hat{N} = 18,380 + 0,178^{**}BIOM$ $r^2 = 0,92$
 $\hat{P} = 2,03$
 $\hat{K} = 9,6560 + 0,5396^{**}BIOM - 0,0138^{**}BIOM^2$ $R^2 = 0,99$ $VM = 19,55$
 $\hat{Ca} = 12,3650 + 0,1215^{*}BIOM - 0,0038^{*}BIOM^2$ $R^2 = 0,96$ $VM = 15,99$
 $\hat{Mg} = 3,60$
 $\hat{S} = 1,03$
 ** e * – Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”.
 VM – Valor máximo da biomassa de glicirídia

Em relação aos micronutrientes, verifica-se, no Gráfico 4, uma queda nos teores foliares de boro e uma elevação nos teores foliares de manganês e zinco com o aumento

das dose de biomassa de gliricídea aplicada. Os teores de ferro e cobre praticamente não variaram.

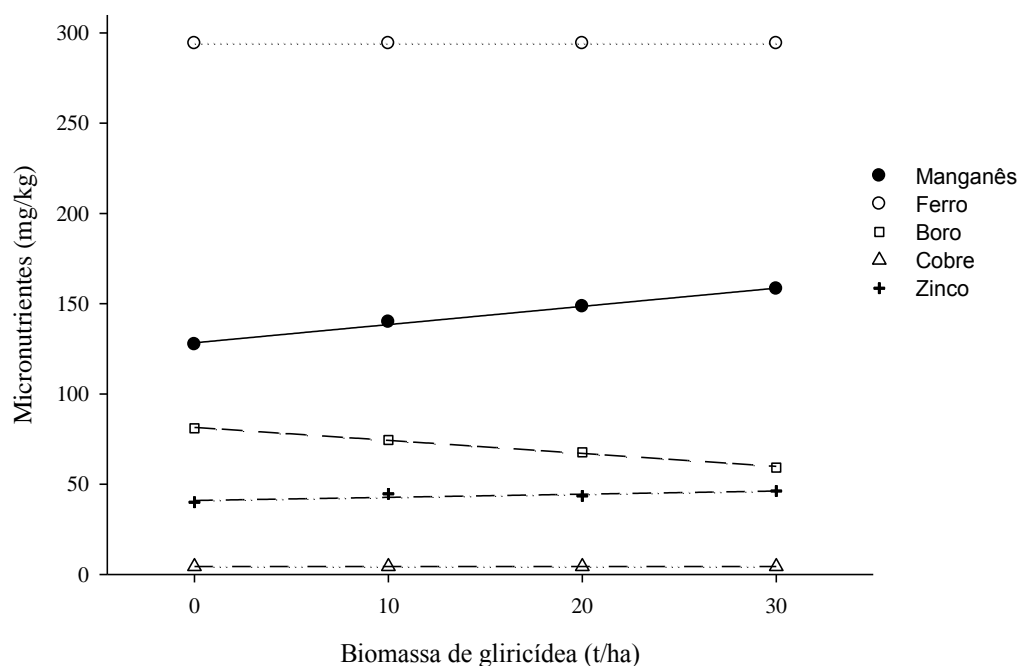


Gráfico 4. Níveis de micronutrientes de plantas de carqueja em função de biomassa de gliricídea

Equações: $\widehat{Mn} = 128,340 + 1,009^{**}BIOM$ $r^2 = 0,99$

$\widehat{Fe} = 294,20$

$\widehat{B} = 81,430 - 0,722^{**}BIOM$ $r^2 = 0,99$

$\widehat{Cu} = 4,45$

$\widehat{Zn} = 40,990 + 0,174^{**}BIOM$ $r^2 = 0,72$

** – Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

O aumento da dose de calda de composto aplicada (comparação entre os tratamentos T4, T6, T7 e T8) não resultou em aumentos nos teores foliares de nitrogênio, ao contrário, com a aplicação de calda de composto, verificou-se ligeira queda nos teores foliares de nitrogênio, com posterior retorno a níveis próximos aos obtidos na dose zero de calda de composto. Os teores foliares de nitrogênio em plantas que receberam calda de composto ficaram abaixo de 20,0 g/kg de massa seca. Os teores de potássio aumentaram com o aumento da dose de calda de composto até a dose de cerca de 1,5 L/m², decrescendo a partir dessa dose. Os teores foliares de cálcio decresceram com o aumento da dose de calda de composto aplicada. Os teores foliares

dos demais macronutrientes (fósforo, magnésio e enxofre) apresentaram ligeiro acréscimo com o aumento da dose de calda de composto (Figura 5).

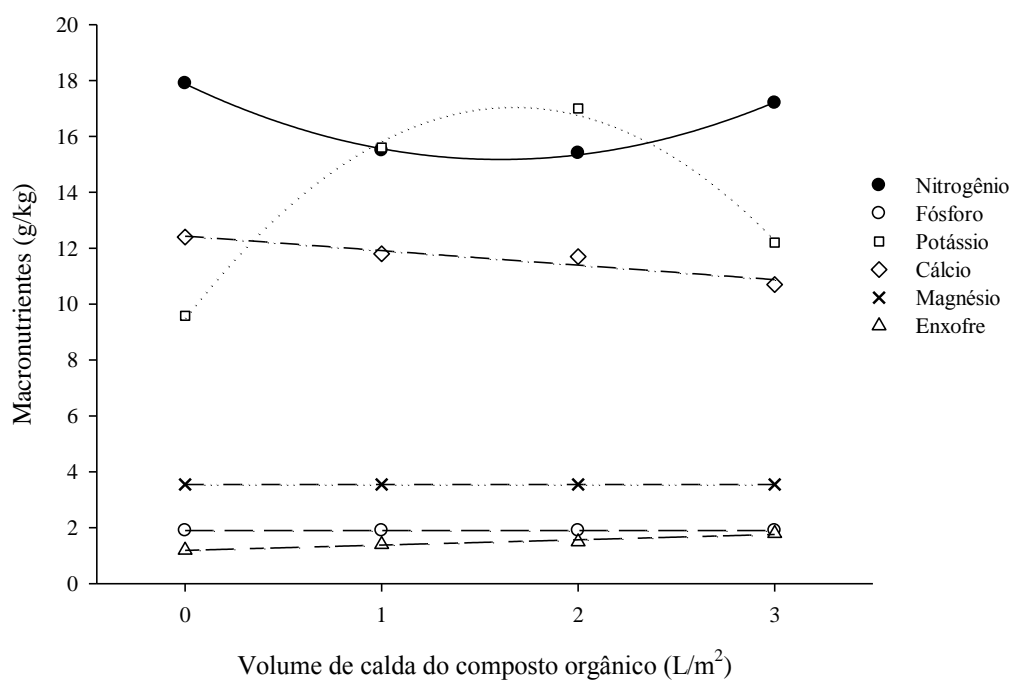


Gráfico 5. Níveis de macronutrientes de plantas de carqueja em função de volume de calda do composto orgânico

Equações: $\hat{N} = 17,88 - 3,37^{**}VCAL + 1,05^{**}VCAL^2$ $R^2 = 0,99$ $VM = 1,60$

$\hat{P} = 1,90$

$\hat{K} = 9,501 + 9,041^{**}VCAL - 2,705^{**}VCAL^2$ $R^2 = 0,99$ $VM = 1,67$

$\hat{Ca} = 12,43 - 0,52^{**}VCAL$ $r^2 = 0,91$

$\hat{Mg} = 3,55$

$\hat{S} = 1,19 + 0,19^{\circ}VCAL$ $r^2 = 0,96$

** e ° – Significativos a 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”.

VM – Valor máximo ou mínimo do volume de calda do composto orgânico

Em relação aos micronutrientes, verifica-se, no Gráfico 6, que a aplicação de calda de composto praticamente não alterou os teores foliares de ferro e cobre. Observou-se ligeiro aumento nos teores foliares de boro com o aumento da dose aplicada. Para manganês e principalmente zinco, o aumento da dose de calda de composto resultou em um ligeiro aumento destes nutrientes, inicialmente, com posterior queda.

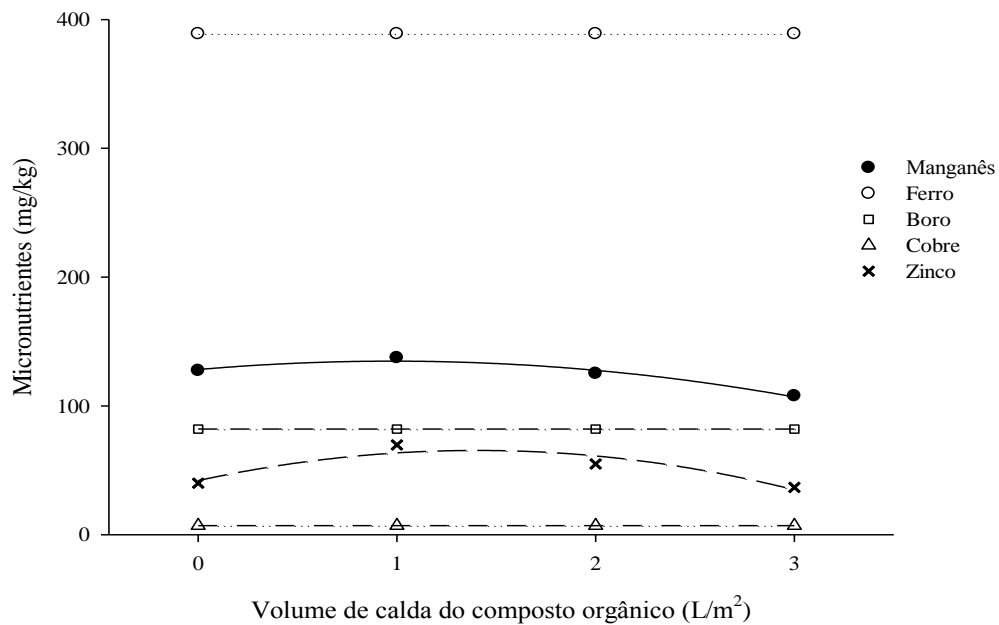


Gráfico 6. Níveis de micronutrientes de plantas de carqueja em função de volume de calda do composto orgânico

Equações: $\widehat{Mn} = 128,25 + 13,30^{**}VCAL - 6,80^{**}VCAL^2$ $R^2 = 0,97$ $VM = 0,98$

$\widehat{Fe} = 388,88$

$\widehat{B} = 82,08$

$\widehat{Cu} = 7,10$

$\widehat{Zn} = 42,06 + 33,41^{**}VCAL - 11,95^{**}VCAL^2$ $R^2 = 0,88$ $VM = 1,40$

** – Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

VM – Valor máximo do volume de calda do composto orgânico

Comparando os Gráficos 3, 4, 5 e 6, verifica-se que o aumento da dose de biomassa de gliricídia (adubação verde) resultou em maiores mudanças nos teores foliares de nutrientes que o aumento da dose de calda de composto, especialmente em relação aos teores foliares de nitrogênio. Esse melhor suprimento de nitrogênio às plantas que receberam adubação verde explica em parte a boa resposta das plantas de carqueja à adubação verde. O nitrogênio é um dos nutrientes que exercem maior influência na produção e qualidade da biomassa de plantas medicinais, especialmente em plantas medicinais cuja parte colhida (matéria-prima) são as folhas (BOX, 1973).

Garrido *et al.* (2009) e Primo *et al.* (2012) também encontraram respostas positivas de plantas de algodão, mamona e milho a adubações com biomassa de gliricídia, utilizando-a de forma isolada ou combinada com esterco.

A menor resposta das plantas de carqueja às adubações de cobertura com calda de composto está associada aos baixos teores de nutrientes presentes na calda utilizada,

especialmente de nitrogênio. O teor de nitrogênio da calda de composto foi de aproximadamente 0,08%, cerca de quarenta e quatro vezes menor que o teor de nitrogênio da biomassa de gliricídia (3,78% de N). Assim, as quantidades de nutrientes fornecidas às plantas de carqueja pelas adubações de cobertura com calda de composto foram mínimas não resultaram em aumentos significativos na produção de biomassa e também na qualidade fitoquímica da mesma.

Plantas de carqueja adubadas com adubos orgânicos, independentemente do tipo de adubação orgânica utilizada, apresentaram teores foliares de nitrogênio inferiores e teores foliares de potássio e cálcio iguais ou inferiores aos encontrados em plantas adubadas com adubos minerais. Os teores de fósforo, magnésio e enxofre encontrados em plantas que receberam adubação orgânica ficaram bem próximos aos encontrados em plantas adubadas com adubos minerais, exceto os teores de fósforo encontrados em plantas que receberam o tratamento T3, os teores de magnésio encontrados em plantas que receberam os tratamentos T3, T4 e T12, que foram superiores aos encontrados em plantas adubadas com adubos minerais, e os teores de enxofre encontrados em plantas que receberam os tratamentos T5, T9 e T11, que foram inferiores aos encontrados em plantas que receberam adubação mineral. Em relação aos micronutrientes, plantas adubadas com adubos orgânicos apresentaram, de modo geral, menores teores foliares de ferro e maiores teores de boro. Os níveis dos demais micronutrientes em plantas de carqueja adubadas com adubos orgânicos variaram para mais ou para menos em relação aos níveis encontrados em plantas não adubadas (Tabela 10). A menor produção de massa fresca e seca observada em plantas submetidas à adubação mineral, Tabela 8, pode estar relacionada aos elevados teores foliares de nitrogênio (27,1 g/kg de massa seca). Plantas que receberam as maiores doses de adubação verde também tiveram queda na produção de massa seca, provavelmente em função dos elevados teores de nitrogênio em suas alas caulinares (Gráfico 1).

Os menores teores foliares de nitrogênio encontrados em plantas de carqueja que receberam adubações orgânicas apenas com composto orgânico certamente estão relacionados à lenta liberação dos nutrientes presentes no composto orgânico, uma vez que o composto orgânico geralmente é formado por substâncias húmicas e não húmicas bastante estáveis, ou seja, mais resistentes à ação dos microrganismos do solo. Contudo, verificou-se bom fornecimento deste nutriente às plantas quando se utilizou a adubação verde de forma a complementar a adubação com composto orgânico. Biomassas de

leguminosas são facilmente decompostas pelos microrganismos do solo, em função do elevado teor de nitrogênio, baixa relação C/N e baixos teores de substâncias fenólicas (SILVA e SÁ MENDONÇA, 2007), o que resulta em uma rápida liberação dos nutrientes para as plantas (PERIN *et al.*, 2004).

Considerando ainda que o experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período da primavera/verão (ocorrência de altas temperaturas) e sob sistema de irrigação (boa disponibilidade hídrica), o processo de decomposição da biomassa de gliricídia foi, certamente, acelerado, e a liberação dos nutrientes ocorreu em curto período de tempo, possibilitando que as plantas de carqueja aproveitassem a maior parte do nitrogênio e de outros macro e micronutrientes presentes na biomassa desta leguminosa.

Contudo, o aumento da dose de biomassa de gliricídia, de 10 t ha⁻¹ para 30 t ha⁻¹, não resultou em aumento linear de massa seca de alas caulinares, pelo contrário, observou-se decréscimo a partir da dose de 15,75 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia aplicada, o que pode estar relacionado a um fornecimento excessivo de nitrogênio para as plantas. Os elevados teores foliares de nitrogênio em plantas de carqueja que receberam adubação mineral também resultaram em menores produções de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal).

Considerando que a dose de 15,75 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia foi a que resultou em maior produção de massa seca, Gráfico 1, e que esta dose está situada entre doses de 10 e 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia utilizadas neste estudo (tratamentos T9 e T10), conclui-se que os teores foliares médios de macro e micronutrientes ideais para plantas de carqueja devem estar próximos aos obtidos em plantas que receberam o tratamento T9, que foram: 20,5 g/kg de N; 2,0 g/kg de P; 13,9 g/kg de K; 13,1 g/kg de Ca; 3,5 g/kg de MG; 0,8 g/kg de S; 139,9 mg/kg de Mn; 321,4 mg/kg de Fe; 74,5 mg/kg de B; 6,8 mg/kg de Cu e 44,7; e mg/kg de Zn (Tabela 9). Contudo, são necessários estudos específicos na área de nutrição de plantas para o correto estabelecimento de faixas adequadas de teores foliares de macro e micronutrientes para carqueja.

Assim, verifica-se que a estratégia de uso de composto orgânico associado ao uso de adubação verde (aplicação de biomassa fresca de leguminosas) deve ser mais explorada por produtores orgânicos e agroecológicos, principalmente em culturas de ciclo curto, uma vez que a produção de biomassa de leguminosas na propriedade é uma

prática simples e barata, que pode ser feita em áreas marginais (pouco indicada para o cultivo de culturas comerciais). Contudo, a quantidade de biomassa de leguminosas a ser aplicada por planta ou por área cultivada deve ser cuidadosamente calculada, de acordo com a exigência nutricional da cultura (Martinez-Blanco *et al.*, 2011).

Tabela 12. Valores médios de macronutrientes e micronutrientes em plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	B	Cu	Zn
	g/kg					mg/kg					
T2	27,1	2,0	15,4	14,1	2,9	2,0	116,5	415,6	46,8	5,8	48,4
T3	21,7*	3,1*	10,2*	14,5	5,7*	1,4	166,7*	216,4*	105,0*	4,4	180,3*
T4	17,9*	1,9	9,6*	12,4*	4,4*	1,2	127,4*	263,0*	81,0*	3,9*	40,0*
T5	17,4*	2,3	11,6*	10,5*	3,4	1,0*	103,5*	337,3*	83,4*	5,2	55,1*
T6	15,5*	2,0	15,6	11,8*	3,6	1,4	137,3*	495,8*	82,1*	14,1*	69,7*
T7	15,4*	2,1	17,0	11,7*	3,1	1,5	125,1*	249,7*	86,1*	6,3	54,9*
T8	17,2*	1,6	12,2*	10,7*	3,1	1,8	107,8*	547,0*	79,1*	4,1*	36,8*
T9	20,5*	2,0	13,9	13,1	3,5	0,8*	139,9*	321,4*	74,5*	6,8	44,7*
T10	22,7*	2,2	14,7	13,4	3,3	1,1	148,4*	299,1*	67,7*	3,2*	43,5*
T11	23,1*	2,0	13,5*	12,6*	3,3	1,0*	158,2*	293,3*	59,2*	3,9*	46,2*
T12	25,0*	2,1	13,9	11,8*	4,4*	1,4	135,5*	353,7*	75,2*	4,0*	40,0*
CV(%)	7,9	14,9	24,1	9,3	20,4	26,8	14,6	34,5	14,1	44,0	16,3
Média	19,8	2,1	13,1	12,5	3,7	1,3	134,2	374,9	77,1	5,9	58,4

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha T2 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha 1 (sem adubação complementar); T3 – Cultivo em substrato formado apenas por composto orgânico; T4 – Adubação Orgânica 1 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico); T5 – Adubação Orgânica 2 (30 t ha⁻¹ de composto orgânico); T6 – Adubação Orgânica 3 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 1 L m⁻² de calda de composto); T7 – Adubação Orgânica 4 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto); T8 – Adubação Orgânica 5 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 3 L m⁻² de calda de composto); T9 – Adubação Orgânica 6 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia), T10 – Adubação Orgânica 7 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T11 – Adubação Orgânica 8 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 30 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia); T12 – Adubação Orgânica 9 (15 t ha⁻¹ de composto orgânico + 2 L m⁻² de calda de composto + 20 t ha⁻¹ de biomassa fresca de gliricídia).

Além de fornecer os macro e micronutrientes essenciais às plantas, a adubação orgânica melhora a estrutura física dos solos, permitindo maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, melhor exploração do solo e melhor

aproveitamento dos nutrientes presentes no solo ou adicionados pelas adubações. Os adubos orgânicos elevam a capacidade de troca catiônica do solo, reduzindo a lixiviação de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio. Além disso, a adubação orgânica é fonte de energia para os microrganismos do solo, sendo que o aumento da atividade microbiana no solo resulta na liberação de nutrientes não lábeis no solo (MALAVOLTA *et al.*, 2002).

Rao *et al.* (1997) também registraram efeito positivo do N e adubo orgânico no rendimento em *Artemísia pallens* com aplicação de 80 kg N/ha. Wang *et al.* (2010) verificaram que a combinação de vermicomposto produzido de esterco bovino e solo (4:7) aumentou significativamente o rendimento comercial, o conteúdo de aminoácidos essenciais, N, P e melhorou a propriedades físicas do solo no cultivo de *Brassica campestris* ssp. *Chinensis*.

TEOR DE FLAVONOIDES

Plantas de carqueja que receberam diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram em suas alas caulinares teores de flavonoides semelhantes aos encontrados em plantas não adubadas, Tabela 7, e em plantas adubadas com adubos minerais (Tabela 8). Os teores de flavonoides, expressos em quercetina, obtidos em plantas que receberam adubação orgânica variaram entre 0,51 a 0,83%. Contudo, plantas que receberam adubação verde (biomassa fresca de gliricídia), ou seja, plantas que receberam os tratamentos T9, T10 e T11, apresentaram teor médio de flavonoides igual a 0,77% (Tabela 9), e plantas que receberam aplicação de calda de composto (tratamentos T6, T7 e T8) apresentaram teor médio de flavonoides igual a 0,66% (Tabela 10), uma diferença de cerca de 17%. Tais resultados ratificam a melhor resposta de plantas de carqueja à adubação verde. Considerando que plantas que receberam adubação verde apresentaram maiores produções de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal) que plantas não adubadas, Tabela 7, e plantas adubadas com adubos minerais, Tabela 8, e que os teores de flavonoides nas alas caulinares dessas plantas foram ligeiramente superiores, conclui-se que a produção total de flavonoides será maior em cultivos em que as plantas receberem adubação orgânica de composto orgânico associado ao uso de adubos verdes. Tais resultados mostram o grande potencial do uso de adubações orgânicas envolvendo a prática da adubação verde na produção comercial de carqueja.

Mitchell *et al.* (2007), durante dez anos, compararam a influência da adubação orgânica e química em tomates e verificaram que os teores de quercetina foram 79% maiores em frutos de plantas que receberam adubação orgânica. De acordo com estes autores, o aumento no conteúdo de flavonoides está relacionado ao suprimento de N. Gobo-Neto e Lopes (2007) também salientam que o fornecimento adequado de nitrogênio às plantas proporciona aumento na produção de biomassa e também de metabólitos secundários. Martinez-Blanco *et al.* (2011) também confirmam a validade do uso de compostos orgânicos para o aumento de bioativos (flavonoides, fenóis totais, etc.) em couve-flor. No presente estudo, adubações orgânicas proporcionaram apenas aumentos significativos na produção de biomassa, o que também irá resultar em maiores produções de flavonoides por área cultivada.

TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL

Plantas de carqueja que receberam diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram em suas alas caulinares teores de óleo essencial semelhantes aos encontrados em plantas não adubadas, Tabela 7, e em plantas adubadas com adubos minerais (Tabela 8). Os teores de óleo essencial em plantas que receberam adubação orgânica variaram entre 0,11 a 0,15 mL/50 de massa seca. Entretanto, plantas que receberam adubação verde (biomassa fresca de gliricídia), ou seja, plantas que receberam os tratamentos T9, T10 e T11, apresentaram teor médio de óleo essencial igual a 0,14 mL/50 de massa seca Tabela 9, enquanto plantas que receberam aplicação de calda de composto (tratamentos T6, T7 e T8) apresentaram teor médio de flavonoides igual a 0,11 mL/50 de massa seca Tabela 10, diferença de cerca de 27%. Considerando que plantas que receberam adubação verde apresentaram maiores produções de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal) que plantas não adubadas, Tabela 7, e plantas adubadas com adubos minerais, Tabela 8, e que os teores de óleo essencial nas alas caulinares dessas plantas foram ligeiramente superiores, conclui-se que a produção total de óleo essencial será maior em cultivos em que as plantas receberem adubação orgânica de composto orgânico associado ao uso de adubos verdes. Tais resultados também mostram o grande potencial do uso de adubações orgânicas envolvendo a prática da adubação verde na produção comercial de carqueja, visando à produção de óleo essencial.

Palácio *et al.* (2007), estudando a influência de fontes e doses de nitrogênio na produção de biomassa e óleo essencial em carqueja, e Hendawy *et al.* (2010), Brant *et al.* (2010) e Azzaz *et al.* (2009), trabalhando respectivamente com *Thymus vulgaris*, *Aloysia triphylla* e *Foeniculum vulgare*, verificaram influência positiva de adubações nos teores de óleos essenciais, resultados diferentes dos obtidos neste estudo.

EXPERIMENTO DE CAMPO

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Agroecologia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa-MG, situado a 20°45'25,2"S e 42°52'09,5"O, na altitude de 651m, apresentando clima Cwa, conforme classificação de Köppen e Greiger (1928).

O material botânico utilizado na pesquisa foi obtido no BAG de carqueja/UFV, caracterizado como genótipo feminino proveniente de área de barranco (acesso BR), correspondente às exsicatas incorporadas aos acervos dos Herbários do Departamento de Biologia Vegetal/UFV (VIC 36.724) e do Departamento de Botânica/UFV (CESJ 62.407), cujas plantas no estado silvestre apresentavam em média 0,35% de flavonoides em suas alas caulinares.

Inicialmente, procedeu-se à propagação vegetativa (enraizamento de estacas de ramos) e à aclimação das mudas, conforme metodologia descrita no Capítulo 1. As mudas formadas foram plantadas no campo, em uma área ligeiramente inclinada, em argissolo vermelho alítico abrupto (Santos *et al.*, 2006), com as seguintes características químicas: pH = 6,2, 3,1 dag kg⁻¹ de matéria orgânica em CaCl₂; 38,0 mg dm⁻³ de P (resina); 2,31 mg dm⁻³ de H+Al; 43 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 3,5 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,2 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 4,82 mmol_c dm⁻³ de SB; e 4,82 mmol_c dm⁻³ de CTC. O espaçamento de plantio utilizado foi de 0,9 m entre linhas de plantio e 0,7 m entre plantas. Após o estabelecimento das mudas no campo, foram aplicados cinco tratamentos de adubação, três tratamentos de adubação orgânica, além de dois tratamentos testemunha plantas não adubadas e plantas adubadas com adubos minerais. Assim sendo, os cinco tratamentos aplicados às plantas de carqueja a nível de campo foram: T1 – Testemunha absoluta (sem adubação); T2 – Adubação mineral (80 kg/ha

de N, 120 kg/ha de P₂O₅ e 100 kg/ha de K₂O); T3 – Adubação Orgânica 1 (30 t/ha de composto orgânico); T4 – Adubação Orgânica 2 (15 t/ha de composto + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia aplicada); T5 – Adubação Orgânica 3 (15 t/ha de composto orgânico + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia + 2 L/ m² de calda de composto).

Os adubos minerais utilizados foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A calda de composto foi preparada misturando um volume de composto com dois volumes de água. Esta calda foi preparada cinco dias antes da aplicação, sendo revolvida (agitada) diariamente, de forma a permitir uma boa liberação dos nutrientes presentes no composto.

As características químicas do **composto orgânico** foram: 1,51% de N; 1,12 de P; 0,8 de K; 18,22% de teor de umidade ao ar; 25,6% de teor de umidade na estufa a 75⁰C; e relação C/N de 6,29. Da **calda de composto** foram: 77 mg L⁻¹ de N; 286,82 mg L⁻¹ de P; 320 mg L⁻¹ de K;; 467,95 mg L⁻¹ de Ca; 76,35 mg L⁻¹ de Mg; 342,1 mg L⁻¹ de Fe; e 0,22% de C. Da **biomassa de gliricídia** foram: 3,78% N;; 0,17% de P; 2,09% de K; 0,98% de Ca; 0,32% de Mg; 0,14% de S; 19 mg.kg⁻¹ de Zn;; 2258 mg.kg⁻¹ de Fe;; 42 mg.kg⁻¹ de Mn; 5 mg.kg⁻¹ de Cu; e 26,6 mg.kg⁻¹ de B. As plantas não foram irrigadas (cultivo de sequeiro), e as plantas invasoras foram eliminadas quando necessário.

As quantidades de N fornecidas pelos diferentes sistemas de adubação foram: T1= 0 g; T2= 5,04 g; T3= 11,74 g; T4= 16,35 g; T5= 16,45 g.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental formada por 12 plantas. As massas fresca e seca das alas caulinares produzidas e seus teores de nutrientes, de flavonoides, expressos em quercetina, e de óleo essencial foram avaliados aos 120 dias após o início das adubações.

A análise do estado nutricional das plantas foi determinada conforme metodologia proposta por Silva Júnior (1997) e feita nos Laboratórios de Agroecologia e de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Fitotecnia da UFV.

Para a determinação dos teores de flavonoides e de óleo essencial, foram usadas as mesmas metodologias utilizadas para avaliação das plantas do experimento conduzido em ambiente protegido.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Dunnett ao nível de 5% de

probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico SAEG (UFV, 2007) para análise dos dados.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

PRODUÇÃO DE MASSA FRESCA E SECA

A nível de campo, sob condições de solo classificado como de fertilidade média, plantas de carqueja também responderam bem à adubação orgânica com composto orgânico associado à aplicação de biomassa fresca de gliricídia (adubação verde). Aos 120 dias após o início das adubações, plantas que receberam os tratamentos T4 (15 t/ha de composto + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia aplicada) e T5 (15 t/ha de composto orgânico + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia + 2 L/m² de calda de composto) produziram mais massa fresca e seca que plantas não adubadas. Contudo, plantas que receberam apenas composto orgânico (tratamento T3), mesmo recebendo o dobro da dose de composto orgânico (30 t ha⁻¹), apresentaram menor produção de massa fresca e seca que plantas não adubadas (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação orgânica, em condições de campo

Tratamentos	MF	MS	F %	OE mL/50g
	g			
T1	273,50	114,25	1,08	0,05
T3	265,75*	106,00*	1,07	0,10
T4	388,75*	155,75*	1,10	0,12
T5	293,50*	127,25*	1,12	0,12
Média	337,25	138,20	1,09	0,09
CV (%)	53,58	52,84	0,61	17,77

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T1 – Testemunha (plantas não adubadas); T3 – Adubação Orgânica 1 (30 t/ha de composto orgânico); T4 – Adubação Orgânica 2 (15 t/ha de composto + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia aplicada); T5 – Adubação 3 (15 t/ha de composto orgânico + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia + 2 L/m² de calda de composto).

A baixa precipitação durante o período de condução do experimento, de outubro/2012 a março/2013, com os respectivos valores de precipitação (outubro: 3,19 mm, novembro: 7,51 mm, dezembro: 6,4 mm, janeiro: 4,79 mm, fevereiro: 3,95 mm e

março: 12,82mm (Laboratório de Meteorologia Agrícola/UFV/2013), certamente afetou a resposta das plantas aos tratamentos de adubação orgânica, especialmente ao tratamento em que se utilizou apenas composto orgânico na adubação das plantas (tratamento T3). Composto orgânico é formado por substâncias húmicas e não húmicas bastante estáveis, e sua decomposição (mineralização) é influenciada por vários fatores como temperatura ambiente, fertilidade do solo, atividade microbiana no solo e, especialmente, umidade. Sem umidade adequada no solo, o processo de mineralização do composto orgânico torna-se bastante lento, afetando a liberação dos nutrientes para o solo e, conseqüentemente, para as plantas. Já biomassas de leguminosas são mais facilmente decompostas pelos microrganismos do solo em função do elevado teor de nitrogênio, baixa relação C/N e baixos teores de substâncias fenólicas (SILVA e SÁ MENDONÇA, 2007). Tais resultados mostram que a estratégia de substituição de parte do composto orgânico por biomassa de leguminosas (adubação verde) proporciona melhor resposta das plantas a adubações orgânicas, mesmo sob condições de baixa disponibilidade hídrica.

Contudo, neste experimento de campo, plantas adubadas com adubos minerais apresentaram maior produção de massa fresca e seca que plantas adubadas com adubos orgânicos, inclusive plantas que receberam adubação verde (Tabela 14). Estes resultados certamente também estão relacionados à baixa precipitação verificada durante o período de condução do experimento. Apesar de biomassas de leguminosas serem mais facilmente decompostas pelos microrganismos do solo que o composto orgânico, a falta de umidade no solo também afeta o processo de decomposição (mineralização) de biomassa de leguminosas. Aos 120 dias após o início das adubações, durante a colheita das alas caulinares para pesagem e análise, foi registrado que parte da biomassa de gliricídia aplicada não havia sido decomposta, indicando realmente que a baixa precipitação durante o período experimental afetou o processo de decomposição da biomassa desta leguminosa e, conseqüentemente, a liberação dos nutrientes para as plantas de carqueja.

Já os adubos minerais utilizados na adubação das plantas (ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio) apresentaram alta solubilidade e foram facilmente dissolvidos em água e direcionados para a solução do solo, mesmo sob condições de baixa precipitação. Contudo, sob tais condições, ocorrem maiores perdas por

volatilização de nitrogênio, especialmente quando se utiliza ureia nas adubações das plantas.

Tabela 14. Valores médios de produção de massa fresca (MF) e seca (MS), de flavonoides (F) e de óleo essencial (OE) de plantas de carqueja em função de diferentes sistemas de adubação orgânica, em condições de campo

Tratamentos	MF	MS	F	OE
	g		%	mL/50g
T2	464,75	187,50	1,08	0,08
T3	265,75*	106,00*	1,07	0,10
T4	388,75*	155,75*	1,10	0,12
T5	293,50*	127,25*	1,12	0,12
Média	337,25	138,20	1,09	0,09
CV (%)	53,58	52,84	0,61	17,77

As médias com asterisco na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Legenda: T2 – Testemunha, Adubação mineral (80 kg/ha de N, 120 kg/ha de P₂O₅ e 100 kg/ha de K₂O); T3 – Adubação Orgânica 1 (30 t/ha de composto orgânico); T4 – Adubação Orgânica 2 (15 t/ha de composto + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia aplicada); T5 – Adubação 3 (15 t/ha de composto orgânico + 20 t/ha de biomassa fresca de gliricídia + 2 L/m² de calda de composto).

Certamente, o elevado teor de matéria orgânica do solo da área experimental (3,1 dag kg⁻¹) também contribuiu para que as plantas de carqueja apresentassem boa resposta à adubação mineral a nível de campo. Solos com elevados teores de matéria orgânica, geralmente, são bons fornecedores de macro e micronutrientes para as plantas e apresentam boa estrutura física, o que permite um adequado desenvolvimento das plantas.

Apesar da influência dos diferentes tipos de adubação na produção de massa fresca e seca, não foram observadas diferenças significativas nos teores foliares de macro e micronutrientes nas alas caulinares das plantas (Tabela 15). Plantas adubadas com adubos minerais, que apresentaram as maiores produções de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal), apresentaram, em média, os seguintes teores foliares de macro e micronutrientes: 17,38 g/kg de N; 2,07 g/kg de P; 20,33 g/kg de K; 21,56 g/kg de Ca; 7,05 g/kg de Mg; 1,66 g/kg de S; 106,29 mg/kg de Mn; 340,15 mg/kg de Fe; 20,81 mg/kg de Cu; e 52,58 mg/kg de Zn (Tabela 15). Tais valores estão

próximos aos obtidos por plantas que apresentaram maior produção de massa seca no experimento realizado em casa de vegetação (plantas que receberam o tratamento T9), que apresentaram os seguintes teores foliares de macro e micronutrientes: 20,5 g/kg de N; 2,0 g/kg de P; 13,9 g/kg de K; 13,1 g/kg de Ca; 3,5 g/kg de Mg; 0,8 g/kg de S; 139,9 mg/kg de Mn; 321,4 mg/kg de Fe; 74,5 mg/kg de B; 6,8 mg/kg de Cu; e 44,7 mg/kg de Zn (Tabela 9). Os menores teores foliares de nitrogênio observados em plantas de carqueja cultivadas no campo podem estar relacionados ao menor aproveitamento do nitrogênio aplicado ao solo, devido a perdas por volatilização, em função da utilização de ureia e da ocorrência de baixas precipitações e da não utilização de irrigação durante a condução do experimento.

Tabela 15. Médias de macronutrientes (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em plantas de carqueja submetidas a diferentes sistemas de adubação (SA), no município de Viçosa-MG

SA	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
T 1	15,16ns	1,82ns	18,66ns	22,43ns	6,16ns	1,36ns	117,2ns	437,43ns	13,88ns	49,3ns
T 2	17,38	2,07	20,33	21,56	7,05	1,66	106,29	340,15	20,81	52,58
T 3	17,76	2,06	20,0	23,07	5,82	1,47	127,79	331,46	17,71	54,18
T 4	17,65	1,98	19,33	23,85	5,82	1,42	144,05	187,1	19,35	54,53
T 5	17,66	2,01	21,33	22,72	6,13	1,39	108,62	339,58	14,2	46,4
Média	17,12	1,99	19,93	22,72	6,19	1,46	120,79	387,14	17,19	51,39
CV(%)	14,69	6,54	11,01	6,28	10,11	8,51	22,96	59,77	22,22	8,23

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TEOR DE FLAVONOIDES

Plantas de carqueja que receberam os diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram em suas alas caulinares teores de flavonoides semelhantes aos encontrados em plantas não adubadas, Tabela 13, e em plantas adubadas com adubos minerais Tabela 14, resultados semelhantes aos obtidos no experimento realizado em casa de vegetação. Contudo, verifica-se que plantas que receberam adubação verde (tratamentos T4 e T5) apresentaram maiores produções de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal) que plantas não adubadas, Tabela 13, e menores produções de massa seca que plantas adubadas com adubos minerais (Tabela 14). Desta forma, conclui-se que, sob condições de solo de média fertilidade, lavouras de carqueja adubadas

organicamente irão produzir mais flavonoides por área que lavouras não adubadas, porém, menos flavonoides que lavouras adubadas com adubos minerais.

Os teores de flavonoides, expressos em quercetina, obtidos em plantas que receberam adubação orgânica variaram entre 1,07 a 1,12%. Plantas que não receberam adubação apresentaram, em média, 1,08% de flavonoides, valor muito superior ao encontrado nas plantas-mãe quando em estado silvestre, em área de barranco. Nestas condições (área de barranco), as plantas-mãe que deram origem às plantas utilizadas neste experimento, por propagação vegetativa, continham aproximadamente 0,35% de flavonoides em suas alas caulinares. Este aumento expressivo de flavonoides pode estar associado à qualidade do solo da área experimental. Enquanto o solo da área de barranco, onde as plantas-mãe foram coletadas, apresentava 1,3 dag kg⁻¹ de matéria orgânica e baixos teores de nutrientes, o solo da área experimental continha 3,1 dag kg⁻¹ de matéria orgânica e bons teores de nutrientes de modo geral. No primeiro capítulo, observou-se correlação positiva ($r^2=0,85$) entre o teor de matéria orgânica do solo e o teor de flavonoides nas alas caulinares de plantas de carqueja. No experimento em casa de vegetação, verificou-se que plantas cultivadas em solo de baixa fertilidade, mesmo recebendo bons níveis de adubação, apresentaram teores de flavonoides inferiores aos obtidos neste experimento, variando de 0,51 a 0,83%. Nota-se, então, que os elevados teores de flavonoides encontrados na alas caulinares das plantas deste experimento estão mais associados à boa qualidade do solo da área experimental do que aos tratamentos de adubação.

TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL

Plantas de carqueja que receberam os diferentes tipos de adubação orgânica apresentaram em suas alas caulinares apresentaram teores de óleo essencial semelhantes aos encontrados em plantas não adubadas, Tabela 13, e em plantas adubadas com adubos minerais, Tabela 14, resultados semelhantes aos obtidos no experimento realizado em casa de vegetação. Os teores de óleo essencial obtidos em plantas que receberam adubação orgânica variaram entre 0,10 a 0,12 mL/50g de massa seca de alas caulinares, valores próximos aos obtidos no experimento conduzido em casa de vegetação. Plantas não adubadas e adubadas com adubos minerais apresentaram, em média, 0,05 e 0,08 mL/50g de massa seca, respectivamente. Considerando que plantas que receberam adubação verde (tratamentos T4 e T5) apresentaram maiores produções

de massa seca (matéria-prima para produção da droga vegetal) que plantas não adubadas (Tabela 13) e menores produções de massa seca que plantas adubadas com adubos minerais, verifica-se que, sob condições de solo de média fertilidade, lavouras de carqueja adubadas com composto orgânico mais biomassa de leguminosas irão produzir mais óleo essencial por área cultivada que lavouras não adubadas, porém, menos óleo essencial que lavouras adubadas com adubos minerais.

Apesar de neste estudo não terem sido observadas mudanças significativas nos teores de óleo essencial nas alas caulinares de plantas de carqueja em função de adubações orgânicas, na literatura, observam-se tanto efeitos positivos quanto negativos de tais adubações na produção de óleo essencial por plantas medicinais. Palácio *et al.* (2007), avaliando a influência de adubações químicas e orgânicas na produção de biomassa e teor de óleo essencial de *B. trimera*, verificaram mudanças na composição química do óleo essencial em função de adubações orgânicas e minerais. A aplicação de adubo orgânico em plantas de *Achilea millefolium* L. (SCHEFFER e RONZELLI JÚNIOR, 1990) e em plantas de *Lippia Alba* (SOUSA *et al.*, 2002) também resultou em maiores rendimentos de óleo essencial quando comparado à adubação química. Brant *et al.* (2010) e Azzaz *et al.* (2009), trabalhando, respectivamente, com *Thymus vulgaris*, *Aloysia triphylla* e *Foeniculum vulgare*, verificaram influência positiva de adubações minerais e orgânicas na produção e qualidade de óleos essenciais. Em *Baccharis trimera*, o maior teor de óleo essencial (0,9%) foi obtido em plantas não adubadas, contudo, verificou-se que a maior produção de biomassa proporcionada pelas adubações das plantas compensa a redução no teor de óleo, resultando em maiores produtividades de óleo (SILVA, 2001). Os dados obtidos neste estudo apontam para essa mesma direção, ou seja, apesar de não terem sido observadas mudanças significativas nos teores de óleo essencial nas alas caulinares das plantas em função das adubações orgânicas, a maior produção de biomassa proporcionada por tais adubações irá resultar em maiores produções de óleo essencial por área cultivada.

Os resultados obtidos neste estudo mostram também que o uso de adubação verde é uma alternativa viável para aumentar a sustentabilidade econômica e ambiental de cultivos de plantas medicinais, principalmente em áreas exploradas por agricultores familiares, pois biomassas de leguminosas são facilmente produzidas a nível de propriedade, inclusive em áreas marginais não destinadas aos cultivos comerciais. A adubação verde, em complementação ao uso de composto orgânico, pode propiciar

quantidades satisfatórias de nitrogênio para as culturas, em que parte se origina da fixação biológica, fornecida pela associação simbiótica entre bactérias do solo e leguminosas, além de permitir a ciclagem dos outros nutrientes essenciais às culturas. Adubações orgânicas, de modo geral, também proporcionam aumento no teor de matéria orgânica do solo, que tem importante contribuição na CTC dos solos tropicais (RAIJ, 1969). A correlação positiva entre teores de matéria orgânica no solo e teores de flavonoides nas alas caulinares de plantas de carqueja observada neste estudo salienta ainda mais a importância do uso de adubações orgânicas em cultivos comerciais desta planta medicinal.

7. CONCLUSÕES

Plantas de carqueja apresentaram boa resposta a adubações orgânicas, especialmente sob condições de solo de baixa fertilidade e boa disponibilidade hídrica.

Plantas de carqueja responderam melhor a adubações orgânicas feitas com composto orgânico associado ao uso de biomassa fresca de leguminosa (adubação verde) ou calda de composto do que a adubações orgânicas exclusivamente com composto orgânico.

A resposta de plantas de carqueja à aplicação de biomassa de gliricídia (adubação verde) foi melhor que a resposta das plantas à aplicação de calda de composto.

Sob condições de solo de média fertilidade e baixa disponibilidade hídrica, plantas de carqueja responderam melhor à adubação química.

Os diferentes tipos de adubação orgânica utilizados não influenciaram significativamente os teores de flavonoides e óleo essencial presentes nas alas caulinares das plantas. Contudo, adubações orgânicas, especialmente com composto orgânico associado ao uso de biomassa de leguminosas, proporcionaram aumentos significativos de massa seca, o que irá resultar em maiores produções de flavonoides e óleo essencial por área cultivada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZAZ, N.A.; HASSAN, E.A.; HAMAD, E.H. The Chemical Constituent and Vegetative and Yielding Characteristics of Fennel Plants Treated with Organic and Bio-fertilizer Instead Mineral Fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3: 579-587, 2009.

BOX, M. **Cultivo de plantas medicinais**. Madri: Labor, 1973. 490 p.

BRANT, R. S; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Biomass production and essential oil content of lemon verbena in response to organic manure application. **Hortic. Bras.**, v. 28, n.1, p. 111-114, 2010.

BRASIL. **Farmacopéia brasileira**. 4^a ed., São Paulo: Atheneu. 2002. 228p.

CASTRO, H.G.; FERREIRA, A.F. 2000. Contribution to the study of medicinal plants: carqueja (*Baccharis genistelloides*). UFV: Viçosa, MG, Brasil.

CHAVES, F.C.M. **Produção, Biomassa, Rendimento e Composição de Óleo Essencial de Alfavaca-Cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em Função da Adubação Orgânica e Épocas de Corte**. Botucatu, 2002. 144f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual de São Paulo.

FREITAS, G.B.; ROCHA, M.S.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, L.M.S.; RESENDE, L.A. Broccoli yield in response to top-dressing fertilization with green manure and biofertilizer. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 58, p. 407-410, 2011.

GARRIDO, M.S.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MARQUES, T.R.R. Growth and uptake of nutrients by cotton and castor bean fertilized with glicíndia and/or manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 531–536, 2009.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Planta medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova**, v. 30, n. 2, p.374-381, 2007.

GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C.; BORIN, M.R.M.B. **Biodiversidade: Um Enfoque Químico-Biológico**. Rio de Janeiro: UFRJ. 1996. 267p.

HANDAYANTO, E.; GILLER, K.E.; CADISCH, G.R. N release from legume tree prunings by mixing residues of different quality. *Soil Biology and Biochemistry.*, Amsterdam, v.29, p. 1417-1426, 1997.

HENDAWY, S.F.; EL-DIN, A.A.E.; AZIZ, E.E.; OMER, E.A. Productivity and oil quality of *Thymus vulgaris* L. under organic fertilization conditions. *Ozean Journal of Applied Sciences* 3: 203-216, 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p

KÖPEN W, GREIGER R 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: NOBEL, 2002. 200p.

MARTINEZ-BLANCO, J.; ANTÓN, A.; RIERADEVALL, J.; CASTELLARI, M.; MUÑOZ, P. Comparing nutritional value and yield as functional units in the environmental assessment of horticultural production with organic or mineral fertilization (The case of Mediterranean cauliflower production). **International Journal Life Cycle Assess**, v.16, p.12-26, 2011.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG, v.11, n. 4, p. 361-367, 2007.

PALÁCIO, C.P.A.M.; BIASI, L.A.; NAKASHIMA, T.; SERRAT, B.M. Biomassa e óleo essencial de carqueja (*Baccharis trimera* (Less) DC.) sob influência de fontes e doses de nitrogênio. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.9, n.3, p.58-63, 2007.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biology and Biochemistry*, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 83-88, 1991.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nutrientes por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesq. agropec. bras.** v.39, n.1, p.35-40, 2004.

PRIMO, D.C.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O.; GARRIDO, M.S.; CABRAL, P.K.T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade do milho no semiárido paraibano. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.7, n.1, p.81-88, 2012.

RAIJ, B.V. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos. *Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*. Campinas, v. 28, n. 8, p. 85-112, 1969.

RAO, E.V.S.P.; NARAYANA, M.R.; RAO, B.R.R. The Effect of Nitrogen and Farm Yard Manure on Yield and Nutrient Uptake in Davana (*Artemisia pollens* Wall. Ex D.C.). **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v.5, n.2, p.39-48, 2008.

SANTOS, E. A. M.; PÊGO, K. P.; MARTINS, E. R. Efeitos da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.) em Montes Claros - MG. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7., Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UFMG, 2001. p. 7.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

SCHEFFER, M. C.; RONZELLI JÚNIOR, P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais da *Achillea millefolium*

L. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11., 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa:SBPM, 1990. p. 4.12.

SILVA JÚNIOR, A.A. **Plantas medicinais e aromáticas**. Itajaí: Epagri, 1997. CD-ROM.

SILVA, F.C. (Org.) et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos; Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária, 1999, 370p.

SILVA, F.G. **Estudos de calogênese *in vitro* e dos efeitos do manejo fitotécnico no crescimento e produção de óleo essencial em plantas de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) D.C.]**. Lavras, 2001. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras.

SILVA, F.G.; PINTO, J.E.B.P.; GUIMARÃES, R.M.; SALES, J.F.; SANTIAGO, E.J.A.; LIMA, P.S.G. Estudo da germinação de carqueja (*Baccharis trimera* Less. D.C). In: XVI Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil; 17 a 20/10 de 2000, Recife, PE. UFPE: Recife. **Livro de Resumos...** 2000, p.69.

SILVA, I.R.; SÁ MENDONÇA, E. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 275-374.

SOUZA, L. A. et al. Composição química e rendimento do óleo essencial nas folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR. Ex Britt & Wilson cultivada sob padrões inorgânicos e orgânicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, 5., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2002.

TETÉNYI, P. Biological preconditions of aromatic and medicinal plant cultivation. **Acta Horticulturae**, v.132, p.15-22, 1983.

Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007) *SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 9.1. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes.

WANG, D.; SHI, Q.; WANG, X.; WEI, M.; HU, J.; LIU, J.; YANG, F. Influence of cow manure vermicompost on the growth metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). **Biology Fertil Soils**, v.46, p.689-696, 2010.