



MARINA PORTUGAL TORRES

**ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E
NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE AZEDINHA –
Rumex acetosa L.**

**SETE LAGOAS / MG
2014**

MARINA PORTUGAL TORRES

**ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E
NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE AZEDINHA –**

Rumex acetosa L.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientadora:

Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos

Coorientadoras:

Dra. Marinalva Woods Pedrosa

Profa. Dra. Ana Paula Coelho Madeira Silva

**SETE LAGOAS / MG
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.

T689e
2014 Torres, Marina Portugal, 1963 -
Espaçamento e adubação orgânica na produção e no teor de compostos bioativos de azedinha - *Rumex acetosa* L./ Marina Portugal Torres, -- 2014. 43 f.: il.

Orientadora: Lanamar de Almeida Carlos

Coorientadoras: Marinalva Woods Pedrosa

Ana Paula Coelho Madeira Silva

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

Inclui bibliografia.

1. Azedinha - Hortaliça não convencional - Teses. 2. Azedinha - Exportação de nutrientes - Teses. 3. Azedinha - Fitoquímicos. I. Carlos, Lanamar de Almeida. II. Pedrosa, Marinalva Woods. III. Silva, Ana Paula Coelho Madeira . IV. Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

MARINA PORTUGAL TORRES

**ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E
NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE AZEDINHA –
*Rumex acetosa L.***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal.

APROVADA em 18 de setembro de 2014

Banca examinadora:

Profa. Dra. Natália Ribeiro Bernardes – Centro Universitário São Camilo

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva – UFSJ

Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos - UFSJ
Orientadora

**SETE LAGOAS / MG
2014**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marina Portugal Torres, filha de Paulo Francisco de Assis Torres e Maria de Lourdes Stockler Portugal Torres nasceu em 12 de janeiro de 1963 na cidade de Belo Horizonte, MG. Em dezembro de 1985, concluiu o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG. Trabalhou de 1986 a 1988 no Departamento de Parques e Jardins da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura de Belo Horizonte. De 1989 a 1992 prestou consultoria técnica em arborização urbana junto ao Projeto Verde Vivo da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Possui especialização em Percepção Ambiental e Espaço Urbano pela Universidade Federal de Minas Gerais (1988), em Agricultura Tropical pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1992), em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (1993) e em Paisagismo e Plantas Ornamentais pela Universidade Federal de Lavras (2001). De 2003 a 2006 participou o Curso de Extensão Universitária: Ciência da Homeopatia, oferecido pela Universidade Federal de Viçosa. Trabalha desde 1993 no Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte. Atuou como gerente da Seção de Fitopatologia, de 1995 a 2007. Desde 2003 desenvolve trabalhos e projetos de avaliação de práticas alternativas e uso de preparados homeopáticos em plantas, além de atuar em atividades de paisagismo, produção de mudas, conservação e educação ambiental. Em agosto de 2012, ingressou no curso de mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração: Produção Vegetal na Universidade Federal de São João Del-Rei – Campus Sete Lagoas, submetendo-se à defesa da dissertação em 18 de setembro de 2014.

Paz na Terra, amor e misericórdia.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais,

Paulo e Lourdinha,

Aos meus irmãos,

Márcia *in memoriam*,

Martha, Marcos, Marcelo, Murilo, Mírian e Diva

Aos meus sobrinhos e sobrinhas.

Vocês coloreem a minha vida!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por guiar minha razão, minha vontade e minha ação pelo caminho reto em todas as coisas.

Aos Mestres, ao Mestre dos Mestres e àqueles que mesmo sem serem mestres, iluminam o meu caminho.

À Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte que, pela diversidade, dinâmica e peculiaridade de seu trabalho, valoriza, estimula e propicia o aprimoramento técnico.

À UFSJ – campus Sete Lagoas, por meio do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias – PPGCA, por ter me proporcionado efetivo aprendizado técnico, científico e humano.

À EPAMIG - Fazenda Experimental Santa Rita, técnicos e funcionários, pela receptividade e apoio na execução do experimento.

À professora Dra. Lanamar de Almeida Carlos, pela orientação, auxílio e apoio na realização deste trabalho.

À pesquisadora Dra. Marinalva Woods Pedrosa, pela co-orientação e pelas vezes que me fez acreditar que no final tudo dá certo.

À professora Dra. Ana Paula Coelho Madeira Silva, pela co-orientação, entusiasmo e simpatia com que me transmitiu ensinamentos altamente significativos ($p < 0,01$).

Aos professores do PPGCA pelos ensinamentos transmitidos e agradáveis momentos em sala de aula.

Ao professor Dr. Ernani pela atenção, esclarecimentos e disponibilidade.

Ao professor Dr. Édio pela digitalização do croqui esquemático.

Aos professores Dr. Silvino e Dra. Cíntia pela atenção e esclarecimentos prestados.

À professora Dra. Leila por sua contagiante alegria e energia e aos integrantes do Grupo Guayi de Agroecologia.

Aos funcionários e vigilantes da UFSJ - campus Sete Lagoas, pela simpatia e gentileza, em especial ao Douglas pela alegria dos seus: “*Bom dia, Marina!*”.

Aos colegas de mestrado em especial à Kênia, Deniete, Janaína e Ivaldo pelo apoio e amizade.

Às integrantes do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos II e demais colegas que me ajudaram nas análises laboratoriais e/ou coletas em campo: Deniete, Paula,

Évelin, Kênia, Yasmin, Mayara Sarsur, Paôla, Érica, Letícia, Gabriela, Maria Clara, Camila e Roberta.

À Mayara Santos pelos esclarecimentos, ajuda nas análises laboratoriais e ajustes finais na formatação deste trabalho.

Ao Renan pela gentileza e presteza na revisão dos abstracts.

À Rosângela pela amizade e gentileza na revisão do português.

Aos técnicos do Jardim Botânico, Márcia, Inês, Míriam, Juliana, Rodrigo, Fernando, Sérgio André, em especial à Albina e Guadalupe, pelo apoio e amizade.

Ao Humberto Mello pela arte na apresentação e ao Carlos pelo auxílio na formatação deste trabalho.

Aos voluntários de Homeopatia em plantas do JB/FZB-BH, em especial à Maria Lúcia, Francisca, Josy e Tereza e à Daniela Siste por terem me incentivado a aprofundar nos encantos da pesquisa.

Ao Cacau pela estima e estímulo.

Ao Bigodinho pelo restabelecimento da minha energia vital nestes momentos de exaustão.

À Mônica Nazareno, Walter Matrangolo e Mônica Matoso da EMBRAPA Milho e Sorgo e à Andreia da Associação dos Empregados da Embrapa - AEE, pela receptividade e hospedagem.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
i. INTRODUÇÃO GERAL	1
iii. ARTIGOS	
ARTIGO 1- Adubação e espaçamento na produção e na quantidade de nutrientes exportados pela azedinha	4
RESUMO	4
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
ARTIGO 2- Adubação orgânica e espaçamento nas características físico-químicas e compostos bioativos de Azedinha.....	23
RESUMO	23
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
III. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE AZEDINHA - *Rumex acetosa* L.

RESUMO - A azedinha, hortaliça não convencional, tem agradado o consumidor por seu típico sabor ácido. O incentivo ao cultivo e consumo desta planta contribui para a melhoria da dieta da população e segurança alimentar. Objetivou-se avaliar o efeito do espaçamento e de doses de esterco curtido de gado na produção e na quantidade de nutrientes exportados pela azedinha, nas suas características físico-químicas e no teor de compostos bioativos. O experimento foi conduzido de abril a julho de 2013 na Fazenda Experimental Santa Rita da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, localizada no município de Prudente de Morais, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas constaram cinco doses de esterco curtido de gado (0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹) e nas subparcelas, dois espaçamentos (25 X 25 e 30 X 30 cm). As plantas foram cortadas a 3 cm da superfície do solo, 57 dias após o plantio e avaliou-se: altura das plantas; massa seca; número de folhas não comerciais; número de folhas comerciais; número de folhas totais; produtividade não comercial; produtividade comercial; produtividade total e porcentagem da produtividade comercial e quantidade de nutrientes exportados pela planta. E ainda as seguintes características físico-químicas: matéria seca, coloração, teor de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável, além dos compostos bioativos: carotenoides totais, compostos fenólicos totais, vitamina C, antocianinas e a atividade antioxidante. Diferentes doses de esterco curtido de gado e de espaçamentos influenciaram a produtividade e a quantidade de nutrientes exportados pela azedinha, contudo, à exceção do carotenoide e do pH, esses fatores não interferiram nas características desta planta. A azedinha pode ser considerada como vegetal fonte de compostos fenólicos e de carotenoides totais, porém, não houve correlação entre a atividade antioxidante desta planta e os compostos bioativos analisados.

Palavras chave: hortaliça não convencional; exportação de nutrientes; fitoquímicos

PLANT SPACING AND ORGANIC FERTILIZER ON THE PRODUCTION AND BIOACTIVE CONTENT OF COMMON SORREL – *Rumex acetosa* L.

ABSTRACT - The common sorrel is a non-conventional vegetable which has been pleased consumers by its typical sour taste. The incentive to the cultivation and consumption of this plant contributes to enrich the people diet of people and also to the food security. The aim of this study was to evaluate the effect of plant spacing and doses of tanned bovine manure in the production, in the quantity of nutrients exported by this plant, in their physicochemical and bioactive compounds content. The experiment was carried out from April to July 2013 at the Santa Rita Experimental Farm of Agricultural Research Corporation of Minas Gerais - EPAMIG, in the municipality of Prudente de Morais, Minas Gerais. The experimental design was a split-plot with randomized block, replicated four times. Each plot received a different dose of tanned bovine manure (0, 25, 50, 75 and 100 t ha⁻¹) and in the subplot, there were two plant spacing (25 X 25 and 30 X 30 cm). The plants were cut at 3 cm from the surface soil 57 days after the cultivation. The characteristics evaluated were: plant height; dry matter; number of non-commercial leaves; number of commercial leaves; total number of leaves; no commercial productivity; commercial productivity; total productivity; the percentage of commercial productivity and the amount of nutrients exported by the plant. The following physicochemical characteristics was also evaluated: dry matter, the leaves color, total soluble solids, pH, acidity titratable and the bioactive compounds: carotenoids, phenolic compounds, vitamin C, anthocyanins and activity antioxidant. Different doses of tanned bovine manure and plant spacing influence productivity and the quantity of nutrients exported by the common sorrel. They did not influence the characteristics of this plant, except for the carotenoid and pH. The common sorrel can be considered like a source of phenolic compounds and carotenoids, but there was no correlation between the antioxidant activity and the bioactive compounds analysed.

Keywords: non-convencional vegetable; nutrients export; phytochemicals.

INTRODUÇÃO GERAL

Desde a época do descobrimento do Brasil, os portugueses promoveram o aumento da biodiversidade das terras brasileiras e a mudanças de hábitos alimentares e de vestuário com a introdução de um grande número de espécies vegetais (Miranda, 2004). Os gostos e preferências alimentares do colonizador, em detrimento dos produtos indígenas, foram e continuam sendo rapidamente incorporados (Kinupp, 2007).

A despeito da imensa diversidade de plantas com potencial alimentício e nutricional, sendo o Brasil considerado o país detentor da mais rica flora do mundo (Giulietti *et al.* 2005), estima-se que 75% da base alimentar de toda população mundial encontra-se, atualmente, restrita a apenas 17 espécies vegetais (Marinelli, 2005). Verifica-se, portanto, que o homem acabou optando pela especialização ao invés da diversificação alimentar.

Diversos fatores sócio ecológicos estão associados a não utilização, subutilização e até abandono de espécies com potencial alimentício e influenciam os hábitos alimentares da humanidade. Dentre esses, a globalização e o crescente uso de alimentos industrializados têm provocado uma acentuada redução no consumo de alimentos regionais, muitas vezes com perdas históricas de referências socioculturais (Madeira *et al.* 2013; Silveira *et al.* 2013). Os cultivos locais formam a base alimentar e apresentam potencial de nutrição para centenas de milhões de pessoas e a utilização dessas espécies é crucial para o alcance da segurança alimentar (Coradin *et al.* 2011).

Assim, o resgate das hortaliças não convencionais, aquelas presentes em determinadas localidades ou regiões e que exercem grande influência na alimentação e na cultura de populações tradicionais, representa ganhos do ponto de vista nutricional, cultural, econômico, social e ambiental (Madeira *et al.* 2013; Pedrosa *et al.* 2012) visto que, além de enriquecer e diversificar a alimentação, contribui para valorizar conhecimentos, costumes e hábitos de populações tradicionais. Segundo Ladio (2005), essas plantas constituem recursos valiosos com altas qualidades nutricionais, muitas vezes, superando as das plantas cultivadas.

Dentre a lista das espécies intituladas hortaliças não convencionais, a azedinha, *Rumex acetosa* L., pertencente à família Polygonaceae, é uma herbácea perene, rústica, com cerca de 20 cm de altura, forma touceiras com dezenas de propágulos, apresenta bom potencial de mercado e pode contribuir para o enriquecimento da dieta alimentar humana (Silveira *et al.* 2013; Madeira *et al.* 2013).

De origem não claramente definida, esta planta é encontrada em regiões de clima temperado na Europa, Ásia, América do Norte onde surge habitualmente em terrenos úmidos. No Brasil é cultivada em regiões de clima ameno, do Rio Grande do Sul a Minas Gerais e, esporadicamente, na região Centro-Oeste em altitudes acima de 1000 metros (Madeira *et al.* 2013). No país é considerada planta naturalizada, ou seja, aquela que não é nativa de um lugar ou país, mas que cresce e se desenvolve nele como se fosse autóctone (Schneider, 2007). Contudo, esta espécie raramente floresce nas condições climáticas brasileiras (Silveira *et al.*, 2013).

O sabor ácido avinagrado das folhas de azedinha tem agradado o gosto do consumidor. Essas são consumidas em saladas, sopas, sucos, molhos de salada ou para acompanhar peixes, podem ainda ser picadas e adicionadas em uma omelete ou cozidas e preparadas como espinafre (Brasil, 2013; Madeira *et al.* 2013). Por possuir alto teor de oxalato de cálcio, o seu consumo deve ser limitado por quem sofre de problemas renais (Silveira *et al.* 2013). Por outro lado, esta hortaliça é composta por antraquinonas, ácido tartárico, betacaroteno, taninos, vitamina C e usada como erva medicinal (Pedrosa *et al.* 2012) como no tratamento de irritações da pele, diarreia, além de infecções agudas e crônicas do sistema respiratório (Gescher *et al.* 2011).

Nos últimos anos as pessoas vêm tomando consciência de que uma alimentação adequada é a base para a obtenção de qualidade de vida e longevidade, tornando cada vez maior a busca por alimentos de qualidade superior, com origem confiável, e sem uso de agroquímicos. O aumento da produção de alimentos orgânicos, portanto, é resultado da demanda do consumidor por alimentos mais saudáveis, de conhecida procedência e que respeitem o ambiente.

Somado a isso, hoje em dia existe uma crescente procura por alimentos que, além de suas funções nutricionais, contribuam para a promoção da saúde e prevenção de doenças. Hortaliças e frutas por conterem carotenoides e substâncias fenólicas, além de vitaminas, minerais e outros compostos benéficos, têm sido considerados como alimentos funcionais, cujas funções vão além das nutricionais e que, por suas ações antioxidante e anti-radicaís livres, resultam em maior proteção à saúde prevenindo e retardando processos patológicos que conduzem a doenças crônicas e degenerativas (Sgarbieri & Pacheco, 1999).

No entanto, o teor desses fitoquímicos nos vegetais é amplamente influenciado por condições ambientais, adubação, fatores genéticos, além do grau de maturação e da variedade

da planta, entre outros (Ramos *et al.* 2011). Na literatura há poucos estudos que correlacionem práticas de cultivo com a produção de antioxidantes (Arbos *et al.* 2010) e, geralmente, as pesquisas têm se limitado a espécies comercialmente importantes, que foram submetidas a pressões seletivas antrópicas; portanto, nem sempre são representativas de plantas selvagens ou de outros tipos de habitats (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Também é fundamental elucidar a influência do ambiente de cultivo sobre a produtividade da cultura visto que, a nutrição da planta, que está diretamente associada ao valor nutritivo dos alimentos, é afetada pela composição do substrato, disponibilidade dos nutrientes e quantidade de adubo adicionado (Ramos *et al.* 2011). Além disso, conhecer o conteúdo de nutrientes da planta permite quantificar os nutrientes exportados pela colheita, os quais devem ser repostos para assegurar a manutenção da fertilidade do solo (Furlani *et al.* 1978; Aquino *et al.*, 2007).

Sendo assim, considerando a importância do resgate das hortaliças não convencionais e estímulo à produção orgânica destas plantas, foi proposto o presente trabalho que teve por objetivo avaliar o efeito do espaçamento e de doses de esterco curtido de gado na produtividade e na quantidade de nutrientes exportados pela azedinha, bem como, nas características físico-químicas e na produção de compostos bioativos desta planta.

ARTIGO 1- Adubação e espaçamento na produção e na quantidade de nutrientes exportados pela azedinha

Em conformidade com as normas estabelecidas pela revista Horticultura Brasileira.

RESUMO

O incentivo ao cultivo e consumo de hortaliças não convencionais enriquece a dieta da população e contribui para a segurança alimentar e nutricional. Este trabalho objetivou avaliar o efeito do espaçamento e de doses de esterco curtido de gado na produção e na quantidade de nutrientes exportados pela azedinha. O experimento foi conduzido no período de abril a julho de 2013, na Fazenda Experimental Santa Rita da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, localizada no município de Prudente de Moraes, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas constaram cinco doses de esterco curtido de gado (0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹) e nas subparcelas, dois espaçamentos (25 X 25 e 30 X 30 cm). As características avaliadas foram: altura das plantas; massa seca; número de folhas não comerciais; número de folhas comerciais; número de folhas totais; produtividade não comercial; produtividade comercial; produtividade total e porcentagem da produtividade comercial e quantidade de nutrientes exportados pela planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para doses de adubação as plantas apresentaram resposta linear crescente para as médias de altura e para produtividade comercial e total, número de folhas comerciais e totais, para dose e no menor espaçamento, não tendo sido atingido o ponto de máximo da curva. As médias do número de folhas não comerciais e totais e da produtividade não comercial, comercial e total foram maiores no menor espaçamento. Dentre os elementos estudados, com relação à exportação de nutrientes observou-se a seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S para os macros e Fe > B > Zn > Mn > Cu para os micros, sendo que depois do ferro, o sódio foi o elemento exportado em maior quantidade. Diferentes doses de esterco curtido de gado e de espaçamentos influenciaram a produtividade e a quantidade de nutrientes exportados pela azedinha.

Palavras-chave: *Rumex acetosa* L., produção orgânica, hortaliça não convencional.

ABSTRACT

The incentive to the cultivation and consumption of non-conventional vegetables enriches the diet of people and contributes to their nutrition and to the food security. The aim of this study was to evaluate the effect of plant spacing and different doses of tanned bovine manure on production and amount of nutrients exported by the common sorrel. The experiment was carried out from April to July 2013 at the Santa Rita Experimental Farm of Agricultural Research Corporation of Minas Gerais - EPAMIG, in the municipality of Prudente de Morais, Minas Gerais. The experimental design was a split-plot with randomized block, replicated four times. Each plot received a different doses of tanned bovine manure (0, 25, 50, 75 and 100 t ha⁻¹) and in the subplot, there were two plant spacing (25 X 25 and 30 X 30 cm). The characteristics evaluated were: plant height; dry matter; number of non-commercial leaves; number of commercial leaves; total number of leaves; no commercial productivity; commercial productivity; total productivity; the percentage of commercial productivity and the amount of nutrients exported by the plant. The collected data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test (5%). For doses of organic fertilizer, plants showed positive linear correlation for average height, and for commercial and total productivity, number of commercial and total leaves for doses on the smallest plant spacing. The maximum point of the curve was not reached. The mean numbers of non-commercial and total leaves and the total non-commercial, commercial and total productivity were higher in the smallest distance between plants. The export of nutrients observed the following order: K> N> Ca> Mg> P> S for macronutrients and Fe> B> Zn> Mn> Cu for micronutrients, and after iron, the element sodium was exported in larger quantities. Different doses of tanned bovine manure and the distance between plants influence the productivity and the amount of nutrients exported by the common sorrel.

Keywords: *Rumex acetosa* L., organic production, non-conventional vegetable.

INTRODUÇÃO

Hortaliças não convencionais são aquelas presentes em determinadas localidades ou regiões e que exercem grande influência na alimentação de populações tradicionais (Pedrosa *et al.* 2012). Com a globalização e as mudanças nos hábitos alimentares da população verifica-se redução no cultivo e consumo destas hortaliças, muitas vezes, com perda do patrimônio sociocultural; além de, em algumas comunidades, constituir um problema de segurança

alimentar e nutricional (Silveira *et al.*, 2013). Portanto, ações que valorizem e incentivem o consumo de hortaliças não convencionais ou tradicionais contribuem para a permanência de bons hábitos alimentares, enriquecendo e diversificando a dieta das populações. Sendo assim, o resgate do conhecimento sobre cultivo e utilização destas espécies, bem como sua valorização junto às comunidades tradicionais devem ser efetuados, pois, representam ganhos importantes do ponto de vista cultural, econômico, social e nutricional (Silveira *et al.*, 2013; Madeira *et al.*, 2013). Além disso, pesquisas sobre os aspectos agronômicos e qualidades nutricionais dessas plantas necessitam ser desenvolvidas e divulgadas de forma a incentivar sua produção e consumo.

Dentro da extensa lista de espécies intituladas hortaliças não convencionais, a azedinha, *Rumex acetosa* L., tem agradado o gosto do consumidor por seu sabor ácido avinagrado, apresenta bom potencial de mercado e pode contribuir para o enriquecimento da dieta alimentar humana. Esta herbácea perene, da família Polygonaceae, forma touceiras de cerca de 20 cm de altura e suas folhas são usadas em saladas, sopas, molhos, contudo, por possuir alto teor de oxalato de cálcio seu consumo deve ser evitado por quem sofre de problemas renais (Silveira *et al.*, 2013). Por outro lado, suas folhas são utilizadas para fins medicinais como no tratamento de irritações da pele e diarreia e, na Europa, encontram-se preparados fitoterápicos modernos contendo extratos desta espécie, legalmente registrados como medicamentos, indicados para o tratamento de infecções agudas e crônicas do sistema respiratório (Gescher *et al.* 2011).

A azedinha é bastante adaptada a solos ácidos com alta disponibilidade de alumínio, no entanto, seus mecanismos de resistência ao Al fitotóxico não estão bem esclarecidos (Tolrá *et al.*, 2005). Como não existem recomendações específicas de adubação para esta espécie e considerando sua rusticidade, Madeira *et al.* (2013), sugerem a aplicação de metade das doses indicadas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Ribeiro *et al.*, 1999) para a cultura da alface, correspondente a 25 toneladas de esterco de curral por hectare no plantio, complementada por adubos minerais.

São poucas as informações fitotécnicas para o correto cultivo e manejo da azedinha (Pedrosa *et al.*, 2012) e, aliado aos diversos fatores sócio ecológicos, a escassez de informações contribui para a redução do cultivo das hortaliças não convencionais.

Por sua vez, o valor nutritivo dos alimentos está diretamente relacionado com os nutrientes extraídos pelas plantas e, além disto, as práticas de cultivo podem influenciar a quantidade de nutrientes exportados nas colheitas, de modo que o conhecimento das influências

do ambiente de produção constitui, dentre outros, importante subsídio para uma adubação de reposição, indicando a quantidade de nutrientes que deve ser adicionada ao solo para a manutenção da sua fertilidade (Furlani *et al.*, 1978; Aquino *et al.*, 2007).

Nos últimos anos, tem-se constatado um aumento na demanda por alimentos mais saudáveis, resultado de uma maior consciência sobre sua influência na saúde e seus reflexos diretos na qualidade de vida. Somado a isso, verifica-se que os consumidores estão cada vez mais exigentes e preocupados com a questão ambiental. A busca por alimentos de melhor qualidade, de origem confiável e que sejam cultivados sem o uso de agroquímicos vem aumentando expressivamente. De acordo com a Organics Brasil, os negócios com a chancela orgânica passaram de R\$ 1,1 bilhão em 2012 para R\$ 1,5 bilhão em 2013, tendo projeção de movimento geral em 2014 de R\$ 2 bilhões, com as vendas externas contribuindo com até 30% desse valor (Organics Brasil, 2014).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do espaçamento e de diferentes doses de esterco curtido de gado na produção bem como na quantidade de macro e micronutrientes exportados pela azedinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de abril a julho de 2013, na Fazenda Experimental Santa Rita (19°27'15''S, 44°09'11''W) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, localizada no município de Prudente de Morais, região Centro-Oeste de Minas Gerais. A altitude média é de 730 metros em relação ao nível do mar, possui clima do tipo Aw (Tropical estacional de savana), inverno seco com médias anuais de 22,1 °C de temperatura e precipitação pluviométrica média anual de 1.340 mm. Durante o período de maio a julho de 2013, quando se deu o desenvolvimento das plantas em campo, a média das temperaturas máximas, médias e mínimas foram, respectivamente, 27,5°C, 19,6°C e 13,2°C com precipitação pluviométrica total de 64,50 mm.

Neste estudo avaliou-se a azedinha tipo I, segundo Silva *et al.* (2013), cuja amostra encontra-se depositada no herbário da EPAMIG com o seguinte registro: PAMG 57029. As mudas foram produzidas em 22/04/2013 a partir de matrizes cultivadas na área do banco de hortaliças não convencionais da Fazenda Experimental Santa Rita da EPAMIG, em Prudente de Morais, MG, em sacos plásticos de 20 cm x 10 cm tendo, como substrato, uma mistura de terra de barranco e esterco curtido de gado na proporção 1:1, que foram dispostas em casa de vegetação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas constaram cinco doses de esterco curtido de gado (0; 25; 50; 75 e 100 t ha⁻¹) e, nas subparcelas, dois espaçamentos (25 cm X 25 cm e 30 cm X 30 cm). As parcelas foram constituídas de canteiros de 1,20 m X 4,00 m, com 0,20 m de altura, sendo plantadas 24 plantas / subparcela, com área de 2,4 m², constituídas por quatro linhas de seis plantas, sendo consideradas as oito plantas centrais.

Das doses de esterco curtido de gado utilizadas, aplicou-se 2/3 nos canteiros cinco dias antes do plantio e 1/3 foi aplicado em cobertura, 20 dias após o transplante das mudas. O transplantio foi feito em 21/05/2013, 30 dias após o preparo das mudas.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa e apresentou na camada de 0 a 20 cm de profundidade, as seguintes características: pH (água) = 6,5; Ca²⁺ = 5,0; Mg²⁺ = 0,8; Na = 0,1; Al³⁺ = 0,0; H+Al = 2,0, SB = 6,5; t = 6,5; T = 8,5 expressos em cmol_c dm⁻³, V = 76; m = 0 expressos em %; P = 8,1 mg dm⁻³ (Mehlich 1); K = 225 mg dm⁻³, matéria orgânica = 2,7 dag kg⁻¹; B = 0,4; Cu = 1,0; Fe = 18,9; Mn = 31,6; Zn = 2,5 expressos em mg dm⁻³; Prem = 15,5 mg L⁻¹ e CE = 0,3 dS m⁻¹.

Amostras de esterco curtido de gado foram secas em estufa a 75°C e apresentaram as seguintes características químicas: pH (água) = 6,9; N = 1,72; P = 0,84; K = 1,44; Ca = 2,03; Mg = 0,52; S = 0,69, C orgânico = 10,61 e Na = 0,036 expressos em %; Fe = 29514; Cu = 43; Zn = 204; B = 8,2 e Mn = 517, expressos em ppm; C/N = 6,16; teores de umidade ao ar = 12,22 %; em estufa a 75°C = 21,52 % e densidade = 0,719 g cm⁻³.

Como tratos culturais foram realizadas capinas periódicas e não foi necessário efetuar o controle de pragas e doenças. A irrigação, por aspersão, foi feita utilizando mangueira SANTENO I – 09 / 1 Kgf/cm².

A colheita ocorreu no dia 17/07/2013, 57 dias após o transplantio das mudas. Antes do corte foram feitas as medições das alturas das plantas, determinada a partir da base do caule até o ápice da folha mais alta com uma régua graduada em mm que foi posicionada verticalmente rente ao solo, ao lado da planta.

Quatro plantas da parcela útil foram colhidas para as avaliações, fazendo-se o corte total das plantas a 3 cm do nível do solo. As folhas de cada planta foram contadas, pesadas e obteve-se a massa fresca total. As folhas comerciais (limbo foliar maior ou igual a 10 cm) foram separadas, contadas e obteve-se a massa fresca comercial. Para determinação da massa seca,

amostras de folhas comerciais foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas.

As características avaliadas foram: altura das plantas; massa seca; número de folhas não comerciais; número de folhas comerciais; número de folhas totais; produtividade não comercial; produtividade comercial; produtividade total e porcentagem da produtividade comercial.

Para a determinação dos macronutrientes (N, P, K, S, Ca e Mg) e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e ainda do elemento Na, exportados pela planta, amostras secas e processadas em moinho tipo Wiley, peneira de 20 mesh, foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar e de Solo da EPAMIG. O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965); o P, por colorimetria; o K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria com cloreto de bário (Jones Jr. *et al.*, 1991; Malavolta *et al.*, 1997).

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, segundo modelo estatístico de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas e, na presença de interação significativa, foram realizados os desdobramentos necessários. Quando houve significância para o fator dose foi feita análise de regressão considerando a melhor combinação de significância e maior coeficiente de determinação (R^2). Quando houve efeito do espaçamento foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para altura da planta não houve diferença significativa ($p>0,05$) com relação ao espaçamento, mas, houve efeito com relação à dose sendo que as plantas apresentaram maiores alturas com o incremento da dose de esterco curtido de gado (Figura 1 A). O ponto de máximo não foi atingido com as doses utilizadas podendo-se inferir que a azedinha talvez responda a maiores doses. No entanto, Pedrosa *et al.* (2012), obtiveram maiores alturas de plantas de azedinha com a dose de 50 t ha⁻¹ de esterco bovino no espaçamento de 25 cm entre plantas e com doses de 50 e 75 t ha⁻¹ no espaçamento de 30 cm entre plantas. Em alface, Silva *et al.*, (2000), observaram que o espaçamento de 20 X 20 cm foi o que proporcionou maior altura de plantas, atribuíram isto à maior competição por luz nos espaçamentos mais adensados e ressaltaram que espaçamentos maiores proporcionam menor competição entre plantas.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) da porcentagem de massa seca com os fatores doses e espaçamentos e o valor médio apresentado foi de 6,84%.

Assim como a altura, o número de folhas comerciais e totais (Figura 1C) bem como a produtividade comercial e total (Figura 1E), apresentaram resposta linear crescente com as doses avaliadas. Mais uma vez, o fato do ponto de máximo da curva não ter sido atingido sugere que a planta pode responder a doses mais elevadas de esterco curtido de gado. Apesar de a azedinha ser considerada uma planta rústica e resistente à acidez e o solo utilizado ter apresentado fraca acidez, alta saturação de bases e alta capacidade de troca catiônica, a planta mostrou resposta positiva à adubação orgânica aplicada. As hortaliças, de um modo geral, reagem bem à adubação orgânica, tanto em produtividade quanto em qualidade dos produtos obtidos (Filgueira, 2000). No entanto, esta adubação necessita ser criteriosa de forma a evitar desequilíbrios semelhantes àqueles produzidos por adubos minerais, provocados principalmente devido a doses excessivas (Paschoal, 1994). As doses a serem utilizadas dependem do tipo, das características físico-químicas do solo e do seu teor de matéria orgânica (Galvão *et al.*, 1999).

Um aumento nos teores de sais solúveis do solo pode provocar elevação da condutividade elétrica, desequilíbrio nutricional, com impacto negativo na produtividade das culturas (Araújo *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007). Corroborando com esses autores, as médias da porcentagem de produtividade comercial observadas nesta pesquisa permitem inferir que doses maiores de esterco curtido de gado poderiam provocar uma redução na produtividade da azedinha (Figura 1 B).

As médias do número de folhas não comerciais e totais (Figura 1 D) bem como das produtividades não comercial, comercial e total (Figura 1F), foram maiores no menor espaçamento (25 X 25 cm). Este espaçamento comporta uma população de 160.000 plantas por hectare, portanto, 30,5% a mais que no espaçamento de 30 X 30 cm (111.111 plantas por hectare). De acordo com Purquério *et al.* (2007), a diminuição do espaçamento entre plantas ou o aumento do número de plantas por área, quando a quantidade da adubação utilizada permite o adequado desenvolvimento das mesmas, implica num maior número de folhas, bem como numa maior produtividade.

Neste experimento a produtividade comercial máxima, alcançada com a dose de 100 t ha^{-1} foi equivalente a 42,4 t ha^{-1} , valor este superior à produtividade da azedinha, situada na faixa de 20 a 40 t ha^{-1} , conforme citado por Silveira *et al.* (2013). Nesta dose a produtividade

total foi de 62 t ha⁻¹ e, como na produtividade comercial foram consideradas apenas as folhas iguais ou acima de 10 cm, provavelmente a produtividade da azedinha seria ainda maior se fossem consideradas folhas menores e mais novas.

Os valores médios da quantidade de macro e micronutrientes exportados pela azedinha, referentes à parte aérea, encontram-se na Tabela 1. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre dose e espaçamento para N, P, K e S, sendo feito os desdobramentos dos efeitos de dose dentro de cada espaçamento. A Figura 2 (A, B, C, D) representa a análise de regressão dentro do espaçamento que teve efeito significativo (25 X 25 cm). Verificou-se um aumento na quantidade exportada de N entre as doses de 25 a 75 t ha⁻¹. As quantidades exportadas de P, K e S apresentaram comportamento linear crescente e a maior quantidade exportada desses nutrientes foi obtida na maior dose (100 t ha⁻¹) e no menor espaçamento (25 X 25 cm). Para o K verificou-se ainda, no maior espaçamento (30 X 30 cm) uma tendência linear decrescente com o aumento da dose.

O K foi o macronutriente exportado em maior quantidade pela planta, seguido pelo nitrogênio (N). De acordo com Ribeiro *et al.* (1999), teores de potássio maiores que 120 mg dm⁻³ é classificado como muito bom. Pelos resultados da análise de solo verificou-se alto teor deste elemento (225 mg dm⁻³). O teor de potássio nas folhas é consequência da disponibilidade do nutriente no solo, das condições de absorção pelas raízes e de sua translocação para a parte aérea (Ernani *et al.* 2007). Segundo esses autores, este elemento não faz parte de nenhuma fração orgânica abiótica do solo e não integra nenhum composto orgânico estável e seu teor na matéria orgânica do solo é extremamente baixo. No entanto, a presença e aporte de matéria orgânica ao solo contribui para o aumento da capacidade de troca catiônica (Raij, 2011) que, conforme consta nos resultados da análise de solo estava média ($T = 8,5 \text{ cmolc cm}^{-3}$), contribuindo, assim para o fornecimento de K às plantas.

Thomaz *et al.* (1975) encontraram quantidades extraídas de K na parte aérea de espinafre, aos 90 dias, equivalentes a 120,6 kg ha⁻¹, superiores às de N (39,7 kg ha⁻¹). De acordo com Cantarella (2007), o nitrogênio é constituinte de vários compostos e participa das principais reações bioquímicas em plantas que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades pela maioria das culturas. O potássio, embora não faça parte de nenhum composto orgânico, participa de importantes reações na planta, atua como ativador enzimático, é vital para a fotossíntese, regula o processo de abertura e fechamento dos estômatos, confere resistência às plantas ao ataque de pragas e doenças, entre outros (Dechen & Nachtigall, 2007).

O potássio foi o nutriente encontrado em maior quantidade também em cultivares de alface (Grangeiro *et al.* 2006).

Dentre os macronutrientes o S foi exportado em menor quantidade, seguido pelo P. Embora extraídos em menores quantidades, esses macronutrientes desempenham importantes funções em diversos processos que ocorrem nas plantas como no armazenamento e transferência de energia promovida pelo fósforo ou na produção de aminoácidos, proteínas e clorofila na qual participa o enxofre (Dechen & Nachtigall, 2007).

As doses de adubação não interferiram na quantidade exportada dos macronutrientes Ca e Mg, cujos maiores valores médios foram obtidos no menor espaçamento (Figura 2 E). O cálcio é constituinte da parede celular e é essencial para o crescimento de meristemas, particularmente dos ápices radiculares, e o magnésio tem papel estrutural como componente da molécula de clorofila (Dechen & Nachtigall, 2007).

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas, porém requeridos em quantidades menores que os macronutrientes (Abreu *et al.* 2007). Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre dose e espaçamento para B, Cu e Mn, sendo feitos os desdobramentos dos efeitos de dose dentro de cada espaçamento. A Figura 3 (A, B e C) representa a análise de regressão dentro do espaçamento que teve efeito significativo (30 X 30 cm). Assim como apresentado para o K, no maior espaçamento (30 X 30 cm), o aumento da dose promoveu um decréscimo na quantidade de B, Cu e Mn exportados pela parte aérea da planta. Provavelmente, houve interação entre os nutrientes visto que interações entre micro e macronutrientes afetam sua disponibilidade, dentre as quais se destacam: zinco e fósforo, zinco e nitrogênio, ferro e fósforo, cobre e fósforo, molibdênio e fósforo, molibdênio e enxofre, zinco e magnésio e boro e cálcio (Raij, 2011).

Dentre os micronutrientes analisados o boro é o único que apresenta comportamento aniônico ($H_2BO_3^-$) e, depois do cloro, é o micronutriente mais móvel no solo e sujeito a perdas por lixiviação (Raij, 2011). Sua disponibilidade no solo é muito afetada pelo pH, pela textura e pelo teor de Ca, além de ser fortemente retido pela matéria orgânica (Stevenson, 1994). A adição de matéria orgânica ao solo tende a aumentar a capacidade de adsorção de boro, mas essa disponibilidade pode modificar-se em função do pH do solo (Fontes *et al.*, 2001).

Pelos resultados das análises de solo e do esterco pode-se inferir que o esterco aplicado influenciou o pH do solo. Segundo Dechen & Nachtigall, (2006), em valores de pH mais elevados, a concentração de micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn na solução do solo diminui,

tornando-os menos disponíveis às plantas. De acordo com Kiehl, (1985), a matéria orgânica quando decomposta em condições aeróbias apresenta reações alcalinas concorrendo para elevar o pH, pelo menos temporariamente.

O Fe apresentou efeito simples de dose e, dentre os micronutrientes, foi o elemento exportado em maior quantidade. O fato de o esterco aplicado ter apresentado elevados teores de Fe, quando comparado com os do esterco bovino de leite apresentados por Kiehl (1985) equivalente a 15100 ppm, pode ter influenciado este resultado. O excesso de Fe no solo pode também induzir menor absorção de outros micronutrientes (Borket *et al.* 2001) e este elemento, na forma férrica (Fe^{3+}), é fortemente adsorvido pelos coloides do solo, formando complexos com os ácidos húmicos e coloides orgânicos (Dechen & Nachtigall, 2007).

A quantidade exportada de Fe, assim como de B, Cu e Mn, foram maiores na testemunha que não recebeu adubação orgânica. Sendo assim, provavelmente, a adição de material orgânico ao solo promoveu a complexação desses micronutrientes, influenciando na disponibilidade dos mesmos para as plantas. Alguns desses complexos são tão estáveis que a maioria das deficiências de Cu tem sido associada a solos orgânicos (Abreu *et al.* 2007). Geralmente a afinidade de complexação de cátions segue a ordem de Irving- Willians: $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ (Canellas, *et al.* 1999; Silva & Mendonça, 2007).

A quantidade de matéria orgânica, segundo Dechen & Nachtigall, (2006) exerce grande influência sobre a disponibilidade de micronutrientes. Esses autores citam que apesar de um aumento no teor de matéria orgânica geralmente resultar em um aumento no teor de micronutrientes, em algumas situações, ocorre o contrário; o que, provavelmente, indica elevada fixação de micronutrientes em solos com elevado teor de matéria orgânica. Corroborando com esses autores, Abreu *et al.* (2001) citam que o Cu e Mn podem ser complexados pela matéria orgânica, interferindo na disponibilidade desses elementos para as plantas.

Portanto, verifica-se que são vários os fatores que podem afetar a disponibilidade de micronutrientes às plantas. Destacam-se ainda a textura do solo, condições de oxido-redução, condições climáticas, teor de umidade e temperatura do solo, sendo que temperaturas baixas diminuem a taxa de mineralização da matéria orgânica reduzindo a disponibilidade de nutrientes nela contidos (Dechen & Nachtigall, 2006).

O fato da quantidade de macronutrientes exportada ter sido no menor espaçamento está coerente com a maior produtividade encontrada, visto que ambas ocorreram no mesmo espaçamento. Entretanto, para os cátions metálicos K^+ , Cu^{2+} , Mn^{2+} e para o boro, verificou-se um decréscimo na quantidade exportada com o aumento da dose; porém, no maior espaçamento (30 X 30 cm). Provavelmente, a maior distância entre as plantas propiciou alterações no ambiente radicular e, assim como o aporte de material orgânico ao solo pode ter promovido a complexação dos micronutrientes, as exsudações das raízes e os microorganismos presentes na rizosfera, provavelmente, interferiram na disponibilidade dos mesmos bem como na de potássio. De acordo com Stevenson, (1994), as raízes podem exsudar uma grande quantidade de substâncias orgânicas, geralmente resultando no aumento da disponibilidade de micronutrientes. Entretanto, segundo este autor, diferenças na suscetibilidade das plantas à deficiência de micronutrientes têm sido frequentemente atribuídas às suas habilidades em sintetizar e excretar ácidos orgânicos e outros agentes quelantes que complexam íons metálicos. O K^+ pode ser encontrado de diferentes formas na região da rizosfera, inclusive complexado na matéria orgânica (Meurer, 2007).

O espaçamento influenciou significativamente ($p < 0,05$) na quantidade dos micronutrientes Fe e Zn e do elemento Na (Figura 3 E) que, no menor espaçamento (25 X 25 cm) apresentaram os maiores valores médios totais equivalentes respectivamente a 407,06; 30,84 e 76,66 g ha⁻¹.

Considerando os valores médios obtidos dos macro e micronutrientes e do elemento sódio (Tabela 1) em função dos fatores doses de adubação e espaçamentos adotados, observou-se a seguinte ordem com relação à exportação de nutrientes: $K > N > Ca > P > Mg > S$ para os macros e para os micros: $Fe > B > Zn > Mn > Cu$. Depois do Fe o Na foi o elemento exportado em maior quantidade pela planta. Estes resultados diferiram da ordem decrescente dos macronutrientes extraídos em diferentes cultivares de alface obtida por Granjeiro *et al.* (2006) que foi: $K > N > P > Mg > Ca$.

Neste trabalho a quantidade de nutrientes exportada pela parte aérea da azedinha equivaleu à quantidade de nutrientes extraída pela parte aérea da planta; visto que, na colheita, foram retiradas todas as folhas. Como a azedinha é uma planta que rebrota e permite cortes sucessivos, é importante considerar a quantidade de nutrientes exportada pela colheita, pois, esta representa uma perda constante e crescente de elementos do sistema.

CONCLUSÕES

Para doses de adubação, as plantas apresentaram resposta linear crescente para a altura e para dose e no menor espaçamento verificou-se aumento da produtividade comercial e total e do número de folhas comerciais e totais.

O número de folhas não comerciais e totais e a produtividade não comercial, comercial e total foram maiores no menor espaçamento.

Com relação à exportação de nutrientes em azedinha observou-se a seguinte ordem: $K > N > Ca > Mg > P > S$ para os macros e $Fe > B > Zn > Mn > Cu$ para os micros, sendo que depois do ferro, o sódio foi o elemento exportado em maior quantidade.

Diferentes doses de esterco curtido de gado e de espaçamentos influenciaram a produtividade e a quantidade de nutrientes exportados pela azedinha.

Tabela 1: Exportação de macro ($kg\ ha^{-1}$) e micronutrientes e do elemento Na ($g\ ha^{-1}$) pela azedinha em função de cinco doses de esterco curtido de gado (0, 25, 50, 75 e $100\ t\ ha^{-1}$) e de dois espaçamentos (25 X 25 cm e 30 X 30 cm). Macronutrients ($kg\ ha^{-1}$), micronutrients and the element Na ($g\ ha^{-1}$) exported by common sorrel as a function of five doses of tanned bovine manure (0, 25, 50, 75 and $100\ t\ ha^{-1}$) and two spacing (25 X 25 cm and 30 X 30 cm).

Nutriente	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Médias	26,59	4,56	46,21	1,99	7,37	5,88	29,74	5,59	353,65	25,50	26,78	64,85
CV 1(%)	19,94	17,87	17,69	19,86	28,72	27,05	24,90	16,45	24,49	27,88	12,64	19,20
CV 2(%)	21,09	20,24	16,25	22,21	23,31	24,08	16,1	22,17	36,26	18,50	18,84	28,12

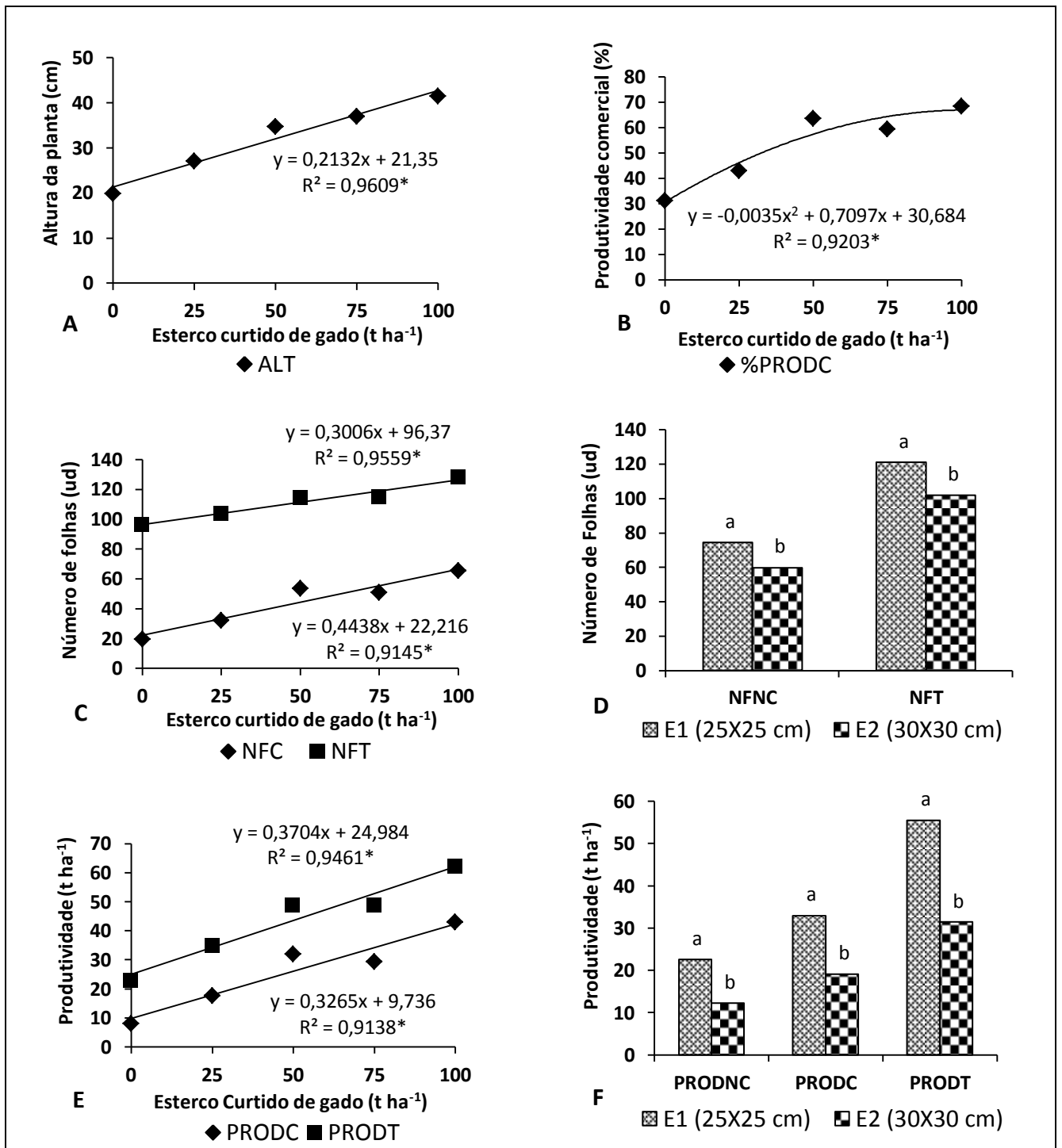


FIGURA 1: **A** - Altura média das plantas (cm) em função das doses de esterco curtido de gado (t ha⁻¹); **B** - Porcentagem da produtividade comercial (%PRODC) em função das doses de esterco curtido de gado (t ha⁻¹); **C** - Número médio de folhas (unidade) comerciais (NFC) e totais (NFT) em função das doses de esterco curtido de gado (t ha⁻¹); **D** - Número médio de folhas (unidade) não comerciais (NFNC) e totais (NFT) em função do espaçamento; **E** - Produtividade média comercial (PRODC) e total (PRODT) (t ha⁻¹) em função das doses de esterco curtido de gado (t ha⁻¹) e **F** - Produtividade média não comercial, comercial e total (t ha⁻¹) em função do espaçamento. Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A - Average height of plants (cm) as a function of dose of tanned bovine manure (t ha⁻¹); B - Percentage of commercial productivity (PRODC%) depending on the dose of tanned bovine manure (t ha⁻¹); C - Average number of leaves (unit) commercial (NFC) and total (NFT) as a function of dose of tanned bovine manure (t ha⁻¹); D - Average number of leaves (unit) non-commercial (NFNC) and total (NFT) as a function of plant spacing; E - Average productivity commercial (PRODC) and total (PRODT) (t ha⁻¹) as a function of doses of tanned bovine manure (t ha⁻¹) and F - Average productivity noncommercial, commercial and total (t ha⁻¹) as a function of plant spacing. Different letters differ significantly by Tukey test (5%).

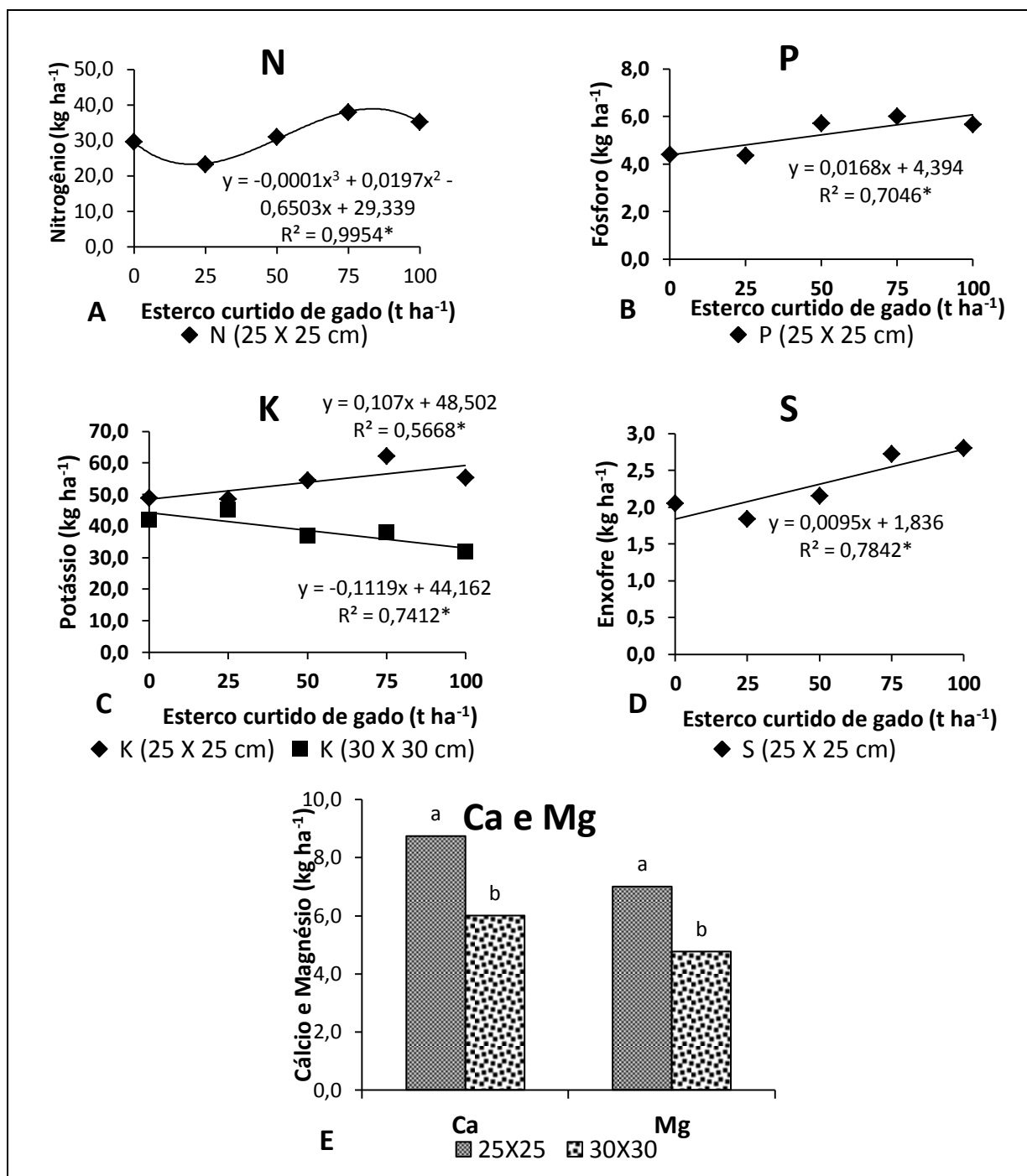


Figura 2 - (A, B, C; D): Média de macronutrientes (N, P, K, S) exportados pela planta (kg ha⁻¹) em função das doses dentro do espaçamento 25 X 25 cm e (C) do espaçamento 30 X 30 cm e (E): média de macronutrientes (Ca e Mg) exportados pela planta (kg ha⁻¹) em função dos dois espaçamentos. Letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(A; B; C; D): Means of macronutrients (N, P, K, S) exported by the plant (kg ha⁻¹) at function of doses in the plant spacing 25 X 25 cm and (C) in the plant spacing 30 X 30 cm; (E): means of macronutrients (Ca and Mg) exported by the plant at function of both plant spacing. Different letters differ significantly by the Tukey test ($p < 0,05$).

*→significativo a 5% de probabilidade; R^2 → coeficiente de determinação.

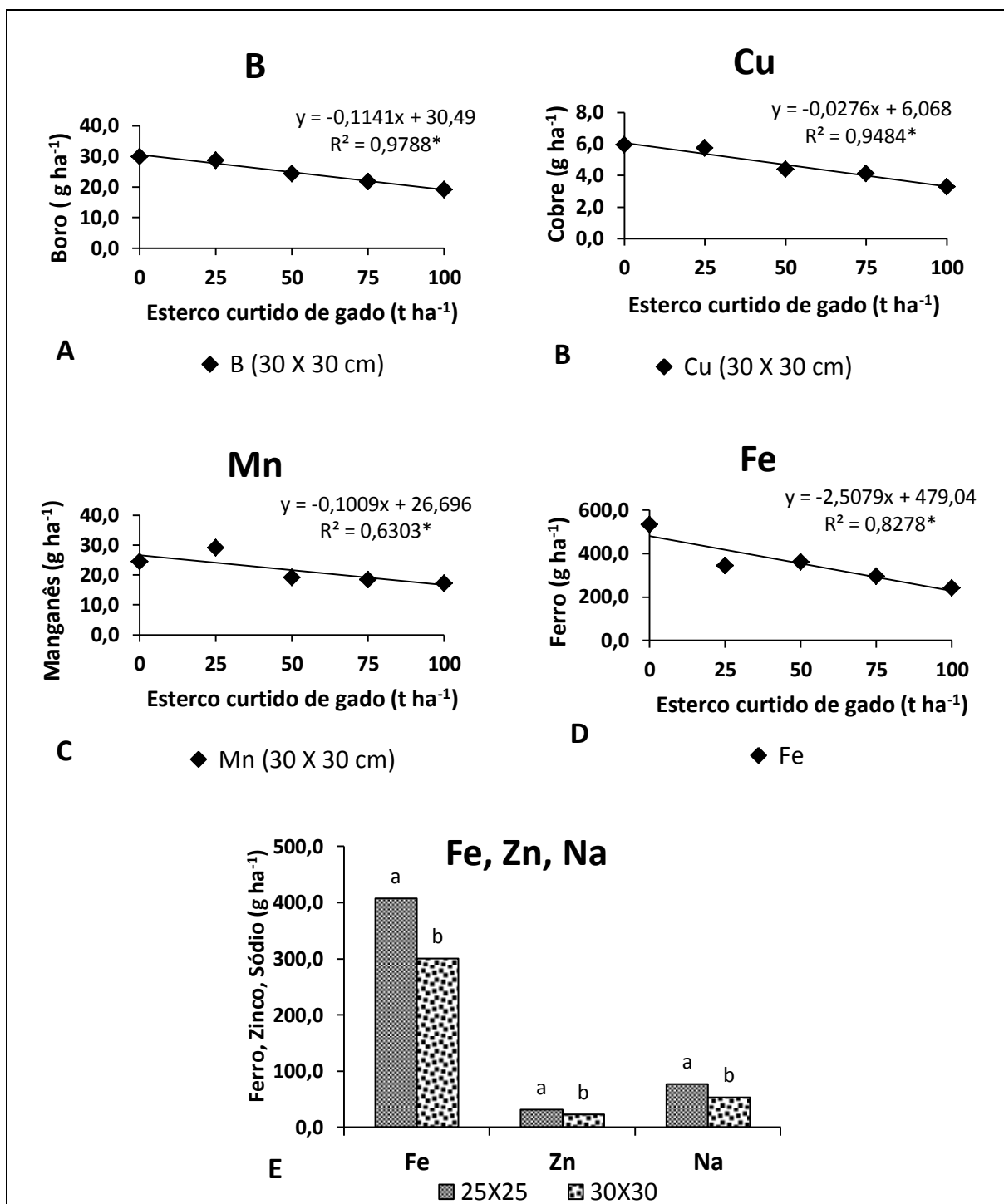


Figura 3 - (A, B, C): Média dos micronutrientes (B, Cu, Mn) exportados pela planta (g ha⁻¹) em função das doses dentro do espaçamento 30 X 30 cm; (D) média do micronutriente Fe em função da dose e (E) média dos micronutrientes Fe, Zn e do elemento Na em função do espaçamento. (Para cada variável, letras diferentes (minúsculas: espaçamento; maiúsculas: adubação) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (A, B, C): Means of micronutrients (B, Cu, Mn) (g ha⁻¹) exported by the plant at function of doses in the plant spacing 30 X 30 cm; (D): means of the micronutrient Fe- depending on the dose e (E) depending on the plant spacing (Fe, Zn and the element Na). Different letters differ significantly by the Tukey test ($p < 0,05$).

*→ significativo a 5% de probabilidade; R^2 → coeficiente de determinação.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU CA de; LOPES AS; SANTOS GCG dos. 2007. Micronutrientes. In: NOVAIS RF; V ALVAREZ VH; BARROS NF de; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 645-736.

AQUINO LA; PUIATTI M; ABAURRE MEO; CECON PR; PEREIRA PRG; PEREIRA FHF; CASTRO MRS. 2007. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. *Horticultura Brasileira* 25: 381-386.

ARAÚJO EN; OLIVEIRA AP; CAVALCANTE LF; PEREIRA WE; BRITO NM; NEVES CML; SILVA EE. 2007. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11: 466-470.

ARBOS KA; FREITAS RJS; STERTZ SC; DORNAS MF. 2010. Atividade Antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 501-506.

BORKET, CM; PAVAN, MC; BATAGLIA OC. 2001. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: Ferro e manganês. In: FERREIRA ME; CRUZ MCP; RAIJ, B van; ABREU, CA., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFOS. p.151-185.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2013. *Hortaliças não convencionais: da tradição à mesa*. Brasília: MAPA/ACS. 79p.

CANELLAS LP; SANTOS GA; SOBRINHO NMBA. 1999. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS GA & CAMARGO FAO. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis. 508p.

CANTARELLA H. 2007. Nitrogênio. In: NOVAIS RF; V ALVAREZ VH; BARROS NF de; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 375-470.

DECHEN AR & NACHTIGALL GR. 2006. Micronutrientes. In: FERNANDES MS (ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 328 – 354p.

DECHEN AR & NACHTIGALL GR. 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS RF; V ALVAREZ VH; BARROS NF de; FONTES RLF; CANTARUTTI RB;

- NEVES JCL (eds). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 91-132.
- ERNANI PR; ALMEIDA JA; SANTOS FC. 2007. Potássio. In: NOVAIS RF; ALVAREZ V VH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 551 – 594p.
- FERREIRA DF 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 1039-1042.
- FILGUEIRA FAR. 2000. *Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, 402p.
- FONTES RLF; ABREU CA; ABREU MF. 2001. Disponibilidade e avaliação de elementos aniônicos. In: FERREIRA ME; CRUZ MCP; RAIJ B van (eds). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS. p. 187-212.
- FURLANI AMC; FURLANI PR; BATAGLIA OC; HIROCE R; GALLO JR. 1978. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia* 37: 33-44.
- GALVÃO JCC; MIRANDA GV; SANTOS, IC. 1999. Adubação orgânica. *Revista Cultivar* 2: 38-41.
- GESCHER K; HENSEL A; HAFEZI W; DERKSEN, A; KUHN, J. 2011. Oligomeric proanthocyanidins from *Rumex acetosa* L. inhibit the attachment of herpes simplex virus type-1. *Antiviral Research* 89: 9 –18.
- GRANGEIRO LC; COSTA KR; MEDEIROS MA; SALVIANO AM; NEGREIROS MZ; BEZERRA NETO F; OLIVEIRA SL. 2006. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. *Horticultura Brasileira* 24: 190-194.
- JACKSON ML. 1965. *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- JONES Jr JB; WOLF B; MILLS HA. 1991. *Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing. 213p.
- KIEHL EJ. 1985. *Fertilizantes Orgânicos*. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 492p.
- MADEIRA NR; SILVA PC; BOTREL N; MENDONÇA JL de; SILVEIRA GSR; PEDROSA MW. 2013. *Manual de produção de hortaliças tradicionais*. Brasília: EMBRAPA. 156p.
- MALAVOLTA E; VITTI, GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.

MEURER EJ. 2007. Potássio. In: FERNANDES MS (ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 281-298.

ORGANICS BRASIL. 2014. <http://www.organicsbrasil.org>. Acessado em 14/04/2014.

PASCHOAL AD. 1994. *Produção Orgânica de Alimentos: Agricultura sustentável para os séculos XX e XXI*. Piracicaba: USP. 191p.

PEDROSA MW; MASCARENHAS MHT; CARVALHO ERRO; SILVA LS; SANTOS IC; CARLOS LA. 2012. Efeito de espaçamento e dose de esterco na produção de azedinha. In: Congresso Brasileiro de Horticultura. 52, Anais... Salvador. ABH.

PEDROSA MW; MASCARENHAS MHT; MAGALHÃES KS; SILVÉRIO TT; SILVA AF; SANTOS IC; SILVA S; SEDIYAMA MAN; FONSECA MCM; SILVEIRA GSR; OLIVEIRA FM; CARVALHO ERO; PUIATTI M; MADEIRA NR; BORTOLINI LOF. 2012. *Hortalças não convencionais*. Belo Horizonte: EPAMIG. 22p.

PURQUERIO Lfv; DEMANT LAR; GOTO R; VILLAS BOAS RL. 2007. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira* 25: 464-470.

RAIJ B van. 2011. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 420p.

RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ VH. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. 359p.

SANTOS JF; OLIVEIRA AP; ALVES AU; DORNELAS CSM; BRITO CH; NÓBREGA JPR. 2006. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira* 24: 103-106.

SILVA EC; CARLOS LA; ARAÚJO AP; FERRAZ LCL; PEDROSA MW; SILVA LS. 2013. Characterization of two types of azedinha in the region of Sete Lagoas, Brazil. *Horticultura Brasileira* 31: 328-331.

SILVA IR & MENDONÇA ES. 2007. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS RF; V ALVAREZ VH; BARROS NF de; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.275-374.

SILVA VF; BEZERRA NETO F; NEGREIROS MZ; PEDROSA, JF. 2000. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. *Horticultura Brasileira* 18 (3): 183-187.

- SILVA EC; CARLOS LA; ARAÚJO AP; FERRAZ LCL; PEDROSA MW; SILVA LS. 2013. Characterization of two types of azedinha in the region of Sete Lagoas, Brazil. *Horticultura Brasileira* 31: 328-331.
- SILVEIRA GSR; MADEIRA NR; BORTOLINI LOF; OLIVEIRA FM; SANTOS RLB; SOUB MCR; MASCARENHAS MHT; PEDROSA MW; MARZALL K; PUIATTI M; CARVALHO ER; HOMEM TG; ROCHA MG; CARVALHO SP; FERREIRA SM; MATRANGOLO WJR; ALBERNAZ W; MENDONCA JL. 2013. Manual de hortaliças não convencionais. Brasília: MAPA. 99p.
- STEVENSON FJ. 1994. *Humus chemistry: genesis, composition, reaction*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 496p.
- THOMAZ MC; HAAG HP; DE OLIVEIRA GD; SARRUGE JR. 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXVI – Absorção de macro e micronutrientes pelo espinafre (*Tetragonia expansa* MURR.). E.S.A. “Luiz de Queiroz”. Vol. XXXII. 233 – 252.
- TOLRÀ RP; POSCHENRIEDER C; LUPPI B; BARCELÓ J. 2005. Aluminium-induced changes in the profiles of both organic acids and phenolic substances underlie Al tolerance in *Rumex acetosa* L. *Environmental and Experimental Botany* 54: 231–238.

ARTIGO 2- Adubação orgânica e espaçamento nas características físico-químicas e compostos bioativos de Azedinha

Em conformidade com as normas estabelecidas pela revista Horticultura Brasileira.

RESUMO

O resgate das hortaliças não convencionais possibilita ganhos importantes do ponto de vista nutricional, social, cultural, econômico e ambiental. Dentre estas, a azedinha, *Rumex acetosa* L., tem agradado o consumidor por seu sabor ácido. Como são poucas as informações fitotécnicas e nutricionais sobre esta planta, objetivou-se avaliar a influência de diferentes espaçamentos (25 X 25 cm e 30 X 30 cm) e doses de esterco bovino (0; 25; 50; 75 e 100 t ha⁻¹) em suas características físico-químicas e no teor de compostos bioativos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas, sendo cinco doses de adubação orgânica nas parcelas e dois espaçamentos nas subparcelas. As plantas foram cortadas a 3 cm da superfície do solo, 57 dias após o plantio e avaliou-se a matéria seca, coloração, teor de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e os compostos bioativos: carotenoides totais, compostos fenólicos totais, vitamina C, antocianinas, além da atividade antioxidante. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância. As doses de adubação e espaçamentos não afetaram a coloração e os teores médios de sólidos solúveis totais, matéria seca, acidez titulável e compostos fenólicos totais da azedinha. Doses crescentes de adubo orgânico, até 75 kg ha⁻¹, reduziram o pH da planta, acima deste valor o pH elevou-se. As antocianinas e vitamina C não foram detectadas na azedinha nas condições avaliadas. O teor médio de carotenoides totais não foi influenciado pelo fator adubação e no menor espaçamento a planta apresentou maior teor de carotenoides totais. A atividade antioxidante [1,0 mg mL⁻¹] apesar de inferior aos padrões utilizados (BHT, Vitamina C e Quercetina) foi bastante representativa e não houve correlação entre a atividade antioxidante e os compostos bioativos analisados.

Palavras chaves: *Rumex acetosa* L., hortaliça não convencional, fitoquímicos.

ABSTRACT

The rescue of no-conventional vegetables provides significant gains in terms of social, nutrition, cultural economic and environmental perspectives. Among these plants, the

common sorrel, *Rumex acetosa* L. has pleased the consumer for their acidic taste. There are few phytotechnical and nutritional information about this plant. So, the aim of this study was evaluate the influence of two different plant spacing (25 X 25 cm and 30 X 30 cm) and five doses of tanner bovine manure (0, 25, 50, 75 and 100 t ha⁻¹) on the common sorrel physical - chemical characteristics and on its bioactive compounds content. The experimental design was a randomized block with four replications in a split plot design, with five levels of organic fertilizer to the plots and subplots in the two plant spacing. The plants were cut at 3 cm of the soil surface, 57 days after planting and the dry mass, the color of leaves, the total soluble solids, pH, titratable acidity were evaluated. The bioactive compounds like: carotenoids, phenolic compounds, vitamin C, anthocyanins and the antioxidant activity were also evaluated. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5%. Fertilizer doses and plant spacing did not affect the leaves color neither the mean of total soluble solids, dry matter, titratable acidity and total phenolic compounds of common sorrel. Increasing doses of organic fertilizer, till 75 kg ha⁻¹ reduced the pH of the plant. Above this value the pH has a light increased. Anthocyanin and vitamin C have not been detected in this plant. The average content of carotenoids was not influenced by fertilization and the higher content of carotenoids was in the smaller plant spacing. The antioxidant activity [1,0 mg mL⁻¹] although less than the standards used (BHT, Vitamin C and Quercetin) was very representative. The common sorrel can be considered like a source of phenolic compounds and carotenoids, but there was no correlation between the antioxidant activity and the bioactive compounds analyzed.

Keywords: *Rumex acetosa* L., non-convencional vegetable, phytochemicals.

INTRODUÇÃO

O resgate e valorização das hortaliças não convencionais, presentes em determinadas localidades ou regiões e que exercem grande influência na alimentação de populações tradicionais, além dos ganhos nutricionais, culturais, econômicos e sociais, contribuem para fomentar a aplicação da biodiversidade e de seu uso sustentável, em benefício da segurança alimentar e nutricional (Pedrosa *et al.* 2012; Silveira *et al.* 2013; Madeira *et al.*, 2013).

Segundo Pilla & Amoroso (2009), a preservação de espécies e variedades locais bem como o conhecimento sobre essas plantas, além de contribuir na manutenção da resiliência dos sistemas agrícolas de pequena escala, ajudam a estabilizar a produção, a minimizar os riscos, bem como, a aproveitar os microambientes disponíveis com variedades de culturas

mais adequadas. Além disso, existem espécies vegetais não utilizadas ou subutilizadas com altas qualidades nutricionais que, muitas vezes, superam as das plantas comumente cultivadas (Ladio, 2005).

Dentre as hortaliças não convencionais, a azedinha, *Rumex acetosa* L., com sua rusticidade e sabor característico, tem agradado o gosto do consumidor, apresenta bom potencial de mercado e pode contribuir para o enriquecimento da dieta alimentar humana. A azedinha pertence à família Polygonaceae e é uma herbácea perene de cerca de 20 cm de altura, que forma touceiras com dezenas de propágulos. Normalmente é encontrada em estado silvestre em regiões de clima ameno da Europa e Ásia sendo, no Brasil, cultivada do Rio Grande do Sul a Minas Gerais; contudo, raramente floresce nas condições climáticas brasileiras (Pedrosa *et al.* 2012; Silveira *et al.*, 2013; Madeira *et al.*, 2013).

A maioria dos solos brasileiros, devido aos efeitos da acidez associada às concentrações elevadas de alumínio, apresenta limitações ao estabelecimento e desenvolvimento de diversas culturas (Souza *et al.* 2007). Porém, a azedinha é uma espécie bastante adaptada a solos ácidos com alta disponibilidade de alumínio; mas, seus mecanismos de resistência ao alumínio fitotóxico não estão bem esclarecidos (Tolrá *et al.*, 2005). Segundo esses autores, esses podem estar relacionados tanto na exclusão de alumínio na raiz como na tolerância dos tecidos vegetais a altas concentrações deste elemento, pois o alumínio ligado ao citrato nas raízes e aos fenólicos na parte aérea transforma-se em forma não tóxica. Os autores ressaltam ainda que a presença de antraquinonas, que são fortes antioxidantes, pode desempenhar importante papel na defesa geral da planta, em resposta a um estresse radicular.

Nos últimos anos uma maior consciência sobre a influência dos alimentos na saúde e seus reflexos diretos na qualidade de vida, tem gerado um aumento na demanda por alimentos mais saudáveis. Verifica-se, ainda, que os agricultores têm adotado uma atitude mais consciente sobre o conteúdo de nutrientes dos seus produtos (Rodrigues-Amaya *et al.*, 2008). No entanto, segundo Miliauskas *et al.* (2003), existem poucas informações científicas sobre a composição nutricional e o conteúdo de substâncias bioativas com propriedades promotoras da saúde, especialmente com relação às plantas utilizadas em menor escala na culinária e medicina.

O poder curativo e preventivo dos alimentos tem sido enfaticamente associado à presença de antioxidantes, e, por vezes, correlacionado às concentrações das substâncias bioativas, mesmo que o efeito antioxidante no alimento, seja claramente diferenciado de seu

efeito na saúde (Rodriguez-Amaya *et al.*, 2008). De acordo com Bernardes *et al.* (2010), a ingestão de alimentos contendo compostos bioativos como carotenoides, compostos fenólicos e vitaminas constitui a principal forma de obtenção de antioxidantes pelo organismo.

Portanto, a determinação de compostos bioativos em vegetais é essencial para avaliar os alimentos-fonte destes compostos, agregar conhecimento científico sobre a composição nutricional dos alimentos e seus benefícios na prevenção de doenças, e reforçar a importância do consumo diário desses produtos (Faller & Fialho, 2009).

Entretanto, cabe ressaltar que condições ambientais, adubação, fatores genéticos, grau de maturação, variedade da planta, entre outros, influenciam amplamente o teor de fitoquímicos em vegetais (Ramos *et al.* 2011. Além disso, são escassos os estudos que correlacionem práticas de cultivo com a produção de fitoquímicos (Arbos *et al.*, 2010).

O desenvolvimento de tecnologias de cultivo orgânico de hortaliças não convencionais pode aumentar a diversidade de produtos alimentícios de qualidade, contribuir para a segurança alimentar e nutricional da população, fornecer subsídios técnicos ao produtor, favorecer a conservação ambiental, incentivar a produção e consumo dessas plantas.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar as características físico-químicas e o conteúdo de compostos bioativos em azedinha cultivada em diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Santa Rita da EPAMIG, município de Prudente de Moraes, Minas Gerais (19°27'15"S e 44°09'11"W e 732 m de altitude), no período de Abril a Julho de 2013. O clima da região é do tipo Aw segundo Köppen (Tropical Estacional de Savana), com estação seca de maio a outubro e úmida de novembro a abril. As temperaturas médias, máximas e mínimas e a precipitação pluviométrica total durante o período de maio a julho de 2013, quando ocorreu o desenvolvimento das plantas em campo, foram 19,6°C, 27,5°C, 13,2°C e 64,50 mm, respectivamente.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa e apresentou na camada de 0 a 20 cm de profundidade, as seguintes características: pH (água) = 6,5; Ca²⁺ = 5,0; Mg²⁺ = 0,8; Na = 0,1; Al³⁺ = 0,0; H+Al = 2,0, SB = 6,5; t = 6,5; T = 8,5 expressos em cmol_c dm⁻³, V = 76; m = 0 expressos em %; P = 8,1 mg dm⁻³ (Mehlich 1); K =

225 mg dm⁻³, matéria orgânica = 2,7 dag kg⁻¹; B = 0,4; Cu = 1,0; Fe = 18,9; Mn = 31,6; Zn = 2,5 expressos em mg.dm⁻³; Prem = 15,5 mg.L⁻¹ e CE = 0,3 dS m⁻¹.

Amostras de esterco curtido de gado, secas em estufa a 75°C, apresentaram as seguintes características químicas: pH (água) = 6,9; N = 1,72; P = 0,84; K = 1,44; Ca = 2,03; Mg = 0,52; S = 0,69, C-orgânico = 10,61 e Na = 0,036 expressos em %; Fe = 29514; Cu = 43; Zn = 204; B = 8,2 e Mn = 517, expressos em ppm; C/N = 6,16; teores de umidade ao ar = 12,22 %, em estufa a 75°C = 21,52 % e densidade = 0,719 g cm⁻³.

Neste estudo avaliou-se a azedinha (*Rumex acetosa* L.) Tipo I, segundo Silva *et al.*(2013), cuja exsicata encontra-se depositada no herbário da EPAMIG com o seguinte registro: PAMG 57029. Matrizes cultivadas no banco de hortaliças não convencionais, da Fazenda Experimental Santa Rita da EPAMIG – Prudente de Moraes, foram usadas para produção das mudas realizada em 22/04/2013. Foram utilizadas sacolas plásticas de 20 cm x 10 cm com substrato composto pela mistura de terra de barranco e esterco curtido de gado na proporção 1:1 e dispostas em casa de vegetação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (cinco doses de adubação orgânica nas parcelas e dois espaçamentos nas sub parcelas) com quatro repetições. Nas parcelas, constituídas por canteiros de 1,20 m X 4,00 m, com 0,20 m de altura, foram distribuídas as doses de esterco curtido de gado (0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹), sendo 2/3 da dose aplicada cinco dias antes do transplante e 1/3 aplicada em cobertura, 20 dias após o plantio das mudas. Nas subparcelas, com área de 2,4 m², foram plantadas 24 mudas, distribuídas em quatro linhas de seis plantas, nos respectivos espaçamentos: 25 cm X 25 cm e 30 cm X 30 cm. Para composição da parcela útil foram consideradas as oito plantas centrais.

As mudas foram transplantadas nos canteiros em 21/05/2013 e, como tratos culturais foram realizadas capinas periódicas e não foi necessário efetuar o controle de pragas e doenças. A irrigação, por aspersão, foi feita utilizando mangueira SANTENO I – 09 / 1 Kgf cm⁻². As plantas foram cortadas a 3 cm do nível do solo, aos 57 dias após o transplante, quando atingiram o ponto de colheita.

As folhas colhidas foram transportadas sob refrigeração para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos II da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - Campus Sete Lagoas (CSL) em Sete Lagoas, MG, onde foram preparadas e avaliadas quanto às suas características físico-químicas e conteúdo de compostos bioativos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, segundo modelo estatístico de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas e, na presença de interação significativa, foram realizados os desdobramentos necessários. Quando houve significância para o fator dose foi feita análise de regressão, considerando a melhor combinação de significância e maior coeficiente de determinação (R^2). Quando houve efeito do espaçamento foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Programa SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA

Medida da coloração

A cor instrumental foi medida em três diferentes pontos na face abaxial de folhas inteiras, com auxílio de um colorímetro Konica Minolta modelo CR 410 com padrão de iluminação D65/10, para leitura dos parâmetros L^* , a^* , b^* . A coordenada L^* representa a luminosidade, ou seja, indica o quão claro ou escuro é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); responsáveis pela cromaticidade, a coordenada a^* varia de - 80 a + 100 com os extremos correspondendo respectivamente ao verde e ao vermelho e a coordenada b^* corresponde à intensidade de azul (- 50) ao amarelo (+ 70) (Hunterlab, 1996).

Teor de sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado através da leitura direta do filtrado, obtido a partir de amostras de folhas trituradas, colocado sobre o prisma de um refratômetro digital Reichert modelo R2mini, com compensação automática de temperatura (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em °Brix.

Teor de matéria seca

A matéria seca foi obtida pela diferença entre as massas inicial e final da amostra seca em estufa de esterilização e secagem a 105°C até peso constante (AOAC, 2005).

pH

O pH foi determinado por potenciometria (AOAC, 2005), com o auxílio de um pHmetro digital, por imersão direta do eletrodo nas amostras *in natura* homogeneizadas e adicionadas de 5 mL de água deionizada.

Acidez titulável

Para determinação da acidez titulável, 2 gramas de amostra *in natura*, homogeneizada e triturada, foram diluídas com água deionizada até um volume de 100 mL e tituladas com NaOH 0,1N, usando-se fenolftaleína como indicador, conforme a metodologia descrita na AOAC (2005). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Carotenóides totais

O processo de extração dos carotenoides totais das amostras baseou-se no procedimento descrito por Rodriguez-Amaya *et al.* (1999), com modificações. Os carotenóides totais foram extraídos com acetona p.a. e quantificados por espectrofotometria a 450 nm., segundo normas do Instituto Adolfo Lutz, (1985). Os resultados foram expressos em µg de carotenóides por 100 gramas de massa fresca.

Fenóis totais

O conteúdo de compostos fenólicos totais em extratos metanólicos das plantas foi determinado pelo método Folin-Denis conforme AOAC (2005). O reagente Folin-Denis é reduzido pelos fenóis a um complexo de cor azul em solução alcalina. Para o preparo da curva de calibração alíquotas de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mL de ácido gálico foram misturadas com 0,5 mL de reagente Folin - Denis e 1,0 mL de solução saturada de carbonato de sódio. A solução foi agitada no Vortex e após 30 minutos de repouso, a absorbância foi lida em espectrofotômetro a 760 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de massa seca.

Antocianinas

As antocianinas foram avaliadas pelo método de pH diferencial, conforme descrito por Giusti & Wrolstad, (2001). A amostra após extração foi diluída nas soluções tampão até o fator de diluição igual a 100 (para se obter densidade óptica na faixa de 0,100 - 1,200, a 510 nm) e efetivadas as medidas em máximos de absorção na região visível e a 700 nm. A absorbância foi calculada a partir da equação (1):

$$A = (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH1} - (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH4,5} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde $A_{\lambda 510}$ = absorbância no comprimento de onda de 510 nm.

$A_{\lambda 700}$ = absorbância no comprimento de onda de 700 nm.

$(A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH1}$ = diferença das absorbâncias lidas na solução pH 1,0.

$(A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{\text{pH } 4,5}$ = diferença das absorvâncias lidas na solução pH 4,5.

A concentração de pigmentos monoméricos no extrato foi calculada e representada em cianidina-3-glicosídeo. A concentração de antocianinas monoméricas foi calculada utilizando a equação (2):

$$AM = \frac{A \times PM \times FD \times 10^2}{\epsilon \times L} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo AM = Antocianina Monomérica (mg 100 g⁻¹); A = diferença da Absorbância calculada pela equação (2) PM = peso molecular da cianidina-3-glicosídeo = 449,2; FD = fator de diluição; ϵ = absortividade molar = 26900; L = caminho ótico = 1 cm.

Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi avaliado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), em cromatógrafo marca SHIMADZU, equipado com detector UV-VIS, envolvendo as seguintes condições: coluna C 18 (ID 4,6 x 150 mm), loop de 20 microlitros, comprimento de onda de 254 nm, fluxo de 1 mL min⁻¹. A fase móvel foi preparada a partir de brometocetiltrimetil amônia (5 mmol L⁻¹) e fosfato monobásico de potássio (50 mmol L⁻¹) 1:1, conforme técnica descrita por Benlloch *et al.* 1993.

DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) tem sido amplamente utilizado para avaliar a capacidade de antioxidantes naturais em sequestrar radicais livres. Este método fotocolorimétrico se baseia no sequestro do radical (DPPH) pelos antioxidantes, que produz uma diminuição de absorção em 515 nm.

A atividade antioxidante do extrato metanólico foi determinada pelo método fotocolorimétrico *in vitro* do radical livre estável DPPH, utilizando como controles positivos o BHT, vitamina C e quercetina. Essa técnica consiste em adicionar 1 mL do extrato em concentrações que variam de 0,1 – 1000 µg mL⁻¹ a 1 mL de uma solução metanólica de DPPH (0,1 mM). Esta reação foi processada em 1 hora a temperatura ambiente. Imediatamente, a absorção do DPPH foi verificada em 515 nm em um espectrofotômetro FEMTO® 700S. Todos os experimentos foram realizados em triplicata. A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição de oxidação do radical e calculado pela Equação (3):

$$\%Inibição = 100 \times \left(\frac{ADPPH - AExtr}{ADPPH} \right) \quad \text{Equação (3)}$$

Onde ADPPH é a absorvância da solução de DPPH e AExtr a absorvância da amostra em solução (Roesler, *et al.*, 2007). Os resultados foram expressos em % e comparados à padrões de referência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e o que mais influencia a aceitação dos alimentos (Chitarra & Chitarra, 2005; Rodrigues-Amaya *et al.*, 2008). As doses de adubação e espaçamentos utilizados não afetaram a coloração da azedinha cujas médias dos valores foram equivalentes a: $L^* = 48,50$, $a^* = -16,91$ e $b^* = 28,43$ (Tabela 1). Verificou-se que os valores obtidos foram bem próximos aos encontrados por outros autores para a azedinha tipo I, como os observados por Silva *et al.*, (2013): $L^* = 47,12$; $a^* = -17,67$ e $b^* = 30,95$, mesmo as plantas tendo sido cultivadas em época, local e sistemas diferentes. Já Viana *et al.* (2013) obtiveram os valores $L^* = 43,13$, $a^* = -16,45$, $b^* = 25,95$ imediatamente após a coleta em estudo de armazenamento refrigerado.

O teor de sólidos solúveis totais indica a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco e, muitas vezes, é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, visto que estes podem constituir até 85 a 90 % dos sólidos solúveis, contudo, isto é variável com espécies, cultivares, estádios de maturação e condições climáticas (Chitarra & Chitarra, 2005). Os teores médios de sólidos solúveis totais, matéria seca e acidez titulável (Tabela 1) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), indicando que os fatores adubação e espaçamento, nas condições avaliadas, não interferiram nestas características da planta.

A medida de pH retrata a concentração de H^+ nas folhas e a acidez titulável expressa o conteúdo total de ácidos orgânicos presentes na amostra. A acidez é um atributo de qualidade que está relacionado com o aroma e sabor dos alimentos sendo o espinafre um exemplo de hortaliça com acidez elevada, que contem cerca de 3% de ácido oxálico (Chitarra & Chitarra, 2005). O ácido oxálico diminui a absorção do cálcio no organismo por formação de sais insolúveis como o oxalato de cálcio (Grüdtner *et al.* 1997) e, por conter alto teor de oxalato de cálcio, a azedinha deve ser consumida moderadamente por quem sofre de problemas renais (Silveira *et al.*, 2013).

Segundo Chitarra & Chitarra, (2005) a acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células e um acúmulo desses ácidos e de outros compostos podem promover mudanças no pH celular. A variável pH acusou diferença significativa ($p < 0,05$) com relação às doses de adubação. A azedinha apresentou um pH com valor médio de 3,11 (Tabela 1) mas com o aporte de esterco curtido de gado até a dose de 75 kg ha⁻¹ verificou-se um decréscimo no pH da planta quando comparada com a testemunha. Acima desta dose houve um suave aumento no pH (Figura 1). Provavelmente, a aplicação crescente de esterco curtido de gado influenciou na quantidade e qualidade dos nutrientes absorvidos pela planta que interferiram no seu pH. A tendência a um aumento no pH da planta em doses acima de 75 t ha⁻¹ pode estar relacionada com reações do solo visto que, no solo o aumento ou redução do pH, devido a aplicação de matéria orgânica, depende da predominância dos processos que consomem ou liberam H⁺ (Silva & Mendonça, 2007). Isso interfere na disponibilidade dos nutrientes às plantas como dos cátions Cu, Fe, Mn e Zn, que com a elevação do pH do solo, são convertidos em formas insolúveis (Resende, 2009).

Os compostos fenólicos totais também não foram influenciados pelos fatores adubação e espaçamento. O teor médio de fenóis totais encontrado foi equivalente a 840,03 mg.EAG 100 g⁻¹ massa seca (Tabela 1), valor este inferior ao determinado por Vieira *et al.* (2010) para ora-pro-nobis (1.693,33 mg EAG 100g⁻¹ massa seca), espécie que também integra a lista das hortaliças não convencionais e aos teores quantificados por Asolini *et al.* (2006) em erva mate (14.500 mg EAG g⁻¹ folha seca), alecrim (8.000 mg EAG 100 g⁻¹ folha seca) e tanchagem (6.500 mg EAG 100 g⁻¹ folha seca), espécies consideradas como fonte de compostos fenólicos. Cabe ressaltar que estes autores utilizaram o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. O teor médio de fenóis totais encontrados na azedinha se torna bem mais expressivo quando comparado com os valores obtidos em hortaliças por Arbos *et al.* 2010, que também utilizaram o reagente de Folin-Ciocalteu, como em rúcula orgânica (126,84 mg EAG.100 g⁻¹), alface orgânica (108,72 mg EAG.100 g⁻¹) e almeirão orgânico (92,15 mg EAG.100 g⁻¹).

Não foram detectados teores de antocianina nas folhas da azedinha. As antocianinas pertencem ao grupo mais comum dos flavonoides pigmentados, os quais são responsáveis pelas colorações: vermelha, rosa, roxa e azul observada nos vegetais (Taiz & Zeiger, 2009).

Não foi detectada a presença de vitamina C em azedinha nas amostras analisadas. O ácido ascórbico ou vitamina C está presente em diversas frutas e hortaliças como acerola, frutos cítricos, goiaba, morangos, brócolos, couve-flor, espinafre, pimenta, pimentão, repolho, dentre outros e muitos fatores pré e pós-colheita, desde a cultivar utilizada, condições climáticas, práticas de plantio, etc., influenciam sua concentração (Carvalho *et al.*, 2006).

O teor médio de carotenóides totais em azedinha foi equivalente a 5200 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ massa fresca (Tabela 1). Nachtigall *et al.* (2007), encontraram teores de carotenoides totais em hortaliças folhosas, produto fresco, equivalentes a: 7890 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (couve), 7180 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (rúcula), 4300 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (mostarda), 4150 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (acelga), 3530 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (espinafre) e as hortaliças não convencionais: serralha (5440 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$), ora-pro-nobis (4830 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$) e taioba (3170 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$) que se destacaram como fontes promissoras de luteína, superando até mesmo o espinafre.

As hortaliças verdes, folhosas ou não, possuem um perfil qualitativo definido, tendo a luteína, o β -caroteno, a violaxantina e a neoxantina como os carotenoides principais (Rodriguez-Amaya *et al.*, 2008). Esses autores consideram fontes ricas em carotenoides, alimentos que contenham carotenoides importantes para a saúde acima de 2000 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$. Neste estudo não foi feito o perfil qualitativo dos carotenoides da azedinha, mas, pelos resultados apresentados, verificou-se que a azedinha apresentou teores de carotenoides totais bastante expressivos.

O teor de carotenoides totais apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em função do espaçamento com maior teor no menor espaçamento (Figura 2 A). Porém, esperava-se que no plantio menos adensado (maior espaçamento), a maior exposição das plantas à radiação, favoreceria a maior produção de carotenoides pois, segundo Rodriguez-Amaya *et al.* (2008), a exposição à radiação solar e a temperaturas elevadas resulta em aumento da biossíntese de carotenoides. No entanto, segundo esses autores, apesar das pesquisas comprovarem que a exposição ao sol e a alta temperatura estimulam a biossíntese de carotenoides, a luz solar excessiva pode promover a sua fotodegradação, sendo este pigmento sensível não só à luz, mas também à temperatura e acidez.

Nos espaçamentos menores houve um maior adensamento das plantas, tal fato pode ter promovido a concorrência entre elas por luminosidade, água, nutrientes, etc. Sob condições desfavoráveis, o metabolismo secundário das plantas pode ter sido ativado para suprir suas demandas internas, desencadeando, assim, uma maior produção de carotenoides.

Como não se verificou diferença significativa dos carotenoides com relação às doses de adubação pode ter havido uma maior fotodegradação destes pigmentos no maior espaçamento.

Em relação à capacidade de sequestrar o radical livre DPPH dos extratos metanólicos de azedinha verificou-se que a ação antioxidante foi detectada apenas quando avaliado na maior concentração ($1,0 \text{ mg mL}^{-1}$) não tendo sido observada nas concentrações inferiores ($0,1 \text{ mg mL}^{-1}$ e $0,01 \text{ mg mL}^{-1}$) e houve diferença significativa ($p < 0,05$) com relação às doses de adubação.

O valor médio da atividade antioxidante nas doses de 25 e 50 t ha^{-1} de esterco curtido de gado, que não diferiram estatisticamente entre si, equivaleu a 73,0 % e foi o que mais se aproximou aos valores médios apresentados pelos padrões BHT, vit C e quercetina iguais a 83,85; 91,72 e 86,61%, respectivamente (Figura 2 B). A ação foi significativamente inferior às atividades antioxidantes exercidas pelos padrões adotados. Em alface, almeirão e rúcula produzidas organicamente, na concentração de $1,0 \text{ mg mL}^{-1}$, Arbos *et al.* (2010), detectaram capacidade antioxidante de 72,3; 77,2 e 77,3% respectivamente, valores estes superiores aos obtidos no cultivo convencional que, por sua vez, acusou 62,7; 66,6 e 70,1%, respectivamente. Portanto, os resultados da alface orgânica, produzida com biofertilizante à base de esterco bovino, foram os que mais se aproximaram das amostras de azedinha quando cultivadas com 25 e 50 t ha^{-1} de esterco curtido de gado.

Os antioxidantes possuem diversos modos de ação e os distintos métodos utilizados na determinação destas atividades são efetuados sobre diferentes condições (Rodrigues-Amaya *et al.*, 2008). Não houve correlação entre os carotenoides (coeficiente de correlação: -0,07366942; p valor = 0,604) nem entre os compostos fenólicos (coeficiente de correlação: 0,1661111; p valor= 0,3056) e a capacidade antioxidante da azedinha. A correlação entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante ainda é bastante controversa, sendo que em várias frutas e hortaliças é possível estabelecer boa correlação entre estas duas variáveis mas, em alguns casos, essa correlação apresenta-se baixa (Vizzotto *et al.*, 2012) . Esses autores atribuem isso à presença de vários outros fitoquímicos, como as antocianinas ou vitaminas que podem influenciar na atividade antioxidante. Como nas amostras analisadas não foram detectadas vitamina C e antocianinas, pode-se atribuir a atividade antioxidante detectada a outros compostos que não foram avaliados.

CONCLUSÕES

A azedinha pode ser considerada como vegetal fonte de compostos fenólicos e de carotenoides totais, e com valores mais expressivos de carotenoides que outros vegetais ricos nestes compostos bioativos.

Com exceção dos carotenoides e do pH, a adubação e espaçamento não interferiram nas características desta planta.

O teor de carotenoides totais na azedinha foi influenciado pelo fator espaçamento, mas não foi pela adubação.

No espaçamento de 25 X 25 cm a planta apresentou maior teor de carotenoides totais que no de 30 X 30 cm.

Doses crescentes de adubo orgânico, até 75 kg ha⁻¹, reduziram o pH da planta, acima deste valor o pH elevou-se, mas não alterou os demais parâmetros físico-químicos.

Não houve correlação entre compostos fenólicos nem entre carotenoides totais com a capacidade antioxidante da azedinha.

Tabela 1: Teores médios de L*(luminosidade), a*e b*(cromaticidade), sólidos solúveis totais SST (°Brix), matéria seca (MS, %); pH; acidez titulável (g ácido cítrico/100 g massa fresca), carotenoides totais (µg carotenoides totais/100 massa fresca), fenóis totais (mg fenóis totais/100 g massa seca), atividade antioxidante AA[1,0] (%). Means of levels of L* (lightness), a* and b* (chromaticity), total soluble solids SST (°Brix); dry matter (MS,%); pH; titratable acidity (g citric acid / 100 g fresh weight); total carotenoids (mg carotenoids / 100 fresh weight); total phenols (mg total phenolics / 100 g dry mass); antioxidant activity AA [1,0] (%).

Azedinha	L*	a*	b*	MS	pH	SST	Acidez Titulável	Carotenóides Totais	Fenóis Totais	AA (1,0)
Média	48,50	-16,91	28,43	17,30	3,11	3,54	1,22	5205,00	870,03	61,70
CV 1(%)	3,55	2,89	4,06	7,38	4,25	13,78	14,80	4,76	16,81	17,42
CV 2(%)	1,93	3,40	4,60	8,84	4,16	14,88	13,59	3,36	25,05	15,22

EAG = equivalente de ácido gálico. L*= 0 (preto) a 100 (branco); a* = - 80 (verde) a + 100 (vermelho); b*= - 50 (azul) a + 70 (amarelo).

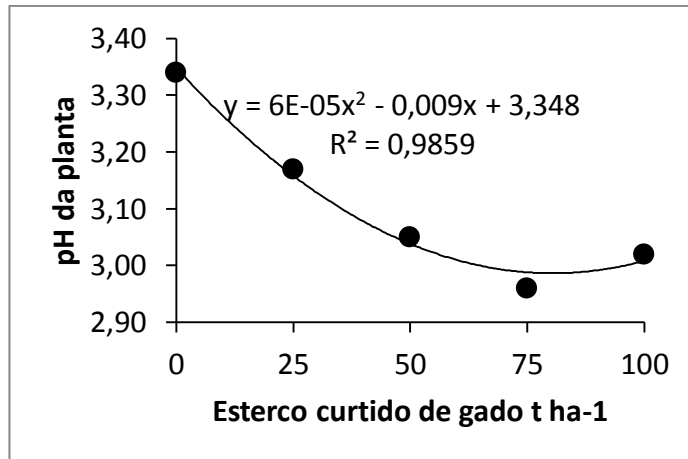


Figura 1: Variação média do pH da planta em função da dose de adubação orgânica(t ha⁻¹). Means of the pH of the plant due to the dose of organic fertilizer (t ha⁻¹).

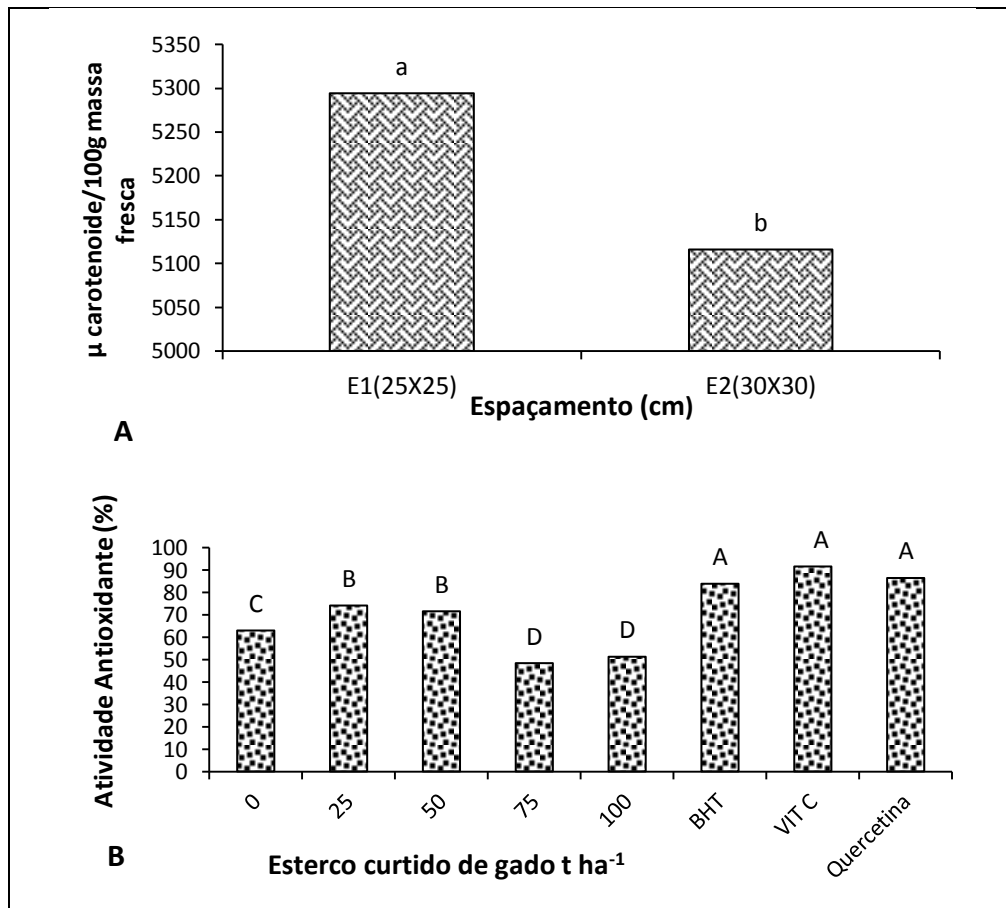


Figura 2: A - Teores médios de carotenoides totais (µg carotenoides totais/100 massa fresca) em função do espaçamento; B – Valores médios de atividade antioxidante [1,0 mg mL⁻¹] (%) em função da adubação e comparação com os padrões de controle BHT, Vit C e Quercetina. Letras iguais (minúsculas: espaçamento, maiúsculas: adubação) não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. A - Levels of total carotenoids (mg carotenoids / 100 fresh weight) as a function of plant spacing; B - Mean values of antioxidant activity [1,0 mg mL⁻¹] (%) according to the fertilization and compared with control standards BHT, Vit C and Quercetin. Same letters (lowercase: spacing, capital letters: fertilization) did not differ statistically from each other at 5% probability by Tukey test.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) - CVT – Guayi, pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. 2005. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, 17th ed. Gaithersburg, Maryland.

ARBOS KA; FREITAS RJS; STERTZ SC; DORNAS MF. 2010. Atividade Antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 501-506.

ASOLINI PM; TEDESCO AM; CARPES ST; FERRAZ C; ALENCAR SM de. 2006. Atividade antioxidante e antibacteriana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. *Brazilian Journal of Food Tecnology* 9(3): 209-215.

BENLLOCH R; FARRÉ R; FRIGOLLA A. 1993. A quantitative estimate of ascorbic and isoascorbic acid by high performace liquid chromatography: application to citric juices. *Journal of Liquid Chromatography* 16(14): 3113-3122.

BERNARDES NB; TALMA SV; SAMPAIO SH; NUNES CR; ALMEIDA JAR; OLIVEIRA DB de. 2011. Atividade Antioxidante e fenóis totais em frutas de Campos dos Goytacazes RJ. *Perspectivas on line*: 1(1). 53- 59.

CARVALHO PGB; MACHADO CMM; MORETTI CL; FONSECA, MEN. 2006. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira* 24: 397-404.

CHITARRA MIF & CHITARRA AB. 2005. *Pós colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA, 785p.

FALLER ALK & FIALHO E. 2009. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. *Revista Saúde Pública* 43(2): 211-218.

FERREIRA DF. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 1039-1042.

GIUSTI MM & WROLSTAD RE. 2001. Anthocyanins: characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, RE. (Ed.). *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley & Sons, (unit. F1.2) 1-13.

GRÜDTNER VS; WEINGRILL P; FERNANDES AL. 1997. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. *Revista Brasileira de Reumatologia* 37(3):143-151.

HUNTERLAB. 1996. Applications Note. 8:7 Disponível em <http://www.hunterlab.com> acessado em: 01/05/2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo:, IMESP, vol. 1, 533 p.

LADIO A. 2005. Malezas exóticas comestíveis y medicinales utilizadas en poblaciones del Noroeste patagónico: aspectos etnobotánicos y ecológicos. *BLACPMA* 4: 75 – 80.

RESENDE, AV.2009. Micronutrientes na agricultura brasileira, In: LAPIDO-LOUREIRO FE, MELAMED R, FIGUEIREDO NETO J (eds). *Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade*. Rio de Janeiro:CETEM/MCT.p 369-381.

MADEIRA NR; SILVA PC; BOTREL N; MENDONÇA JL de; SILVEIRA GSR; PEDROSA MW. 2013. *Manual de produção de hortaliças tradicionais*. Brasília: EMBRAPA. 156p.

MILIAUSKAS G, VENSKUTNISA PR, BEEK TAV. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts, *Food Chemistry* 85: 231–237.

NACHTIGALL AM; STRINGHETA PC; FIDELIS PC; NACHTIGALL FM. 2007. Determinação do teor de luteína em hortaliças. *B.CEPPA* 25 (2): 181-192.

PEDROSA MW; MASCARENHAS MHT; CARVALHO ERRO; SILVA LS, SANTOS IC; CARLOS LA. 2012. Efeito de espaçamentos e doses de esterco na produção de azedinha. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 52 Anais... Salvador. ABH.

PEDROSA MW; MASCARENHAS MHT; MAGALHÃES KS; SILVÉRIO TT; SILVA AF; SANTOS IC; SILVA S; SEDIYAMA MAN; FONSECA MCM; SILVEIRA GSR; OLIVEIRA FM; CARVALHO ERO; PUIATTI M; MADEIRA NR; BORTOLINI LOF. 2012. *Hortaliças não convencionais*. Belo Horizonte: EPAMIG. 22p.

PILLA MAC & AMOROSO MAM. 2009. O conhecimento sobre os recursos vegetais alimentares em bairros rurais no Vale do Paraíba, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 23: 1190-1201.

RAMOS DD; VIEIRA MC; FORMAGIO ASN CARDOSO CAL; RAMOS DD; CARNEVALI TO. 2011. Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* L. em função do espaçamento entre plantas e da adubação orgânica. *Ciência Rural*: 41(8) 1331-1336.

SOUZA DMG de; MIRANDA LN de; OLIVEIRA AS de. 2007. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS RF; ALVAREZ V VH; BARROS NF de; FONTES RLF;

- CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do Solo*. Vicosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 205 - 274.
- RODRIGUES-AMAYA DB. 1999. *A guide to carotenoids analyses in foods*. Washington: ILSI PRESS. 119p.
- RODRIGUES-AMAYA DB; KIMURA M; AMAYA-FARFAN J. 2008. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: MMA/SBF. 100p.
- ROESLER R; MALTA LG; CARRASCO LC; HOLANDA RB; SOUSA CAS; PASTORE GM. 2007. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência Tecnologia Alimentos* 27(1): 53-60.
- SILVA EC; CARLOS LA; ARAÚJO AP; FERRAZ LCL; PEDROSA MW; SILVA LS. 2013. Characterization of two types of azedinha in the region of Sete Lagoas, Brazil. *Horticultura Brasileira* 31: 328-331.
- SILVA IR & MENDONÇA ES. 2007. Matéria Orgânica do Solo. In: NOVAIS RF; ALVAREZ V VH; BARROS NF de; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). *Fertilidade do Solo*. Vicosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 275-374.
- SILVEIRA GSR; MADEIRA NR; BORTOLINI LOF; OLIVEIRA FM; SANTOS RLB; SOUB MCR; MASCARENHAS MHT; PEDROSA MW; MARZALL K; PUIATTI M; CARVALHO ER; HOMEM TG; ROCHA MG; CARVALHO SP; FERREIRA SM; MATRANGOLO WJR; ALBERNAZ W; MENDONÇA JL. 2013. Manual de hortaliças não convencionais. Brasília: MAPA. 99p .
- TAIZ L.& ZEIGER E. *Fisiologia Vegetal*. 4a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819 p.
- TOLRÀ RP; POSCHENRIEDER C; LUPPI B, BARCELÓ J. 2005. Aluminium-induced changes in the profiles of both organic acids and phenolic substances underlie Al tolerance in *Rumex acetosa* L. *Environmental and Experimental Botany* 54: 231–238.
- VIANA MMS; TORRES MP; CARLOS LA; SILVA EC. 2013. Retenção de carotenoides em azedinha minimamente processada. *Magistra* 25 (III CBPH): 2303-2307.
- VIEIRA DA; SANTOS OS; HAMINIUK CWI; PLATA-OVIEDO MSV. 2010. Avaliação da atividade antioxidante das folhas de acerola, guabiroba e ora-pro-nobis. *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos* 1(2): 129-134.

VIZZOTTO M; RASEIRA MC; PEREIRA MC; FETTER MR. 2012. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.) *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(3): 853-858.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na colheita de azedinha Madeira *et al.* 2013 sugerem que as folhas sejam retiradas à medida que elas atinjam um bom tamanho (entre 10 a 20 cm) e a colheita se prolonga até seis meses quando os canteiros devem ser renovados. Para efeito deste experimento, a colheita da azedinha foi realizada efetuando-se o corte total da planta, a 3 cm do nível do solo, e definiu-se o tamanho igual ou acima de 10 cm para as folhas comerciais. Verificou-se, que um número expressivo de folhas não comerciais foi descartado por não terem atingido, no “ponto de colheita”, o tamanho especificado. No entanto, de acordo com Rodrigues-Amaya (2005), em folhas de hortaliças, os teores de carotenoides podem variar com o seu estágio de maturação sendo que, folhas novas de espinafre, variedade Nova Zelândia, mostraram ser ligeiramente superiores aos das folhas maduras. Sendo assim, sugere-se que o tamanho da folha, estágio de maturação e a forma de colheita da azedinha sejam revistos, e que novos estudos posteriores possam auxiliar no estabelecimento de normas de produção e de comercialização desta hortaliça.

Para avaliação da melhor modalidade de colheita a ser recomendada, como a azedinha é uma planta que rebrota, cortes sucessivos poderão ser realizados e a produção comparada com a obtida em canteiros que, a cada colheita, são renovados. Neste sentido, além da qualidade do produto, aspectos econômicos e ambientais devem ser considerados.

A determinação da marcha de acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo da cultura também deve ser realizada, pois, fornece subsídios importantes para definição de um programa de adubação.

Como todas as folhosas, a azedinha possui vida útil curta e para uma melhor conservação pós-colheita maiores estudos, inclusive envolvendo a caracterização microbiológica e sensorial para a determinação de sua vida de prateleira, são bem-vindos.

Enfim, existe um campo imenso a ser investigado cujos resultados precisam ser divulgados de forma a incentivar o cultivo, estimular o consumo, diversificar e enriquecer a dieta alimentar com esta peculiar e saborosa hortaliça não convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO LA; PUIATTI M; ABAURRE MEO; CECON PR; PEREIRA PRG; PEREIRA FHF; CASTRO MRS. 2007. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. *Horticultura Brasileira* 25: 381-386.
- ARBOS KA, FREITAS, RJS, STERTZ SC, DORNAS, MF. 2010. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*: 30(2): 501 – 506.
- BRASIL. 2013. *Hortaliças não convencionais: da tradição à mesa*. Brasília: MAPA/ACS, 79p.
- CORADIN L; SIMINSKI A; REIS A. 2011. *Espécies Nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul*. Brasília: MMA, 934p.
- FURLANI AMC; FURLANI PR; BATAGLIA OC; HIROCE R; GALLO JR. 1978. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia* 37: 33-44.
- GIULIETTI AM, HARLEY RM, QUEIROZ LP de, WANDERLEY MGL, VAN DEN BERG C. 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil In: Megadiversidade - desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil: 1, 52-61.
- GESCHER K, HENSEL A, HAFEZI W, DERKSEN, A, KUHN, J. 2011. Oligomeric proanthocyanidins from *Rumex acetosa* L. inhibit the attachment of herpes simplex virus type-1 *Antiviral Research* 89: 9 –18
- GOBBO-NETO L & LOPES NP. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 30 (2): 374-381.
- KINUPP VF. 2007. *Plantas Alimentícias Não Convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS*. Porto Alegre: UFRGS. 590p. (Tese doutorado).
- LADIO, A. 2005. Malezas exóticas comestíveis e medicinais utilizadas em poblaciones del Noroeste Patagónico: aspectos etnobotánicos e ecológicos. *Boletín Latino-americano del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 4 (4):75-80.
- MADEIRA NR; SILVA PC; BOTREL N; MENDONÇA JL de; SILVEIRA GSR; PEDROSA MW. 2013. *Manual de produção de hortaliças tradicionais*. Brasília: EMBRAPA. 156p.
- MARINELLI, J. 2005. *Plant*. New York: D K Publishing Inc. 22p.
- MIRANDA EE de. 2004. O descobrimento da biodiversidade, a ecologia de índios, jesuítas e leigos no século XVI. São Paulo: Edições Loyola. 183p.

PEDROSA MW, MASCARENHAS MHT, CARVALHO ERO, SILVA LS, SANTOS IC, CARLOS LA. 2012. Efeito de espaçamento e dose de esterco na produção de azedinha. In: Congresso Brasileiro de Horticultura. 52, Anais... Salvador. ABH.

RAMOS DD; VIEIRA MC; FORMAGIO ASN CARDOSO CAL; RAMOS DD; CARNEVALI TO. 2011. Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* L. em função do espaçamento entre plantas e da adubação orgânica. *Ciência Rural*: 41(8) 1331-1336.

SGARBIERI VC & PACHECO MTB. 1999. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. *Brazilian Journal of Food Technology*: 2 (1) 7-19.

SILVEIRA GSR; MADEIRA NR; BORTOLINI LOF; OLIVEIRA FM; SANTOS RLB; SOUB MCR; MASCARENHAS MHT; PEDROSA MW; MARZALL K; PUIATTI M; CARVALHO ER; HOMEM TG; ROCHA MG; CARVALHO SP; FERREIRA SM; MATRANGOLO WJR; ALBERNAZ W; MENDONCA JL. 2013. *Manual de hortaliças não convencionais*. Brasília: MAPA. 99p.

SCHNEIDER AA. 2007. A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. *Biociências* 15 (2): 257-268