

JÚLIO CÉSAR NUNES

**PRATA E METAIS PESADOS EM PARTES VEGETATIVAS E PÉTALAS DE *Rosa*
*sp.***

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

Orientador: José Antonio Saraiva Grossi

Coorientadora: Adriana Corrêa Mendonça

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

N972p
2022

Nunes, Júlio César, 1993-
Prata e metais pesados em partes vegetativas e pétalas de
rosa sp. / Júlio César Nunes. – Viçosa, MG, 2022.
1 dissertação eletrônica (32 f.): il. (algumas color.).

Orientador: José Antonio Saraiva Grossi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2022.

Referências bibliográficas: f. 25-32.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.687>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Rosa - Fisiologia pós-colheita. 2. Rosa - Contaminação.
3. Rosa - Efeito da prata. 4. Rosa - Efeito do arsênio. I. Grossi,
José Antonio Saraiva, 1966-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 635.933734

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

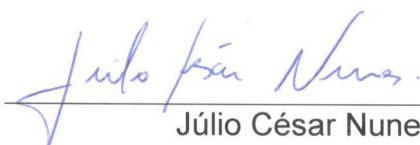
JÚLIO CÉSAR NUNES

PRATA E METAIS PESADOS EM PARTES VEGETATIVAS E PÉTALAS DE *Rosa*
sp.


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

APROVADA: 28 de setembro de 2022.

Assentimento:



Júlio César Nunes
Autor



José Antonio Saraiva Grossi
Orientador

*A minha mãe Rosana, Vó Graça, Tios e
minha companheira de vida Ananda.*

AGRADECIMENTOS

Ao buscar o conhecimento e a sabedoria sobre a vida e tudo que nela orbita, encontro uma energia criadora, revigorante e capaz de acender a esperança em dias melhores. Essa força foi e é o meu sustento diário, nela acredito todas as maravilhas que acontecem em minha vida. Minha gratidão a Deus.

À minha Rosana, razão dos meus anseios em buscar o equilíbrio e melhor qualidade de vida. Minha gratidão por todo amor e ternura.

À minha vó Graça, minha fiadora de primeira hora. Agradeço a confiança, disponibilidade, amor e carinho de sempre.

Aos meus tios que sempre foram incentivadores e acreditaram em meus projetos.

À minha mulher, meu elixir diário de energia e motivação. Sou grato pelo seu olhar atento ao meu progresso pessoal e profissional. Conhecendo assim o amor e a paz, Ananda.

À Universidade Federal de Viçosa, por ser minha casa e meu sustento. Se hoje sou um homem melhor e mais próspero, agradeço às inúmeras oportunidades concedidas por essa singular instituição.

Ao Departamento de Solos e meus colegas de trabalho pelo incentivo e apoio de todas as horas. Sempre fui incentivado e recebi grande afeto por parte dos colegas servidores docentes e técnicos administrativos.

Ao Laboratório de Isótopos Estáveis pela concessão do espaço e infraestrutura para realização das análises.

Ao meu orientador, professor José Antonio pela confiança, incentivo, orientações e pela presteza, educação, solidariedade que sempre dedicou ao nosso convívio. Minha gratidão por acreditar em mim.

A Doutora Adriana, pela valiosa e imprescindível colaboração neste trabalho. Agradeço pela disponibilidade, atenção e cuidado de sempre. Sou grato também pela nossa amizade e convívio profissional.

Ao professor José Geraldo Barbosa, pela coorientação, atenção e disponibilidade.

Ao professor Sebastião Martins pela valiosa e solícita ajuda na parte estatística.

Ao programa de pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade, agradeço de maneira especial o coordenador, Professor Carlos Eduardo Magalhães e as secretárias Lídia e Tatiani.

Aos meus colegas de pós-graduação pelo convívio e colaboração, especialmente ao Toshik e Marlon.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fapemig e CNPQ.

"Alea jact est".
(Júlio César)

RESUMO

NUNES, Júlio César, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2022.
Prata e Metais Pesados em Partes Vegetativas e Pétalas de *Rosa sp.*
Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Coorientadora: Adriana Corrêa Mendonça.

A produção de rosas demanda elevada utilização de insumos industriais e conservantes florais para manutenção da vida útil das flores. As rosas têm sido utilizadas em diversas finalidades. Além do aspecto ornamental, estas estão sendo empregadas na produção de óleos essenciais, indústria farmacêutica, cosméticos e alimentação humana. Portanto, surge a preocupação quanto a possível contaminação de rosas por prata e outros metais pesados. A presente pesquisa busca revelar a possível contaminação por prata e outros metais pesados em rosas produzidas em diferentes regiões produtoras do Brasil e avaliar se os principais conservantes comerciais disponíveis no mercado são fontes de contaminação. O primeiro experimento consistiu-se em análises de rosas oriundas das seguintes regiões produtoras: Barbacena-MG, Viçosa-MG, Holambra-SP, Andradás-SP, Serra Negra-SP e Nova Friburgo-RJ. Foram coletadas, em cada região, 3 amostras formadas por 6 hastes florais. O segundo experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial: 3 conservantes florais (STS, Flower e Ez 200) x 5 períodos de exposição (4, 8, 16, 32 e 48 horas) e 3 repetições. Em ambos experimentos, extratos ácidos foram obtidos das pétalas e partes vegetativas, sendo estes submetidos a determinação de Ag, As, Cd, Cr e Pb por meio da espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. Nos dois experimentos foram encontrados valores quantitativamente significativos para Ag e qualitativos para As nos tecidos. Destacam-se os valores de prata encontrados na parte vegetativa de rosas produzidas em Holambra-SP. Nos tratamentos com STS foram encontrados valores significativos de prata. Foram determinadas as respectivas equações de regressão, onde são estimados o acúmulo destes elementos em função do tempo de pulsing na solução conservante. Os conservantes florais Flower® e Ez 200® não apresentaram valores detectáveis de prata e arsênio em seus respectivos tratamentos.

Palavras-chave: Arsênio. Conservantes. Contaminação. Pétala. Parte vegetativa

ABSTRACT

NUNES, Júlio César, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2022. **Silver and Heavy Metals in Vegetative Parts and Petals of *Rose sp.*** Advisor: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisor: Adriana Corrêa Mendonça.

The production of roses demands high use of industrial inputs and floral preservatives to maintain the useful life of the flowers. Roses have been used for a variety of purposes. In addition to the ornamental aspect, these are being used in the production of essential oils, pharmaceutical industry, cosmetics and human food. Therefore, concern arises about possible contamination of roses by silver and other heavy metals. The present research seeks to reveal the possible contamination by silver and other heavy metals in roses produced in different producing regions of Brazil and to assess whether the main commercial preservatives available on the market are sources of contamination. The first experiment consisted of analyzes of roses from the following producing regions: Barbacena-MG, Viçosa-MG, Holambra-SP, Andradas-SP, Serra Negra-SP and Nova Friburgo-RJ. In each region, 3 samples formed by 6 floral stems were collected. The second experiment followed a completely randomized design in a factorial scheme: 3 floral preservatives (STS, Flower and Ez 200) x 5 exposure periods (4, 8, 16, 32 and 48 hours) and 3 replications. In both experiments, acid extracts were obtained from the petals and vegetative parts, which were subjected to the determination of Ag, As, Cd, Cr and Pb by means of optical emission spectrometry with inductively coupled plasma. In both experiments, quantitatively significant values were found for Ag and qualitative values for As in the tissues. The silver values found in the vegetative part of roses produced in Holambra-SP stand out. Significant silver values were found in treatments with STS. The respective regression equations were determined, where the accumulation of these elements is estimated as a function of the pulsing time in the preservative solution. The floral preservatives Flower® and Ez 200® did not present detectable values of silver and arsenic in their respective treatments.

Keywords: Arsenic. Preservatives. Contamination. Petal. Vegetative part

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Produção de rosa	11
2.2 Flores comestíveis	11
2.3 Prata e pós-colheita	12
2.4 Metais pesados e insumos agrícolas	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Prata e metais pesados em rosas oriundas das principais regiões produtoras do Brasil	14
3.2. Conservantes florais como provável fonte de contaminação por prata e metais pesados	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1. Prata e metais pesados em rosas oriundas das principais regiões produtoras do Brasil	17
4.2. Conservantes florais como provável fonte de contaminação por prata e metais pesados	20
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

A roseira é a principal cultura do segmento de flores e plantas ornamentais. Estima-se que somente o Brasil produza mais de 180 milhões de hastes/ano (MARTINS et al. 2009). Notadamente a principal cultura florícola de corte, responsável pela geração de emprego, renda e divisas para o agronegócio brasileiro (IBRAFLOR, 2018).

As rosas são utilizadas em setores diversos, além da ornamentação e decoração. A indústria de cosméticos, farmacêutica e alimentícia vem utilizando rosas e seus derivados em seus processos de produção.

Devido a intensificação da produção, profissionalização, exigências de qualidade e características típicas do material, como curta vida pós-colheita, são empregados ao longo da cadeia produtiva diferentes manejos e processos que demandam a utilização de insumos e produtos químicos. No manejo de pós-colheita de rosas utiliza-se soluções conservantes que em sua composição podem conter prata e outros metais contaminantes. Esses metais podem ser absorvidos e acumulados em partes do tecido vegetal, com possíveis repercussões negativas para a saúde humana e ambiental (IBRAFLOR, 2008; SEXTAN, 1999).

O acúmulo desses metais no interior da planta ocorre em função de fatores como solo, espécie vegetal, estágio de desenvolvimento, rendimento das culturas, clima, utilização de insumos industriais, proximidade com indústria extrativa e de transformação. Existe também a predisposição à absorção pelo fator genético. A alocação destes elementos é diferencial e pode ser concentrada em partes ou órgãos, de acordo com a espécie em estudo (ANJOS MATTIAZZO, 2001).

Esse trabalho teve como objetivos:

- 1) Avaliar a ocorrência de contaminação por prata (Ag), arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr) e chumbo (Pb) em hastes de rosas produzidas em regiões produtoras de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.
- 2) Verificar se os conservantes florais STS, Flower® e EZ200® são fontes de metais pesados residuais nas hastes de rosas.
- 3) Identificar em qual parte da planta ocorre maior acúmulo dos metais contaminantes em estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Produção de Rosa*

As rosas são cultivadas há centenas de anos pelo homem, existindo mais de 30 mil cultivares oriundas de cruzamentos e processos de melhoramento genético. A rosa pertence à família *Rosaceae*, gênero *Rosa* (BARBOSA et al, 2005). A roseira é um arbusto de crescimento ereto, possui o caule lenhoso e com presença de acúleos. Suas folhas são pinadas, caducas, com cinco a sete folíolos ovalados. As hastes destinadas à comercialização são oriundas de ramos basais, onde as flores compostas por cinco sépalas com lóbulos laterais desenvolvem-se nos ápices destes. O fruto da roseira é do tipo carnoso (BAÑON ARIAS et al, 1993). A temperatura ideal para o cultivo está entre 23 a 25 °C durante o dia e 15 a 18 °C a noite (BARBOSA, 2003).

No Brasil, a roseira é a principal cultura do setor de plantas ornamentais, com produção estimada em mais de 180 milhões de hastes/ano (MARTINS et al. 2009). A rosa é a flor mais comercializada e conhecida no mundo, sendo utilizada pelo segmento de decoração, ornamentação, indústria farmacêutica, cosméticos e alimentício.

As rosas possuem vida efêmera depois de cortadas, entrando em processo de senescência e perda da qualidade. Em função de diversos processos catabólicos, esgotamento de reservas energéticas, obstrução de vasos condutores e desagregação de tecidos (FINGER et al. 2003). Dessa forma são necessárias medidas de conservação e a utilização de conservantes florais com vistas a prolongar a durabilidade da pós-colheita das hastes. Esses conservantes florais podem desempenhar uma ou mais funções: nutrição, hidratação, inibição de desenvolvimento de microrganismos e ou controle hormonal. Quanto ao controle hormonal, a inibição da síntese de etileno é a principal via de ação, notadamente pelo uso de produtos à base de prata (BRACKMANN et al., 2000).

2.2. *Flores comestíveis*

A floricultura pertence ao campo da horticultura e compreende a produção de flores e ou partes de plantas para diferentes fins, desde flores de corte até grandes espécies arbórea utilizadas no paisagismo (CASTRO, 1998). O mercado de flores e plantas ornamentais é reconhecido pelo constante lançamento e introdução de tecnologias e novidades. Técnicas de cultivo, manejo, variedades e novas formas

utilização de produtos ganham destaque ao longo do tempo. Os resultados positivos vão do aspecto financeiro, passam pela profissionalização e modernização da própria horticultura, além da mudança de hábitos e cultura de consumo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

Além das propriedades sensoriais e da beleza visual, as flores despertam interesses nutricionais e medicinais. O uso de flores na gastronomia e alimentação não é algo necessariamente novo e existem relatos de sua utilização em várias culturas como a Romana, Grega, Chinesa e civilizações primitivas do Oriente médio e Ásia. As atribuições farmacológicas e medicinais foram o principal motivo de interesse por muito tempo (KAISOON et al., 2012; ROP, 2011).

Muitas flores já são amplamente consumidas e aceitas pelo paladar brasileiro como a couve-flor, brócolis e alcachofra. Algumas menos utilizadas popularmente, mas que vem ganhando espaço nos pratos e preparados são rosas, crisântemos, tulipa, nastúrcio, alfazema, lavanda, begônia, calêndula, amor-perfeito, cravina, verbena-limão, dália, hibisco, violeta, dente de leão e, com muito sucesso e aplicação: a capuchinha (SANTOS et al., 2012). Em países com maior nível de desenvolvimento econômico e renda, o consumo de flores e plantas ornamentais na alimentação é uma prática comum, com destaque para a gastronomia francesa e suíça. No Brasil, a utilização ainda é vista como exótica, apesar da popularização crescente. Os supermercados, empórios e lojas especializadas em produtos culinários estão comercializando flores comestíveis, as quais são usadas em saladas, sopas, pizzas, canapés, chás e geleias, tanto em pratos doces quanto salgados (FRANZENET, 2016).

2.3. *Prata e pós-colheita*

As flores e plantas ornamentais são produtos altamente perecíveis, e por terem efeitos primeiramente visuais, a manutenção das características de vigor, turgência, cor, textura, aromas, ausência de danos e injúrias são essenciais. O aumento da quantidade consumida, atrelado as distâncias entre consumidores e produtores exige a utilização de estratégias de conservação e armazenagem. A perda da qualidade dos produtos florícolas baseia-se na exaustão das reservas nutricionais, produção de etileno e ocorrências de fungos e bactérias. Os conservantes disponíveis no mercado e que podem ser utilizados durante toda cadeia de consumo, combinam o fornecimento de energia, controle de atividade de microrganismo, inibidores da ação do etileno e reguladores de pH (ROGERS, 1973;

HARDENBURG et al.,1986). Nowak e Rudnicki (1990) apontam os íons de prata como agente antimicrobiano dentro dos tecidos vegetais, e não somente na solução de imersão de hastes. Castro (1984) aponta os seguintes conservantes: íons de prata, cobalto, potássio e alumínio, cálcio e reguladores vegetais como auxinas, giberelinas e citocininas.

A prata desempenha a função de inibir competitivamente da ação do etileno, reduzindo sua ligação com o seu receptor. O uso de produtos à base de prata aumenta significativamente a longevidade de flores cortadas. O íon é relativamente imóvel nas hastes, desde que não esteja na forma complexada como o tiosulfato (COOK; STANDEN, 1987; NICHOLS et al., 1982; REID et al., 1980). Em cravos o uso do tiosulfato de prata (STS) na solução conservante aumentou significativa a vida pós-colheita, enquanto o nitrato de prata não apresentou resultados satisfatórios (MOR et al., 1981). Diferentemente do uso em antúrios, onde os resultados utilizando nitrato de prata foram melhores quando comparados com o tiosulfato (PAULL; GOO, 1982).

Independente da formulação utilizada e a espécie em estudo, o íon prata está presente nos principais conservantes florais. O manejo de pós-colheita de rosas apresenta eficiência quando íons de prata são utilizados, seja por meio do uso de STS ou formulações comerciais que levam o elemento. Essa técnica é amplamente utilizada nos locais de produção, distribuição e comercialização no mundo todo. As rosas exportadas pela Colômbia são 100% tratadas com produtos que levam prata em sua formulação (SAXTAN, 1999). Contudo, a prata é um metal pesado e seu uso pode causar poluição ambiental, motivo pelo qual a Europa banuiu sua utilização no processo de conservação de pós-colheita (FLORABRASILIS, 2008).

No ser humano a prata depois de ingerida pode ser distribuída para todos os órgãos, sendo o fígado e o trato intestinal o principal destino desse metal. A excreção ocorre por meio da urina e bile. Os principais sintomas da toxicidade por prata são a perda de peso e alterações nas enzimas hepáticas (GAILLET; ROUANET, 2015). Entretanto, a prata não é considerada carcinogênica para o homem (USEPA, 2011).

Siqueira (2013) e Marchiore (2015) em estudos com cenoura e salsichas embaladas com plástico filme tratado com íons de prata encontraram valores do elemento nesses alimentos. Inclusive em nível de toxicidade para o ser humano. Pesquisas estão sendo desenvolvidas com a utilização de prata e nanopartículas do

metal na cobertura de alimentos e ou como componentes de filmes destinados ao controle microrganismos deterioradores (HAMMES, 2020).

2.4. *Metais pesados e insumos agrícolas*

Os metais pesados são definidos como elementos de densidade relativa maior que 5 g cm^{-3} ou número atômico maior que 20. Muitos desses elementos são essenciais a vida humana e vegetal como Fe, Cu, Zn e Mn (CARNEIRO et. al., 2001). No entanto podem contaminar o solo, recursos hídricos e alimentos. A contaminação de solos cultiváveis pode ter diferentes origens como a disposição de resíduos urbanos, industriais, deposição atmosféricas e também pelo uso intensivo do solo por meio da utilização de fertilizantes, pesticidas e corretivos (ALLOWAY,1995). O risco de dano ambiental aumenta quando estes elementos são absorvidos pelas plantas ou quando são lixiviados (STIGLIANI, 1988). Abreu et al. (2002) elenca os principais metais pesados contaminantes presentes no solo e insumos utilizados na agricultura, sendo Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn e Zn. Devido a toxicidade e potenciais danos à agricultura e à saúde humana destacam-se o arsênio (As), o cádmio (Cd), o mercúrio (Hg) e o chumbo (Pb) (GABOS, 2008).

A concentração destes metais na planta depende de fatores como solo, espécie vegetal, estágio de desenvolvimento, rendimento das culturas e clima. Contudo a predisposição à absorção, fator marcadamente genético, salta em termos de relevância. Cumpre destacar que a alocação destes elementos é diferencial e pode ser concentrada em partes ou órgãos, segundo a espécie em estudo (ANJOS MATTIAZZO, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados. O primeiro experimento consistiu na análise de amostras de rosas oriundas de importantes regiões produtoras. O segundo experimento buscou avaliar a possível fonte de contaminação por prata e metais pesados, a partir da utilização de 3 conservantes florais (STS, Flower® e EZ200®) em função do tempo de pulsing das hastes de rosa.

3.1. Prata e metais pesados em rosas oriundas das principais regiões produtoras do Brasil

O primeiro experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Foram coletadas de forma aleatória, dentro de um mesmo lote de produção, 3 amostras, cada uma formada por 6 hastes de rosa, nas seguintes regiões produtoras: Barbacena-MG, Viçosa-MG, Holambra-SP, Andradadas-SP, Serra Negra-SP e Nova Friburgo-RJ.

O material vegetal foi identificado, conduzido para o laboratório e lavado três vezes com água deionizada com vista a retirada superficial de sujidades e resíduos de algum possível produto químico. A parte vegetativa (caule e folhas) foi separada das pétalas e ambas acondicionadas em embalagem de papel. Em seguida procedeu-se a secagem até massa constante em estufa de aquecimento com circulação de ar forçado a 65 °C.

Cada amostra de parte vegetativa e pétalas foi moída em moinho de facas do tipo Willey. A digestão do material foi por via seca (calcinação), em que foram pesados 0,5 g das amostras em cadinho de porcelana e levados à mufla até 500 °C por 3 horas em dois estágios de aquecimento: 1 hora com aumento gradativo de 50 °C até 300 °C e 2 horas em 500 °C (EMBRAPA, 2009).

Os extratos foram preparados por meio da suspensão do material calcinado em 25 ml de ácido nítrico 1 mol L⁻¹, e passagem por filtros de papel de filtração lenta, faixa azul. Os volumes foram completados, com solução de HNO₃ 1 mol L⁻¹, para 25 ml em balões volumétricos aferidos (EMBRAPA, 2009). O ácido utilizado para o preparo da solução de ácido nítrico foi da fabricante Merck e toda água utilizada durante o preparo das soluções conservantes e extratora foi padrão de qualidade ultra pura. A vidraria utilizada em todas as etapas do experimento e frascos das unidades experimentais foram deixados de molho por 12 horas em solução 10% v/v de ácido nítrico e posteriormente lavadas 3 vezes com água deionizada.

Os extratos foram submetidos a determinação de Ag, As, Cd, Cr e Pb por meio da espectrometria de emissão ótica com plasma induzido acoplado ICP-OES. Os resultados foram tratados, tabelados e submetidos a verificação dos pressupostos análise de variância e análise de variância. Posteriormente as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

3.2. Conservantes florais como provável fonte de contaminação por prata e metais pesados

O segundo experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial: 3 conservantes florais (STS, Flower® e Ez 200®) x 5 períodos de exposição (4, 8, 16, 32 e 48 horas) e 3 repetições. Foi estabelecido um único tratamento controle, com 3 repetições, que consistiu em uma unidade experimental com água ultra pura.

Para montagem do experimento foram adquiridas em produção comercial, na cidade de Barbacena – MG, Rosas da variedade Candy Avalanche, padrão média, colhidas na manhã do dia de instalação do experimento. Todas as hastes possuíam o mesmo padrão de qualidade com 40 cm de comprimento. Imediatamente após a colheita, a base das hastes de rosa foi imersa em água limpa e transportadas para campus Viçosa da Universidade Federal de Viçosa. O tempo de transporte foi de 3 horas em temperatura ambiente. No laboratório as hastes foram lavadas 3 vezes com água deionizada com vistas a retirada de sujidades superficiais e restos de produtos químicos. Em seguida procedeu-se a montagem das unidades experimentais. Cada unidade experimental foi formada por 3 hastes com a base imersa em 500 ml da solução conservante em frascos de boca estreita com capacidade de 1000 ml. As hastes foram cortadas a 2 cm da base imediatamente antes de serem imersas na solução conservante.

As soluções conservantes utilizadas foram: P1 – STS 2 mmol L⁻¹ (NOWAK E RUDNICKI, 1990), P2 – Flower® 25 ml L⁻¹ (Recomendação do fabricante) e P3 – Ez 200® 1,5 g L⁻¹ (Recomendação do fabricante). E avaliados 5 tempos de pulsing: T1 – 2 h, T2 – 8h, T3 – 16h, T4 – 32h e T5 – 48 h. Ao final de cada tempo de avaliação, o consumo da solução evapotranspirada foi mensurada por meio de pesagem, em que a evapotranspiração foi estimada pela equação: $EV = MUE_t_i - MUE_t_f$, sendo:

EV = evapotranspiração em gramas.

MUE_t_i = massa da unidade experimental (completa) em gramas no tempo inicial.

MUE_t_f = massa da unidade experimental (completa) em gramas no tempo final.

O experimento foi conduzido em ambiente com temperatura de 21 °C e umidade relativa de 71%. O local de condução do experimento ficou iluminado por meio de lâmpadas de led durante todo o experimento.

A parte vegetativa (caule e folhas) foi separada das pétalas e ambas acondicionadas em embalagem de papel. Em seguida procedeu-se a secagem até massa constante em estufa de aquecimento com circulação de ar forçado a 65 °C.

Cada amostra de parte vegetativa e pétalas foi moída em moinho de facas do tipo Willey. A digestão do material foi por via seca (calcinação), em que foram pesados 0,5 g das amostras em cadinho de porcelana e levados à mufla até 500 °C por 3 horas em dois estágios de aquecimento: 1 hora com aumento gradativo de 50 °C até 300 °C e 2 horas em 500 °C (EMBRAPA, 2009).

Os extratos foram preparados por meio da suspensão do material calcinado em 25 ml de ácido nítrico 1 mol L⁻¹, e passagem por filtros de papel de filtração lenta, faixa azul. Os volumes foram completados, com solução de HNO₃ 1 mol L⁻¹, para 25 ml em balões volumétricos aferidos (EMBRAPA, 2009). O ácido utilizado para o preparo da solução de ácido nítrico foi da fabricante Merck e toda água utilizada durante o preparo das soluções conservantes e extratora foi padrão de qualidade ultra pura. A vidraria utilizada em todas as etapas do experimento e frascos das unidades experimentais foram deixados de molho por 12 horas em solução 10% v/v de ácido nítrico e posteriormente lavadas 3 vezes com água deionizada.

Os extratos foram submetidos a determinação de Ag, As, Cd, Cr e Pb por meio da espectrometria de emissão ótica com plasma induzido acoplado ICP-OES.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Prata e metais pesados em rosas oriundas das principais regiões produtoras do Brasil

Foram encontrados valores de prata na matéria seca da parte vegetativa de hastes oriundas de todas as regiões produtoras analisadas. Destacam-se os encontrados em rosas produzidas em Holambra – SP, Barbacena 1 – MG e Serra Negra - SP, conforme a tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Concentração de Ag (mg/kg) na matéria seca da parte vegetativa (caule e folhas) de hastes de rosa provenientes de diferentes regiões produtoras.

Regiões Produtoras	
Local de produção	Ag mg/kg
Holambra - SP	0,2167 a
Barbacena 1 - MG	0,2117 a

Serra Negra - SP	0,1183 ab
Andradas - MG	0,0950 b
Barbacena 2 - MG	0,0830 b
Viçosa - MG	0,0523 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. CV = 45,18%

A prata tem sido utilizada na conservação pós-colheita de plantas ornamentais visando a inibição da ação de etileno e como agente biocida. A utilização pode ser por meio do uso de nitrato de prata, tiosulfato de prata ou combinação de produtos e princípios ativos com outras funções como hidratação, fornecimento de energia e reguladores de pH (NOWAK E RUDNICKI, 1990).

Veen e Van de Geijn (1978) chamam a atenção para baixa mobilidade do íon prata, sendo este imóvel no xilema, enquanto sua forma complexada com o tiosulfato possui a mobilidade e velocidade de transporte semelhante ao fosfato. Na forma complexada, o elemento Ag^+ alcançou as pétalas de rosa. (UDA, 1995).

Contudo, Ohkawa (1999) em estudo comparativo entre nitrato de prata ($AgNO_3$) e o tiosulfato de prata (STS), verificou que o acúmulo de Ag^+ ocorre com maior intensidade na parte vegetativa, o mesmo verificado na presente dissertação. Son (2003) verificando a mobilidade de STS em Rosa Sandra, encontrou valores significativos do íon prata nas pétalas, contudo em quantidades bem inferiores quando comparado com a parte vegetativa.

Os órgãos ambientais de cada estado estabeleceram Valores de Referência de Qualidade (VRQ's) para o solo e água. Em São Paulo para o solo, a Cetesb aponta o limite de 0,25 mg/kg de Ag, Minas Gerais o Copam determina 0,45 mg/kg de Ag e a nível nacional, por meio da portaria 420/2009, o Conama estabelece o limite de 2 mg/kg de Ag. Concentrações de prata no solo acima desses valores exigem atenção quanto ao uso agrícola, sendo necessário ações de descontaminação. Em relação a água, valores de concentrações acima 50 ug/l de prata são considerados críticos (CETESB, 2014; COPAM, 2010; CONAMA, 2009). A Organização Mundial da Saúde estabelece até 100 ug/l de Ag, como limite máximo tolerado para o consumo humano, mesmo valor adotado pelo órgão americano US Environmental Protection Agency (USEPA) (WHO, 2003; USEPA, 2006).

Os valores encontrados nos tecidos analisados não ultrapassam os limites de VRQ's para o solo e água. Entretanto, considerando a elevada produção de rosas e o possível descarte e acúmulo ao longo do tempo destes materiais sem o devido

cuidado, surge a preocupação ambiental. Neste experimento a massa seca de pétalas foi de 165,46 gramas e 321,06 gramas referente a parte vegetativa. A prata pode impactar o meio ambiente por meio de efeito tóxico diretamente sobre a biota, alterações da biodisponibilidade de agentes tóxicos e de nutriente ou por efeitos indiretos causados pela conjugação com compostos orgânicos naturais (SIMONET, 2009). A persistência no ambiente e a capacidade de transporte através da membrana celular levam a bioacúmulo, outro fator que reforça a necessidade de estudar melhor o assunto (NOGUEIRA, 2013).

Não existe no Brasil uma legislação específica que trata sobre limites críticos ou valores de referência de qualidade de prata em produtos hortícolas ou alimentos (BECARO, 2014).

Conforme já discutido, é crescente a utilização de rosas na indústria de alimentos, cosméticos e farmácia. Dessa forma, atrelado a evidência da ocorrência de prata em outros produtos hortícolas, o estudo da presença ou concentração de prata e outros metais pesados nesses produtos é de suma importância. Uma vez que é pela ingestão de comidas e bebidas contaminadas que a prata entra no organismo humano (ECHEGOYEN; NERÍN, 2013).

É fundamental chamar a atenção que o material analisado foi adquirido como produto destinado exclusivamente a ornamentação, sendo os produtores especializados no cultivo de plantas e espécies ornamentais. Cumpre mencionar também, que em algumas embalagens comerciais existia avisos quanto a correta destinação do produto, no caso, decoração. A presente dissertação buscou apenas revelar a existência ou não de prata e outros metais pesados em Rosas que podem ser facilmente adquiridas no mercado de flores. Os resultados apresentados revelam que a utilização de rosas em preparos destinados a ingestão merece atenção quanto as técnicas de cultivo, insumos, solo de cultivo e manejo da pós-colheita.

O arsênio (As) foi outro elemento encontrado no material analisado. Entretanto, sua detecção foi de maneira qualitativa, o equipamento de análise demonstrou a presença do elemento nas amostras analisadas. A determinação quantitativa exigiria procedimentos específicos como calibração da temperatura de digestão das amostras e uso de gerador de hidretos acoplado ao ICP – OES.

Nas amostras oriundas de Viçosa – MG e Andradas – MG foram detectados traços de arsênio nas pétalas. O As não foi encontrado na parte vegetativa das hastes de rosa de nenhuma amostra analisada. Santos (2013) em trabalho com 5

variedades de rosas produzidas no sudoeste da Bahia encontrou em média 0,02 mg/kg de arsênio nas pétalas. Estudos realizados na cultura do arroz, cultivado em Bangladesh revelaram acúmulo de arsênio na cultura, sendo este responsável pela ingestão de 0,20 a 0,35 mg/dia de arsênio entre os habitantes (RAHMAN et al., 2009). A partir das evidências qualitativa da presença de arsênio nas pétalas, torna-se fundamental a pesquisa focalizada para o elemento em produtos florícolas. Não existe na legislação brasileira e internacional limites máximos ou toleráveis de elementos tóxicos para flores comestíveis. No Brasil, a Anvisa publicou a resolução RDC 42/2013 que regulamenta os limites de produtos inorgânicos e contaminantes em alimentos, sendo tolerável 0,1 a 0,3 mg/kg de arsênio em hortaliças. No mundo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece a concentração máxima de arsênio na dieta humana de 0,3 a 0,8 mg/kg, enquanto a Anvisa prega valores entre 0,1 a 0,8 mg/kg (WHO, 2003). Os EUA, por meio da sua agência ambiental, classificam o arsênio como elemento prioritário em avaliações sobre periculosidade de substâncias e registro de doenças, devido a persistência e não degradabilidade do elemento na natureza (ATSDR, 2015).

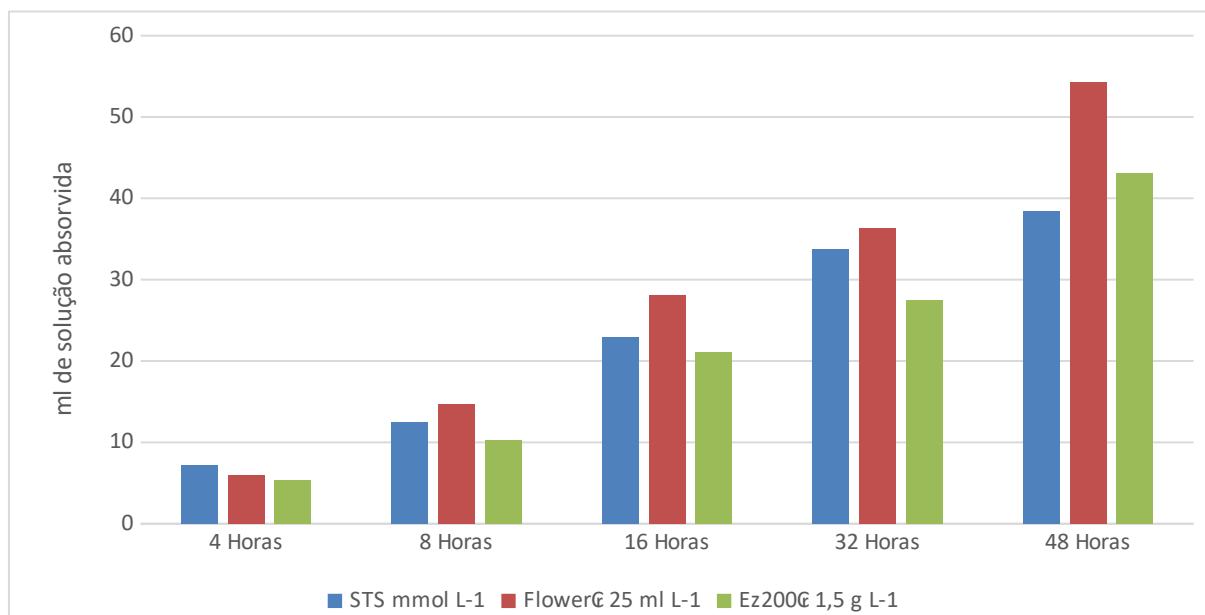
Quanto as evidências qualitativas de arsênio encontradas nas pétalas de rosas oriundas de Viçosa – MG e Andradas - MG não é possível afirmar a origem da contaminação. Do mesmo modo, outras culturas estabelecidas sob as mesmas características de cultivo podem apresentar também presença do elemento. O arsênio apresenta-se no solo através do intemperismo das rochas, por meio da biodisponibilização advinda da atividade biológica de microrganismos, emissões vulcânicas ou pela atividade antrópica (ALONSO et al., 2014).

Outra fonte especialmente relevante quanto a disponibilização de arsênio no ecossistema é a mineração, sobretudo a extração do ouro (Au). As rochas com veios de ouro apresentam o arsênio em sua composição, estudos apontam a proporção de Au/As entre 300 a 3.000 partes (BORBA, 2002). O estado de Minas Gerais responde por aproximadamente 50% da produção brasileira de ouro. Somente a Mina da Passagem em Ouro Preto, hoje desativada, e a Mina do Morro Velho em Nova Lima, em atividade, podem ter liberado 10.500 e 135.000 toneladas de As para o meio ambiente (TEIXEIRA, 2020). O município de Viçosa-MG dista apenas 103 quilômetros da Mina da Passagem, localizada em Ouro Preto.

4.2. Conservantes florais como provável fonte de contaminação por prata e metais pesados

A absorção de solução conservante independente do tipo de solução utilizada foi diretamente proporcional ao tempo de pulsing, conforme a figura 1.

Figura 1. Absorção em mililitros de solução conservante em função do tempo de pulsing de Rosas, variedade Candy Avalanche.

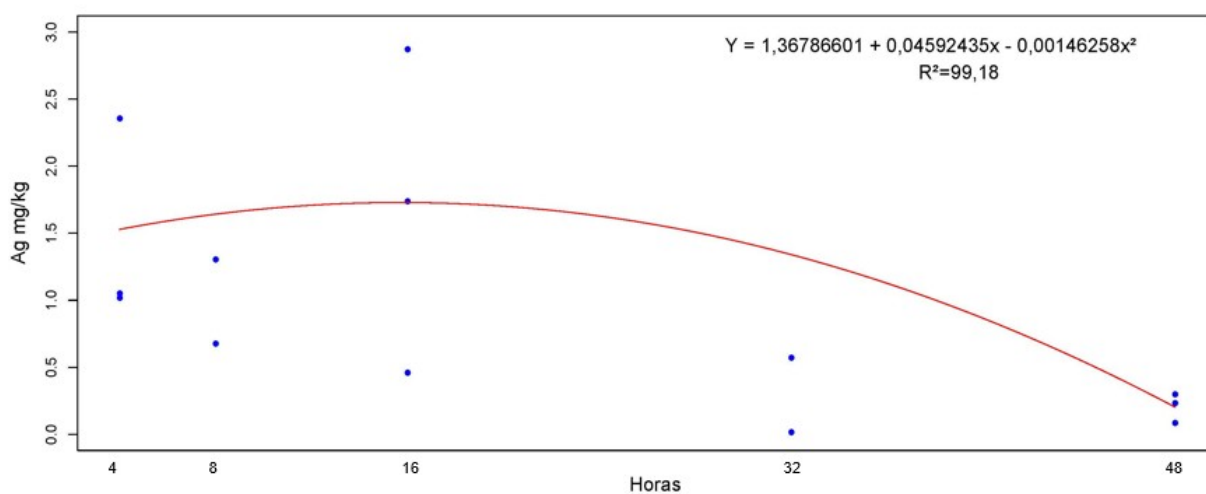


A partir da quantidade crescente de solução consumida em função do tempo, pode-se inferir que não houve redução da condução de solução através da haste. Essa observação é importante devido a hidratação estimular a translocação de substâncias e fotoassimilados de região basal da haste, folhas até as pétalas. Pereyra (2003) também verificou maior consumo de solução conservante em função do tempo de pulsing de hastes de rosas e copo de leite. Quando ocorre a redução da translocação de soluções conservantes ou água, pode ser em decorrência da obstrução dos vasos do xilema provocada pelo crescimento de fungos e bactérias (PAULIN, 1983). Processos de murcha e senescência são resultados da redução da condução de água através da haste, por meio do déficit hídrico entre transpiração e absorção de líquidos (NOWAK ET AL., 1990).

De acordo com a análise de variância houve efeito significativo apenas para o tiosulfato de prata 2 mmol L⁻¹(STS). A figura 2 apresenta a curva de acúmulo e a equação, ajustada pela média, do modelo para prata em pétalas. Nas pétalas, o

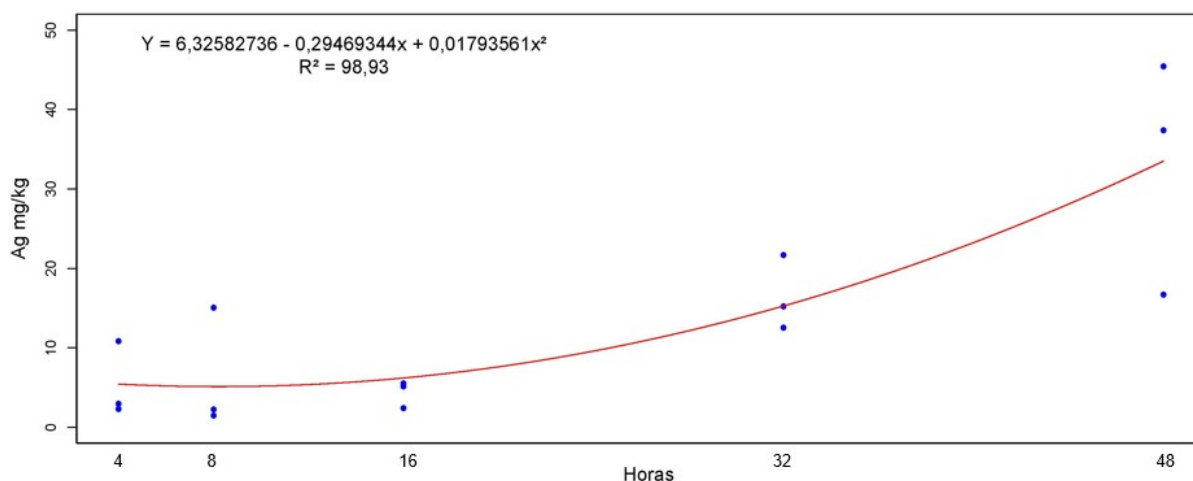
ponto de máximo acúmulo de prata ocorre no tempo de 15 horas e 42 minutos que representa 1,72 miligrama do elemento por quilograma de matéria seca do tecido, o valor médio encontrado foi de 1,3 mg Kg⁻¹.

Figura 2. Concentração de prata em pétalas de Rosa, variedade Candy Avalanche, em função do tempo de pulsing em solução de STS 2 mmol L⁻¹. Tratamentos: T1 = 4, T2 = 8, T3 = 16, T4 = 32, T5 = 48 horas.



Nas amostras da parte vegetativa, a prata foi o elemento encontrado em maior concentração, apresentando valor médio de 6,32 mg/kg de Ag. A menor concentração 5,115 mg/kg de Ag foi encontrada no tempo de 8 horas e 12 minutos. A figura 3 apresenta a curva de acúmulo e a equação, ajustada pela média, para o modelo de prata na parte vegetativa.

Figura 3. Concentração de prata na parte vegetativa de hastes de Rosa, variedade Candy Avalanche, em função do tempo de pulsing em solução de STS 2 mmol L⁻¹. Tratamentos: T1 = 4, T2 = 8, T3 = 16, T4 = 32, T5 = 48 horas.



Os dados revelam um acúmulo superior de prata na parte vegetativa quando comparado com as pétalas, o mesmo observado por Ohkawa (1999). Son (2003) verificando a mobilidade de STS em Rosa Sandra, também encontrou o íon prata nas pétalas, contudo em quantidade bem inferiores quando comparado com a parte vegetativa. Em estudos comparativos entre nitrato de prata e STS, verificou-se que o íon prata atingia as flores apenas nos tratamentos com STS. Já em cortes sucessivos da base da haste em direção à porção floral, havia o declínio da concentração do íon prata (SON, 2002). Venkatesan (2014) por meio de tratamentos com produtos à base de prata, conseguiu extrair nanopartículas de prata de pétalas de Rosa damascena.

O tempo foi um fator determinante para o acúmulo do íon prata na parte vegetativa. Quanto maior o tempo de pulsing, maiores foram as concentrações encontradas nas hastes de rosa (Figura 3). Son (2002) observa também o acúmulo crescente de prata nas hastes de rosa em função do tempo de imersão em soluções conservantes, estabelecendo o tempo ótimo com vistas a manutenção da qualidade na pós-colheita.

Não foram encontrados nas pétalas e parte vegetativa os elementos Cd, Cr e Pb. Do mesmo modo, dentro do limite de detecção do equipamento de leitura não foram encontrados nenhum dos elementos em estudo nos tratamentos com Flower e EZ200.

5. CONCLUSÕES

Ocorre concentrações significativamente diferentes de prata na parte vegetativa de hastes de rosas provenientes de diferentes regiões produtoras.

Os maiores valores foram encontrados em rosas oriundas de um local de produção em Holambra – SP e Barbacena – MG.

Não foi encontrado valores detectáveis de prata nas pétalas de rosas das amostras de diferentes regiões, neste estudo.

O arsênio foi detectado nos materiais oriundos das regiões produtoras, contudo apenas de maneira qualitativa. É necessário tratamento especial para digestão das amostras e leitura dos extratos, tendo em vista características próprias do elemento arsênio.

Não foram encontrados em níveis detectáveis os elementos cádmio (Cd), cromo (Cr) e chumbo (Pb).

A prata (Ag) apresenta acúmulo diferencial em função do tempo de pulsing das hastes na solução conservante de STS 2 mmol L⁻¹.

A maior presença de prata (Ag) foi observada parte vegetativa (caule e folhas), quando comparado com o acúmulo nas pétalas.

Os produtos Flower® e Ez200® não configuram-se como fontes de contaminação para os metais estudados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; BERTON, R. S. **Análise química de solo para metais pesados**. In: Alvarez, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. Tópicos em Ciência do Solo. v. 2. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 645-692.

ALLOWAY, B.J. Introduction. In: ALLOWAY, B.J. (Ed.). **Heavy metals in soils**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons. 1995, p.3-10.

ALONSO, D. L.; LATORRE, S.; CASTILLO, E.; BRANDÃO, P. F. B. **Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review**. Environmental Pollution, v. 186, p. 272-281, 2014.

ANJOS, A.R.M.; MATTIAZZO, M.E. **Extratores para Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb e Zn em Latossolos tratados com biossólidos e cultivados com milho**. Scientia Agricola, v.58, p.337-344, 2001.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCE AND DISEASE REGISTRY. **Silver profile - potential for human exposure** [1999]. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/>. Acesso: 21 de janeiro de 2022.

BARBOSA, J.G. **Produção comercial de rosas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 200p.

BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; PIVETTA, K.F.L.; FINGER, F.L.; SANTOS, J.M. **Cultivo de rosas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.26, n.227, p.20-29. 2005.

BAÑÓN ARIAS, S.; CIFUENTES ROMO, D.; HERNANDEZ, J.A.F.; BENEVENTE-GARCIA, A. La Rosa. In: BAÑÓN ARIAS, S.; CIFUENTES ROMO, D.; HERNANDEZ, J.A.F.; BENEVENTE-GARCIA, A. **Gerbera, lilium, tulipán y rosa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993, p.202-250.

BECARO, ALINE APARECIDA. **Estudos de Atividade Antimicrobiana, de Migração e de Toxicidade de Nanopartículas de Prata Aplicadas em Filmes**

Poliméricos. 2014. 158 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

BORBA, R.P., 2002. **Arsênio em ambiente superficial: processos geoquímicos naturais e antropogênicos em uma área de mineração aurífera**. Universidade Estadual de Campinas. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/287173>. Acesso: 20 de janeiro de 2022.

BRACKMANN, A.; BELLÉ, R.A.; VIZZOTO, M.; LUNARDI, R. **Armazenamento de crisântemos *Dendranthema grandiflora* cv. Red. refocus em diferentes temperaturas e soluções conservantes**. Revista Brasileira de Agrociência, v.6, n.1, p.19-23, 2000.

CANTONI, MARIANA. **Arsênio em solos do Estado de São Paulo: método analítico, concentração de base e sorção**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2010.

CASTRO, C.E.F. **Tratamentos químicos pós-colheita e critérios de 4 avaliações da qualidade de cravos (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. 'Scania Red Sim'**.1984.139f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba,1984.

CASTRO, C.E.F. **Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. Campinas, v.4, n.1/2, p.1-46, 1998.

CARNEIRO, M. A. C. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. DE S. **Estabelecimento de plantas herbáceas em solo com contaminação de metais pesados e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1443-1452, dez. 2001

CETESB, 2014. Diário Oficial Poder Executivo - Decisão de Diretoria 045/2014/E/C/I, de 20-02-2014 - **Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014, em substituição aos Valores Orientadores de 2005 e dá outras providências** . Companhia Ambiental

do Estado de São Paulo, Brasil. <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/valoresorientadores-para-solo-e-agua-subterranea/>. Acesso em 26 de novembro de 2020.

COOK, E.L.; STANDEN, J.VAN. **Silver action in the cut carnation flower**. Plant Physiology and Biochemistry, New Delhi, v.25, n.4, p.485-492, 1987.

CONAMA. **Resolução nº 420/200** (<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm.htm>). Acesso: 28 de outubro de 2020.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH no 02, de 08 de setembro de 2010**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14670>>. Acesso: 28 de outubro de 2020.

ECHEGOYEN, YOLANDA; NERÍN, Cristina. **Nanoparticle release from nano-silver antimicrobial food containers**. Food and chemical toxicology, v. 62, p. 16-22, 2013.

EMBRAPA, INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF. 627 p. 2009.

FINGER, F. L.; SANTOS, V. R.; BARBOSA, J. G.; BARROS, R. S. **Colheita, classificação e armazenamento de inflorescências**. In.: Barbosa, J. G. Crisântemos: Produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico Viçosa: Aprenda Fácil, p. 123-140. 2003.

FRANZEN, F. L., RICHARDS, N. S. P. S., OLIVEIRA, M. S. R., BACKES, F. A. A. L., MENEGAES, J. F. & ZAGO, A. P. (2016). **Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais**. Acta Iguazu, Cascavel, v.5, n.3, p. 58-70.

GABOS, M. B. **Lixiviação e absorção de chumbo pelo feijão-de-porco assistido pela aplicação de EDTA no solo**. Dissertação submetida como requisito parcial

para obtenção do grau de Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais. Campinas, SP. Abril 2008.

GAILLET, S., ROUANET, J.-M., 2015. **Silver nanoparticles: their potential toxic effects after oral exposure and underlying mechanisms-a review**. Food and Chemical Toxicology. 77, 58–63.

HAMMES, ISABELLE SBARAINI ET AL. **Aplicação de nanopartículas de prata em produtos agrícolas e seus efeitos no meio ambiente: Uma Revisão**. 2020.

HARDENBURG, R.E. WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. United States Department of Agriculture. Handbook. 66, 1986.

IBRAFLOR. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Mercado de Flores**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/site/2022/01/21/mercado-de-flores-vera-longuini/>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2022

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v.14, n.1, p.37-52, 2008.

KAISOON, O., KONCZAK, I. & SIRIAMORNUN, S., 2012. **Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand**. Food Research International, Volume 46, pp. 563-571.

KOUTROS, Stella et al. **Potential effect modifiers of the arsenic–bladder cancer risk relationship**. International journal of cancer, v. 143, n. 11, p. 2640-2646, 2018.

MARCHIORE, NICOLLI GRECCO. **Avaliação Da Difusão De Prata Em Salsichas Recobertas Com Filmes Comestíveis Contendo Nanopartículas Antimicrobianas**. 2015. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

MARTINS, M.V.M.; ANDRIGUETO, J.R.; VAZ, A.P.A.; MOSCA, J.L. **Produção Integrada de Flores no Brasil**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 64-66, 2009.

MELO, R.F.D.; **Potencial De Quatro Espécies Herbáceas Forrageiras para Fitorremediação de Solo Contaminado Por Arsênio**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 33:455-465, 2009.

MOR, Y.; HARDENBURG, R.E.; KOFRANEK, A.M.; REID, M.S. **Effect of silverthiosulfate pretreatment on vase life of cut standart carnations, spray carnations, and gladiolus, after a transcontinental truck shipment**. HortScience, Alexandria, v. 16, n.6, p. 766-768, 1981.

MOR, Y., REID, M.S. AND KOFRANEK, A.M. 1984. **Pulse treatments with silver thiosulfate and sucrose improve the vase life of sweet peas**. Journal of the American Society for Horticultural Science. 109:866-868.

NICHOLS, R.; KOFRANEK, A.M.; KUBOTA, J. **Effect of delayed silver thiosulphate pulse treatments on carnation cut flower longevity**. HortScience, v. 17, n. 4, p.600- 601, 1982.

NOOKABKAEW, S.; RANGKADILOK, N.; SATAYAVIVAD, J.; **Determination of Trace Elements in Herbal Tea Products and Their Infusions Consumed in Thailand**. Journal Agricultural and Food Chemistry. 2006, 54, 6939-6944.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber Press., 210p., 1990.

OHKAWA, K. **Mobility and effects on vase life of silver containing compounds in cut rose flowers**. HortScience, Alexandria, v.34, n. 1, p. 112-113, 1999.

PAULI, A. **Improvement in the preservation of cut flowers**. Acta Horticulturae, Amsterdam, v.138, p.299-305, Aug. 1983.

PEREYRA, S.M.; AVILA, A. de L.; FLAMINI, E. **Post cosecha de rosa var. Grand gala. I. Efecto del pH de la solución de hidratación y tiempo de conservación en frío sobre la calidad de las flores.** Floricultura em la Argentina: Investigación y Tecnología de Producción. Buenos Aires: Facultad de Agronomía de Buenos Aires, 2003. p. 287-292.

REID, M.S.; KOFRANEK, A.M. **Postharvest physiology of cut flowers.** Chronica Horticulturae, v.2, p.25-27, 1980.

REID, M.S.; FARNHAM, D.S.; MCENROE, E.P. **Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations.** HortScience, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 807-808, 1980a.

REID, M.S.; PAUL, J.L.; FARHOOMAND, M.B.; KOFRANEK, A.M.; STABY, G.L. **Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnation.** Journal of American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 105, n. 1, p. 25-27, 1980b.

SIMONET BM, VALCÁRCEL M. **Monitoring nanoparticles in the environment.** Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2009;393(1):17-21.

SANTOS, ALCYLANE CALDEIRA, 2019. **Biodisponibilidade relativa e bioacessibilidade de elementos potencialmentetóxicos em solo do quadrilátero ferrífero.** 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SANTOS, A.N.P.; SANTOS, W.N.L.; SILVA, E.F.R.; SILVA, E.G.P.; SANTOS, L.O.; SANTOS, B.R.S.; SAUTHIER, M.C.S. SANTOS, W.P.C. **Evaluation of minerals, toxic elements and bioactive compounds in rose petals (*Rosa spp.*) using chemometric tools and artificial neural networks.** Microchemical Journal (2017).

SANTOS, C.A.C.; PEIXOTO, C.P.; VIEIRA, E.L.; CARVALHO, E.V.; PEIXOTO, V.A.B. **Ação da interação cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico no crescimento inicial e florescimento do girassol.** *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, v.3, 310-315, 2012.

SANTOS, C.A.C.; PEIXOTO, C. P.; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, E. V.; PEIXOTO, V. A. B. **Stimulate na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol.** *Bioscience Journal*, v. 29, n. 2, p. 605-616, 2013.

SAXTAN, J. South America's big three. **A brief overview of production in Chile, Colombia and Equador.** *FloraCulture International*. 32p., 1999.

SIQUEIRA M.C., AOUADA M. R. M., CASTRO V. L. S., BRANDÃO H. M., RECH R. R., MARCONCINI J. M., MATTOSO L. H. C. **Caracterização e avaliação da toxicidade de nanopartículas de prata para incorporação em matriz polimérica para uso em embalagens de alimentos.** VII Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio. 2013.

SON, K. C.; BYOUN, H. J.; YOO, M. H. **Effect Of Pulsing With AgNO₃ Or STS On The Absorption And Distribution Of Silver An The Vase Life Of Cut Rose' red Sandra'.** In: XXVI International Horticultural Congress: Elegant Science in Floriculture 624. 2002. p. 365-372.

TEIXEIRA, MÔNICA CRISTINA ET AL. **Arsenic contamination assessment in Brazil—Past, present and future concerns: A historical and critical review.** *Science of The Total Environment*, v. 730, p. 138217, 2020.

UDA, A., KOYAMA, Y. AND FUKUSHIMA, K. 1995. **Effect of silver thiosulfate solution(STS) having different ratios of AgNO₃ and Na₂S₂O₃.5H₂O on Ag absorption and distribution, and vase life of cut carnations.** *Journal of the Japanese Society Horticultural Science*. 64:927-933.

USEPA, I. R. I. S. **Integrated risk information system.** Environmental protection agency region I, Washington DC, v. 20460, 2011.

UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) 2006. **The drinking water standards and health advisories**. <http://www.epa.gov/waterscience/drinking/standards/dwstandards.pdf> . Acesso: 23 de janeiro de 2022.

WATANABE, TAKAYUKI; HIRANO, SEISHIRO. **Metabolism of arsenic and its toxicological relevance**. Archives of toxicology, v. 87, n. 6, p. 969-979, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) 2003. **Silver in drinking water-background document for development of WHO guidelines for drinking water quality**. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/silver.pdf . Acesso: 22 de janeiro de 2022.

VEEN, H.; VAN DE GEIJN, S. C. **Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations**. Planta, v. 140, n. 1, p. 93-96, 1978.

VENKATESAN, B.; SUBRAMANIAN, V.; TUMALA, A.; VELLAICHAMY, E.; **Rapid synthesis of biocompatible silver nanoparticles using aqueous extract of Rosa damascena petals and evaluation of their anticancer activity**. Asian Pacific journal of Tropical Medicine 2014; 7(Suppl 1): S294-S300.

VENKATESAN, BALAJI ET AL. **Rapid synthesis of biocompatible silver nanoparticles using aqueous extract of Rosa damascena petals and evaluation of their anticancer activity**. Asian Pacific journal of tropical medicine, v. 7, p. S294-S300, 2014.

ZHOU, L. ET AL. **Effect of PE/AG2O nano packaging on the quality of apple slices**. Journal of Food Quality, v. 34, n. 3, p. 171-176, 2011. ISSN 1745-4557.

ZHU, F., WANG, X., FAN, W., QU, L., QIAO, M., & YAO, S. (2013). **Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China**. Environmental monitoring and assessment, 185(5), 3909-3916.