

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**METAIS E AGROTÓXICOS NO FRUTO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*)
ORIUNDOS DOS ESTADOS DO TOCANTINS E GOIÁS.**

HELIZANGELA DOURADO DA SILVA

**GURUPI-TO
JULHO-2009**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**METAIS E AGROTÓXICOS NO FRUTO DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*)
ORIUNDO DOS ESTADOS DO TOCANTINS E GOIÁS**

HELIZÂNGELA DOURADO DA SILVA

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Agronomia, área de concentração: Produção vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Fidêncio
Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

**GURUPI-TO
JULHO-2009**

Trabalho realizado na Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi, sob a orientação do Professor Dr. Paulo Henrique Fidêncio e sob co-orientação do Professor Dr. Wilson Mozena Leandro.

Banca examinadora:

Profº Dr. Paulo Henrique Fidêncio
Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Orientador)

Profº Dr. Wilson Mozena Leandro
Professor da Universidade Federal de Goiás
(Co-orientador)

Profº Dr. Saulo de Oliveira Lima
Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador)

Profº Dr. Clovis Maurílio de Souza
Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador)

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em de Julho de 2009, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

DEDICATÓRIA

Dedico essa grande conquista como fruto da realização de um grande sonho ao meu grande amor e companheiro meu esposo Jair.

Por tudo que fizeste por mim durante esses dois anos de mestrado, pelos incentivos, ajuda companheirismo, amor, compreensão e paciência nos momentos difíceis e por suportar a distância etapa essa que não foi fácil e pela confiança em mim depositada. Os meus sinceros agradecimentos e reconhecimento. Tenho um imenso orgulho em ter você como meu esposo.

OFEREÇO

Ofereço esta grande conquista á DEUS, pela presença constante na minha vida e ao meu irmão Gilson Dourado, por ser o meu espelho e exemplo de vida e por estar sempre presente durante toda a minha vida estudantil. Obrigada irmão por acreditar em mim e pelas cobranças, incentivos, apoio, ajuda e por tudo que fizeste em prol de mais essa conquista, e por querer e desejar sempre o melhor. Receba os meus sinceros agradecimentos e reconhecimento por tudo que você me proporcionou.

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela vida, oportunidades, proteção, saúde e amor.

A CNPq, pela grande ajuda financeira no decorrer do mestrado.

A Universidade Federal do Tocantins pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao professor e orientador Dr. Paulo Henrique Fidêncio, pela orientação, compreensão e os ensinamentos transmitidos.

Ao professor e co-orientador D. Wilson Mozena Leandro, pela grande ajuda, paciência, amizade, compreensão, ensinamentos e por não medir esforços em ajudar nos momentos em que mais precisei meus sinceros agradecimentos.

Aos professores da banca examinadora, pela amizade e atenção durante o mestrado.

Ao meu esposo Jair, pelo amor, incentivos, ajuda nos momentos difíceis, paciência, pela confiança e compreensão nos momentos ausente por ser meu grande companheiro.

Aos meus pais Manoel e Jovelina pela vida, amor, amizade apoio e por acreditar na minha vitória.

Aos meus irmãos Gilson, Maria Vilma, Sandra e Wilson pela amizade, apoio, ajuda, incentivos e por muitas vezes ter sofrido junto á mim durante os momentos difíceis.

Aos meus sobrinhos Danilo, Maria Eduarda, Mariana e Samuel.

Aos meus cunhados (a) Cérida, Miraildis e Samuel pela ajuda, incentivos e amizade.

As grandes amigas (irmãs) que me ajudaram muito, me acolherem no momento em que mais precisei Eliane Iara e Raquel serei eternamente grata por tudo que vocês fizeram por mim, (acordavam de madrugada para me receber e sempre estavam prontas para mim ajudar) muito obrigada.

A universidade Estadual de Goiás UEG-Campos de Ipameri, pela oportunidade de trabalhar como Docente do Curso de Agronomia, isso contribui muito para minha experiência profissional e profissional no período de 2006 á inicio de 2008. Meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos que me ajudaram muito durante os dois anos do curso de mestrado Althiéres, Bruno e Diego, sou eternamente grata por tudo que vocês fizeram por mim, nunca esquecerei da nossa amizade meus sinceros agradecimentos.

Ao prof. Dr. Gil Rodrigues pelo apoio e ajuda financeira na realização das análises e por ter acreditado na realização do meu trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos Marcio Ootani (Japonês) e Diego pela amizade, ajuda durante a discussão do trabalho.

Aos meus grandes amigos e cunhados Neuza e Adilsom pessoas que foram marcante na minha vida durante esses dois anos, muito obrigada pelo apoio e amizade sincera e aos seus filhos em Especial ao Antonio, pelo amor, atenção e carinho que tens por mim e por alegrar sempre as nossas vidas.

Aos meus sogros Sr. Antenor, D. Isercina e Rafael.

A todos os meus familiares que sempre torceram por mim.

A minha amiga D. Ilda, pelo carinho, amizade, incentivos e por me incentivar que nunca devemos desistir dos nossos sonhos e ideais.

A todos os professores da UFT, Saulo, Suzana, Gil, Eduardo, Joenes, Flavio, Tarcisio, em especial ao prof. Clovis pela amizade e atenção, desde a minha chegada em Gurupi, á todos vocês muito obrigada pela amizade e ensinamentos durante o mestrado.

Aos amigos da turma de mestrado em especial á Eliane Iara, Tarliane, Iane, Eliane Rotily, Barnabé, Stefane e Tómas.

Á todos os funcionários da UFT em especial á Rosana e a Roberta, pela paciência, amizade, ajuda e compreensão.

Aos funcionários dos laboratórios de solos da UFT e UFG, pela paciência e amizade.

Aos meus amigos Raquel, Althiéres, Amália, Ariadne, Bruno, Diego, João, Deyvid, Ronice, Elcione, Monaliza, Evandro e Letícia pela amizade, ajuda e hospedagem e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização do meu trabalho.

A todos vocês meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

RESUMO DA DISSERTAÇÃO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A cultura da melancia.....	16
2.2 Características físicas e químicas do fruto.....	16
3. METAIS PESADOS.....	17
Origem dos elementos.....	18
Ocorrência dos metais pesados.....	19
3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS NUTRIENTES E METAIS PESADOS.....	21
3.1.1 Metais tóxicos no solo.....	32
3.1.2 Metais tóxicos e os animais superiores.....	33
3.1.3 Absorção acúmulo e transporte de metais tóxicos nas plantas.....	34
4. AGROTÓXICOS.....	38
5. ANÁLISE MULTIVARIADA.....	40
5.1 Análise das Componentes Principais.....	40
5.2 Redes de Kohonen.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
CAPÍTULO I - ANÁLISE DE METAIS PESADOS, MICRONUTRIENTES E RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM FRUTOS DE MELANCIA (<i>Citrullus Lanatus</i>), ORIUNDOS DAS REGIÕES PRODUTORAS DO ESTADO DO TOCANTINS E GOIÁS.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77

CAPITULO II – INFLUÊNCIA DO TEOR DE GRAU BRIX ^o E OS MACRONUTRIENTES NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE MELANCIA (<i>Citrullus Lanatus</i>) EM DIFERENTES LOCAIS DE COLETA.....	80
--	----

RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	82
INTRODUÇÃO.....	83
MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
CONCLUSÕES.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	95

CAPITULO III- ANÁLISE DE METAIS EM DIFERNTES PARTES DO FRUTO DE MELANCIA(<i>Citrullus lanatus</i>) APLICANDO ANALISE MULTIVARIADA.....	99
--	----

RESUMO.....	100
ABSTRACT.....	101
INTRODUÇÃO.....	102
MATERIAIS E MÉTODOS.....	104
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	106
CONCLUSÕES.....	125
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	127

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1-** Teores médios de metais em solos coletados nas cidades de Formoso e Gurupi, no período no mês de setembro de 2008..... 67
- Tabela 2-** Análise de variância para os Metais pesados e de micronutrientes em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 68
- Tabela 3-** Teores médios de cádmio em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 69
- Tabela 4-** Teores médios de cromo em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 69
- Tabela 5-** Teores médios de chumbo em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 70
- Tabela 6-** Teores médios de cobre em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 71
- Tabela 7-** Teores médios de Ferro em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 71
- Tabela 8-** Teores médios de manganês em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 72
- Tabela 9-** Teores médios de zinco em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹ 72
- Tabela10-** Teores médios de resíduos de agrotóxicos em endocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) em Gurupi. Safra 2007/2008¹ 75

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Análise de variância para o Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) em diferentes partes do endocarpo (inferior, central e superior) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 87
- Tabela 2.** Teores médios de sólidos solúveis total em °Brix em diferentes partes do endocarpo (inferior, central e superior) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 88
- Tabela 3.** Teores médios dos macronutrientes analisados nos estratos dos frutos de melancia em diferentes locais de coleta..... 90
- Tabela 4.** Teores médios de fósforo total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 90
- Tabela 5.** Teores médios de potássio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 91
- Tabela 6.** Teores médios de Cálcio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 91
- Tabela 7.** Teores médios de Magnésio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹..... 93

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Disposição dos escores nas Componentes Principais (CP1 x CP2) no plano cartesiano, indicando a distribuição das amostras do epicarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 107
- Figura 2.** Distribuição dos pesos nas Componentes Principais (CP1 x CP2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no epicarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 109
- Figura 3.** Mapas de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Epicarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás..... 111
- Figura 4.** Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás (GO), considerando o Epicarpo do fruto de melancia..... 112
- Figura 5.** Disposição dos pesos das Componentes Principais (PC1 x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no mesocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 113
- Figura 6.** Distribuição dos pesos das Componentes Principais (PC1 x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no mesocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 114
- Figura 7.** Mapas de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Mesocarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás..... 117
- Figura 8.** Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás (GO), considerando o Mesocarpo do fruto de melancia..... 118
- Figura 9.** Disposição dos pesos das Componentes Principais (PC1 x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no Endocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 120
- Figura 10.** Distribuição dos pesos das Componentes Principais (PC1 x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no Endocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás..... 121
- Figura 11.** Mapa de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Endocarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás..... 123
- Figura 12.** Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás, considerando o Endocarpo do fruto de melancia..... 124

RESUMO

Melancia (*Citrullus lanatus*) é cultivada de forma convencional, sendo comum aplicação de fungicidas, herbicidas, fertilizantes minerais e orgânicos, bem como corretivos de solo que são fontes de contaminação do fruto. Com objetivo de analisar quanto aos teores de resíduos de agrotóxicos para cobre Tiofanato metílico, Metalaxil-Maconzebe, Metamidofos e acetato P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr e Cd e Grau °Brix nas partes do epicarpo, mesocarpo e endocarpo, os frutos da variedade Crimson Sweet foram coletados em Gurupi-TO, Formoso do Araguaia-TO e Goiás. As amostras foram analisadas usando espectroscopia de absorção atômica, refratometria e cromatografia gasosa. Na interpretação dos resultados aplicou-se aos dados análise de variância ANOVA, Análise das Componentes Principais (ACP) e Mapas Auto-organizáveis de Kohonen. Os teores de metais pesados como Cr, Cd e os teores médios de Pb foram menores no epicarpo. Entre os micronutrientes, o Fe seguido pelo Mn foram os nutrientes encontrados em maiores concentrações. Tendo esta certa correspondência com os teores encontrados no solo para ambos os locais. Os menores teores de Cu, Mn e Zn foram observados no Formoso e os maiores em Goiás. Ambos os elementos são componentes de alguns agrotóxicos empregados na melancia. Não foi detectado resíduo de agrotóxicos no endocarpo do fruto de melancia pelo método analisado. Foi analisado a influência do Grau Brix°, e os teores dos macronutrientes, P, K Ca e Mg nos frutos de melancia em diferentes locais de coleta, utilizando análise de variância. Os teores de sólidos Solúveis da parte central dos frutos de melancia foram maiores independentes do local de coleta. Os frutos oriundos de Gurupi apresentaram menores valores para o Grau Brix°. A maior concentração dos macronutrientes foi no mesocarpo dos frutos. Os níveis de Ca nos frutos da melancia foram menores em Gurupi do que nos demais locais coletados. Tais resultados estão relacionados aos níveis mais baixos de nutrientes no solo de Gurupi. Na avaliação pela ACP foi possível evidenciar para cada parte da melancia considerada, a formação de grupos, bem como identificar os elementos, através dos pesos, que mais influenciavam os agrupamentos. Em relação aos mapas de Kohonen, estes evidenciaram as amostras dos locais e os elementos dessas respectivas amostras que tinham médias consideráveis e que influenciavam os grupos obtidos na Análise das Componentes Principais.

ABSTRACT

Watermelon (*Citrullus lanatus*) is grown conventionally, and common application of fungicides, herbicides, fertilizers and organic, as well as soil additives that are sources of contamination of the fruit. Aiming to look for the levels of pesticide residues for copper Thiophanate methyl-Maconzebe Metalaxyl, Methamidophos and acetate P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Cd Degree Brix in parts epicarp, mesocarp and endocarp, the fruit of the Crimson Sweet variety were collected in Araguaina-TO, Bagotville-TO and Goias. The samples were analyzed using atomic absorption spectroscopy, refractometry and gas chromatography. In interpreting the results applied to the data using ANOVA, principal component analysis (PCA) and Self-organizing maps of Kohonen. The levels of heavy metals such as Cr, Cd and the average levels of Pb were lower in the coconut shell. Among the micronutrients, Fe Mn were followed by the nutrients found in higher concentrations. Since the degree of correspondence with the levels found in the soil for both sites. The lowest levels of Cu, Mn and Zn were observed in Formoso and the largest in Pennsylvania Both elements are components of some pesticides used in watermelon. There was no detectable residues of pesticides in the endocarp of the fruit of watermelon by the method analyzed. We analyzed the influence of the degree Brix °, and the levels of macronutrients, P, K Ca and Mg in watermelon fruits at different sampling sites, using analysis of variance. The soluble solids of the central part of watermelon fruits were more independent of the collection site. The fruits come from Le Point showed lower values for the Degree Brix °. The highest concentration of macronutrients was in the mesocarp of the fruit. The levels of Ca in the fruits of watermelon in Araguaina were lower than in other places collected. These results are related to lower levels of nutrients in the soil of Le Point. In evaluating the PCA it was possible to show each part of the watermelon considered the formation of groups and identify the elements, through the weights, the most influential groups. For the Kohonen maps, these showed the samples of sites and elements of their samples had considerable means and that influenced the groups obtained in the Analysis of Main Components.

1. INTRODUÇÃO

A Melancia é uma olerícula no qual a parte comestível é um fruto. Sendo bastante consumida por todo o mundo, principalmente nas regiões quentes, por ser uma fruta composta basicamente por água e apresentar uma importante composição vitamínicos e nutrientes como cálcio, potássio e magnésio. Os frutos de melancia destacam-se também por apresentarem um elevado teor de carotenóide, precursores da vitamina A. A cor vermelha da polpa da melancia é devido ao licopeno, um carotenóide que possui importantes propriedades antioxidantes. A ingestão da melancia é de grande importância para a saúde humana, favorece a diurese, sendo recomendado em regimes de emagrecimento e no tratamento de doenças tais como infecção urinária gota e hipertensão arterial.

A melancia é bastante cultivada em vários estados, tendo grande destaque para as regiões centro oeste e norte. O Tocantins, e um estado privilegiado para a produção agrícola, devido à boa disponibilidade de área, aliada a uma localização próxima aos grandes centros, das capitais do norte, nordeste e centro-oeste. E por possuir condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo da cultura de melancia.

No entanto, o cultivo da melancia está presente em varias regiões do estado, principalmente onde se pratica irrigação com destaque a região Sul do estado, cidades como (Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão). Como forma de combater certos tipos de doenças e pragas e visando maior produção e comercialização, a cultura da melancia se da principalmente de forma convencional. No qual há um excessivo uso de fertilizantes químicos, que podem causar certos danos ao solo, ao meio ambiente e até mesmo na alimentação humana.

Como forma de um maior conhecimento sobre a qualidade do fruto de melancia que são consumidos pela maioria dos brasileiros, principalmente onde há grandes áreas de produção, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a composição química dos frutos de melancia e os teores de metais pesados como cádmio, cobre cromo, ferro, manganês e zinco nos frutos e no solo onde foi cultivada a cultura de melancia (*Citrullus lanatus*), presença de resíduos de agrotóxicos como Tiofanato metílico, Maconzeb, Metalaxil, Deltametrina e sulfato de cobre e verificar a qualidade dos frutos em termos de açucars e os teores de micronutrientes presentes nos frutos no estado do Tocantins e regiões produtoras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA MELANCIA

A melancia (*Citrullus lanatus*) pertence à família das curcubitáceas, é uma herbácea do ciclo vegetativo anual, sistema radicular externo, superficial, crescimento rasteiro e com várias ramificações. É uma planta de espécies monóica, flores pequenas sendo polinizada por insetos (DOOREMBOS & KASSAN, 2000). Apresenta frutos não climatério de tamanho variado exocarpo verde polpa normalmente vermelha, branca ou laranja, as sementes encontram-se incluídas no tecido da planta.

A cultura da melancia apresenta exigências climático-ambientais de clima ameno á quente, dias longos e baixa umidade, o que favorecem o desenvolvimento da cultura e a qualidade dos frutos. Sendo que cultivares triplóides (sem sementes) requer temperaturas mais elevadas do que as cultivares diplóides (com sementes). A temperatura recomendada para o desenvolvimento da cultura é de 23- 28°C, sendo o crescimento vegetativo paralisado com temperaturas abaixo de 12 -10°C. Embora possa ser produzida em vários tipos de solos, a melancia desenvolve-se melhor em solos de textura média profunda e boa disponibilidade de nutrientes. A cultura da melancia suporta solos de acidez média, podendo produzir bem na faixa de pH 5,5 a 7.0.

A época de plantio mais adequado para a cultura da melancia é aquela em que durante todo o ciclo da cultura, ocorrem condições climáticas favoráveis de acordo com a localização e altitude. Em geral nas regiões de clima frio, o plantio da melancia é realizado nos meses de outubro á fevereiro, nas regiões de clima ameno realiza-se nos meses de agosto á março e nas regiões de clima quente, o ano todo sob uso de irrigações. O numero de cultivares diferem entre si, quanto à forma do fruto, coloração externa e interna da polpa e tolerância a doenças.

A planta de melancia possui considerável grau de capacidade de competição, sendo que à medida que se aumenta o espaço disponível, aumenta o desenvolvimento e à produção de cada planta individualmente. O espaçamento mais utilizado nos plantios de melancia irrigada por aspersão são 2,0 -2,0 m, com 02 plantas por covas (ZAMBOLIM et al., 2000). A colheita da melancia inicia-se entre 35-45 dias após abertura das flores, o que corresponde o período de 65-75 dias após o plantio dependendo da cultivar e das condições favoráveis. A determinação da colheita se da com o secamento da gavinha presente no pedúnculo do fruto e mudanças de coloração na casca (CARVALHO, 1999). A cultura da melancia tem grande

importância sócio-econômica, é cultivada em vários países do mundo, como Índia, Ira, Itália e Estados Unidos, sendo o maior produtor a China.

Na cadeia produtiva, a cultura de melancia é considerada uma importante fonte de geração de emprego e renda, principalmente para a agricultura familiar, o que confere a melancia uma expressiva relevância socioeconômica. A cultura da melancia movimentava diversos setores da economia, tais como o setor de produção de insumos (corretivos do solo, fertilizantes e defensivos), e o mercado atacadista. Pois no âmbito da produção, a cultura ainda enfrenta muitos problemas de ordem fitossanitária com consideráveis perdas devidas principalmente à ocorrência de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus (REGO et al., 2000; ZAMBOLIM et al., 2000).

A rentabilidade da cultura de melancia varia com o nível tecnológico utilizado nas lavouras, dessa forma, as explorações são mais rentáveis quando são conduzidas com tecnologia adequada. Em geral, os negócios com a melancia são lucrativos, o que explica a persistência de produtores na atividade mesmo após sofrer revés econômico decorrente de condições climáticas desfavoráveis ou ataque de pragas e doenças.

3. METAIS PESADOS

Metais pesados ou metais tóxicos são termos genéricos aplicados a um grupo heterogêneo de elementos. Muitos os classificam como tóxicos, porém nem todos têm essa característica de toxicidade. Segundo MALAVOLTA (2006), neste grupo inclui-se metais, semi-metais (arsênio) e não metais (flúor e selênio). A característica comum entre esses elementos é que possuem peso específico maior que 6g cm^3 ou número atômico maior que 20 CAMARGO et al., (2001) considera como metais tóxicos prata (Ag), Arsênio (As), Berílio (Be), Bromo (Br), Cádmio (Cd), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Cromo (Cr), Flúor (F), Mercúrio (Hg) Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) Chumbo (Pb), Antimônio (Sb), Selênio (Se), Estanho (Sn), Tálcio (Ti), Vanádio (V), e Zinco (Zn). Os mesmos autores relatam ainda que alguns deles (Cu, Fe, Mn, Mo, e Zn) são nutrientes essenciais para os vegetais; outros são benéficos para o crescimento das plantas (Co e V) e outros não são essenciais ou não apresentam função para os vegetais (Al, Cd, Cr, Hg e Pb).

É comum o termo metais pesado como tóxico, sendo adotado para associar os metais à poluição e toxicidade, porém não é o que traz a definição desse termo, e nem sempre estes são sinônimos de toxicidade. Entre os metais pesados há aqueles que têm função

essencial aos seres vivos. Por isso, há necessidade de estabelecer legislação com os teores permitidos (DUARTE, 2003).

Para MALAVOLTA (2006), existe uma preocupação crescente e não fundamentada com a toxidez dos metais pesados através da sua entrada na cadeia alimentar, pois ela é caracterizada mais pelo teor ou pela dose do que pela natureza do elemento. Nos últimos anos, estudos dos metais pesados têm abordado o efeito da acumulação desses elementos nos organismos em diferentes ecossistemas, a transferência na cadeia alimentar e os meios de conviver com graves problemas que podem ser gerados pelos excessos (OLIVEIRA & COSTA, 2004).

Uma das demandas da atualidade, de acordo com RAIJ (2001), é definir com precisão os teores de deficiência e excesso dos elementos, ou a partir de qual quantidade o elemento é tóxico. Conhecer a atuação dos elementos no solo é fundamental para entender a disponibilidade desses para as plantas, a contribuição na adubação mineral e o teor de toxicidade, bem como a sua entrada na cadeia alimentar dos animais, seres humanos e a sua distribuição.

Origem dos Elementos

Os metais pesados possuem origem litogênicas e antropogênicas, sendo as primeiras relacionadas às fontes geológicas, como resíduos de rochas e processo de intemperismo, indicando que esse teor natural pode estar relacionado ao material de origem. As fontes antropogênicas relacionam com as atividades humanas que podem chegar a teores elevados, comprometendo a qualidade ambiental (CAMARGO et al., 2001). Os solos originados de rochas básicas apresentam, de maneira natural, maiores teores de metais pesados quando comparados com outros formados sobre granitos, gnaisses, arenitos mais sedimentos terciários (OLIVEIRA, 1996).

No Brasil há alguns levantamentos dos teores de metais pesados, porém não foram definidos, ainda, os níveis de referência desses no solo que pudessem indicar uma possível contaminação, e conhecer as concentrações naturais e um suporte para definição desses padrões. A determinação das faixas de concentração naturais, de acordo com as variáveis de solos, é útil na avaliação dos teores de metais pesados no solo, pois esses valores atuam como um indicativo para verificar se um solo está poluído ou alterado pelo uso antrópico (FADIGAS et al., 2002). Um dos principais problemas dos metais pesados é o local onde são

depositados os objetos ou rejeitos com esses elementos. Quando os resíduos, com as pilhas, baterias, pedaços de carros e outros componentes, são depositados em locais impróprios, podem levar ao aumento na quantidade desses metais pesados, como níquel, mercúrio, cádmio e chumbo (MALAVOLTA, 2006). Outro fator a considerar é a queima de resíduos urbanos e industriais que contêm diferentes componentes metálicos, sendo o cádmio um deles, o que poderá acarretar a poluição do solo pela deposição de partículas (RODELLA et al., 2001).

Segundo ALLEONI (2005), após o processo de intemperismo, os metais pesados são liberados das rochas e dependendo das características como eletronegatividade, raios iônicos, estados de oxidação, estes metais podem ser precipitados ou adsorvidos na superfície dos minerais secundários e na matéria orgânica e pode, também, ocorrer a complexação ou lixiviação pela solução do solo. Para avaliar a extensão da poluição de uma determinada área, é comum comparar os teores totais de metais pesados no solo, com aqueles existentes em condições naturais (solos não poluídos) ou com valores de referência (padrões). Porém, no Brasil ainda não existe um sistema de padrão de referência de metais pesados no solo, para avaliação da área com relação à contaminação (FADIGAS et al., 2006).

Ocorrência dos Metais Pesados.

Os metais pesados ocorrem no solo de forma natural, e o teor depende principalmente do material de origem, onde o solo foi formado, dos processos de formação, composição e quantidade dos componentes da fase sólida. A influência do material de origem é bem caracterizada quando o solo é formado *in situ* sobre a rocha. Quando o solo é formado de material previamente intemperizado essa característica é menos visível (ALLEONI, 2005).

De acordo com LARCHER (2004), os metais pesados estão entre as substâncias com potencial para permanecerem no solo e nas águas, podendo criar graves problemas em longo prazo. Devido à acumulação nos organismos e sua introdução nas cadeias tróficas, eles podem ficar nos ecossistemas em concentração que causam problemas por longo período.

Os gases poluidores não produzem efeitos apenas na atmosfera e os poluentes líquidos não ficam apenas na hidrosfera, ocorrem movimentações, tendo como exemplo o transporte dos metais pesados e de sais de fertilizantes do solo ao lençol freático. Por isso, atualmente a preocupação não é apenas com um poluente específico, mas com a sua combinação e inter-relação com o ambiente (LARCHER, 2004).

De acordo com SOARES (2004), entre as fontes antropogênicas estão as emissões industriais, efluentes, biossólidos, fertilizantes e pesticidas que podem aumentar os níveis de concentrações dos metais no solo, atribuir a cada fonte o aumento dos níveis de metais que é quase impossível. No entanto, os resultados de uma pesquisa realizada na Inglaterra, em 2003, apontaram que a deposição atmosférica é a principal fonte de metais pesados (25%-85%), seguida de esterco de animais e biossólidos (8%-40%).

A composição elementar total no solo tem utilidade limitada, mas é importante conhecê-la para se ter uma idéia do seu teor no ambiente, tanto nos estudos de poluição e contaminação, como para estudos pedológicos. Se um elemento pode representar um perigo eminente à cadeia alimentar, é importante avaliar seus teores disponíveis ou solúveis, uma vez que eles vão estar relacionados com a mobilidade, absorção pelas plantas e possível translocação pelos frutos (CAMARGO et al., 2001). As maiorias dos metais pesados estão na solução do solo em concentrações baixas variando de 1 a 1.000 kg. Ocorrem casos em que os teores são menores que 1 kg, estando estes teores abaixo do limite de detecção para a maioria dos métodos padrão de análise. Nesta situação, quando o elemento tende a ficar retido no solo, é denominada adsorção. Podem ocorrer situações em que o valor da constante de solubilidade é menor que os produtos das concentrações, ocorrendo reações de precipitação-dissolução. Há muitos elementos que possuem baixa mobilidade no solo, principalmente as formas tóxicas dos metais catiônicos (Ag^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{2+} , Pb^{2+}), pois formam complexos de esfera interna (adsorção específica) com os minerais, característico do Pb (GUILHERME et al., 2005).

Há vários questionamentos sobre os metais pesados não nutrientes, principalmente na questão do processo de sua absorção pelas plantas e a sua entrada na cadeia alimentar, bem como sobre o seu limite de acumulação no solo sem que ocorra absorção pelas plantas. Há experimentos controlados que mostram que a quantidade absorvida dos metais pesados varia com o vegetal, ou seja, absorção de chumbo pela alface é grande, enquanto que sua absorção pelo pepino é desprezível (BAIRD, 2002).

Assim como ocorre com outros elementos, os metais pesados passam por uma biociclagem no solo através da absorção pelas plantas, biomassa microbiana e transformação em formas livres (iônica) ou de quelatos que se equilibram com as demais formas encontradas no solo. Os elementos metálicos, portanto, além de sofrerem inúmeras transformações por causa de sua baixa mobilidade, estão também sujeitos à mineralização e a imobilização na biomassa microbiana, ou serem absorvidos pelas plantas e ingressarem na cadeia alimentar (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Referenciando variadas fontes, SILVA (1995), mencionou para o uso na agricultura, os seguintes limites máximos, mínimos e médios aceitos internacionalmente para os teores médios (em mg kg^{-1}) de Cd (85, 10 e 20), Cr (3.000, 500 e 2.000), Ni (420, 100 e 25), Pb (840, 500 e 1.500), Cu (4.300, 600 e 1.500) e Zn (7.300, 2.000 e 2500), respectivamente, conforme a legislação pertinente dos Estados Unidos da América, da Holanda e da Escócia .

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS NUTRIENTES E METAIS PESADOS.

Cádmio

O Cádmio (Cd) foi descoberto em 1817, porém seu uso não era comum até que reconheceram suas valiosas propriedades metalúrgicas; sua alta resistência á corrosão e suas propriedades eletroquímicas e químicas, que levaram sua utilização na eletrodeposição de metais, fabricação de plásticos e pigmentos de tintas para pinturas, fornecendo uma variada gama de cores que vão desde a amarela clara ate a vermelha escura. Entre os metais tóxicos, o cádmio tem sido pesquisado por se encontrar naturalmente em rochas fosfóricas, utilizadas na fabricação de fertilizantes, suplementos minerais, constituindo-se, assim, em importante fonte de contaminação ambiental. (GREENE, 1980).

O teor de cádmio na crosta terrestre, de acordo com FERGUSON (1990), esta ao redor de $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ a $0,20 \text{ g kg}^{-1}$. Áreas vizinhas às fundições podem apresentar conteúdos de Cd na camada superficial do solo entre $0,20 \text{ g kg}^{-1}$ e 350 g kg^{-1} (ADRIANO, 1986, ALLOWAY, 1990, FERGUSON, 1990). Em solos brasileiros, o teor de Cd total se situa entre valores menores que $0,1 \text{ g kg}^{-1}$ até $0,4 \text{ g kg}^{-1}$.

O cádmio não possui qualquer ação como microelemento essencial para o processo biológico, pelo contrário é tóxico e a intoxicação ocorre através da ingestão e da inalação, e a faixa normal de ingestão diária é de 2g a 200g, com uma média de 20 g. dia^{-1} a 40 g. dia^{-1} . Apenas 5% a 10% do cádmio ingerido é absorvido, enquanto que o cádmio inalado de poeiras e fumos, 20% a 25% são absorvidos. Deposita-se no fígado, nos rins e nos pulmões, provocando problemas respiratórios, bronquites, arteriosclerose e hipertensão. (ZANINI & OGA, 1985).

Segundo CÍCERO (1997), a produção de resíduos com metais tóxicos teve aumento considerável nos últimos 60 anos, e as estimativas para emissão global de metais tóxicos no

solo, relativas á fase primaria, mostram o cádmio com o maior crescimento, devido ao maior uso desse elemento na indústria nos últimos 20 a 30 anos. O cádmio é um elemento adicionado ao solo através de restos de metais fundidos com zinco, ao qual se encontra associado na natureza, bem como através de resíduos de pneus, óleos combustíveis e lubrificantes, lodo de esgoto, lixo urbano e fertilizante fosfatado (RAIJ, 1991).

Entretanto, a tolerância aos níveis de cádmio adicionados ao solo apresenta grande variabilidade de espécies para espécies (PAGANINI et al., 2004). Apesar de não ser essencial para o desenvolvimento do vegetal, o cádmio de acordo com DÍAS et al., (2001), é facilmente absorvido e translocado nas plantas e tem efeito acumulativo no organismo humano, podendo provocar sérios problemas de saúde.

O cádmio tem uma tendência de concentrar-se na camada superficial do perfil. A sua retenção é maior pela matéria orgânica, argila e deposição atmosférica dos restos vegetais. A absorção foliar é uma via significativa para a entrada de Cd atmosférica na planta e, conseqüentemente na cadeia alimentar. O cádmio tende a se acumular nas raízes, mais que em qualquer outra parte da planta. Comparando a mobilidade do Cádmio em relação à de outros elementos, ele se mostra mais móvel no solo que outros metais, dispersando mais que o chumbo e o cobre. Pode ter sua adsorção reduzida com a presença de ligantes orgânicos que o mantêm na solução. Os solos tropicais possuem características, como CTC e o Al, que controlam a adsorção do Cd e do Zn (MALAVOLTA, 2006). Vários fatores do solo e da planta, conforme MELO et al., (2002), afetam a absorção de Cd pelas plantas, o pH do solo e um fator controlador do processo de absorção do cádmio.

Cromo

A partir de diferentes fontes bibliográficas OSSANAI (1980), citou que o cromo (Cr) não é encontrado livre na natureza, ocorre sob a forma de cromita, facilmente distribuído na superfície terrestre. É o décimo – sétimo elemento não gasoso mais abundante na crosta terrestre, estando sua concentração em torno de 80gkg^{-1} a 200gkg^{-1} na crosta terrestre, com uma media de 125gkg^{-1} . O cromo é insolúvel em água, mas é solúvel em ácidos sulfúrico diluído e hidroclico. Não se oxida ao ar na temperatura ambiente e formas três seriem de compostos que derivam, respectivamente, do protóxido CrO, do sesquióxido Cr_2O_3 e do anidrido Crômico CrO_3 .

O cromo é usado e está presente em vários compostos em cerâmicas, eletrônicos, fungicidas, bateria para altas temperaturas, acabamento de metais, curtimento de couros,

têxteis e tratamentos com metais. Durante o processamento desses produtos há o acréscimo de teores de Cr no ar, que depois atingem o solo e as águas. Os teores totais e solúveis de Cr no solo são os resultados do material de origem e da participação antrópica (MALAVOLTA, 2006).

O cromo também é adicionado ao solo de forma direta, com o uso agrônômico dos lodos de curtume e de esgoto e através de adubos. A sua disposição ao longo do perfil não tem um padrão, mas de forma geral, tende a acumular-se na superfície. Quando chega ao solo pode ter diferentes destinos, com: oxidado, reduzido, solução, adsorvido, formar quelatos e precipitar. A sua disposição no solo diminui com o aumento do pH. Assim, o uso de calagem pode ser uma forma de controlar o teor desse elemento na solução do solo. Após absorvido pela planta, o cromo tende a ficar mais concentrado nas raízes das plantas e sua translocação para as partes aéreas é lenta. Solos tratados com grandes quantidades de resíduos à base de cromo, como lodos de esgoto e resíduos de indústria de tintas e curtumes, podem apresentar teores tóxicos deste elemento (GUPTA, 2001).

Os adubos minerais, orgânicos e corretivos de acidez apresentam cromo. Em geral, os adubos fosfatados apresentam o maior teor de cromo. Não há, porém, preocupação fundamentada sobre a eventual toxidez desse elemento nos adubos para as plantas que os recebem, e a calagem diminui a disponibilidade deste elemento para as plantas (MALAVOLTA, 2006). Para BORGES (2003), o cromo possui uma complexa dinâmica no solo e em determinadas condições, pode oxidar-se à forma hexavalente (Cr^{6+}), muito móvel no solo e tóxico para as plantas, animais e seres humanos. O cromo encontrado no lodo de curtume apresenta-se na forma trivalente (Cr^{3+}), considerada essencial para a nutrição humana sendo de pouca mobilidade no solo.

Segundo KABATA-PENDIAS & PENDIAS (2001), o Cr no solo é regulado pelos valores pH matéria orgânica, fosfatos de Fé, Mn e Al. Para MELO et al., (2004), o Cr^{3+} é pouco móvel em condições de acidez media e em pH 5,5 o metal encontra-se quase totalmente precipitado, e os seus compostos são considerados estáveis no solo. O Cr^{6+} diminui com o aumento do pH, enquanto que nesta mesma condição de adsorção do Cr^{3+} aumenta. O comportamento do Cr pode ser modificado pela formação de complexos orgânicos com o metal. O efeito dominante da matéria orgânica é estimular a redução do Cr^{6+} para Cr^{3+} MORTVEDT & GIORDANO (1996), observaram que o nível fitotóxico é variável, quando a forma presente é o cromo hexavalente. A diferença de toxicidade existente entre o cromo trivalente e o cromo hexavalente, conforme AQUINO NETO (1998), é dada pela comparação entre os valores de dose referencial de exposição oral crônica, apresentada pela “United States

Environmental Protection Agency”. (USEPA) em seu Sistema Integrado de Informação de Risco (IRIS), sendo determinadas para o cromo hexavalente, doses máximas de $0,005\text{g kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ e, para o cromo trivalente, $1,000\text{g kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$. A partir de doses, por ingestão oral, efeitos tóxicos no ser humano, como a necrose celular, começarão a ocorrer.

O cromo é um elemento considerado essencial para o homem e para aos animais, tendo importante função no denominado fator de tolerância á glicose, ou seja, o retorno de níveis excessivos de glicose no sangue a níveis normais (MALAVOLTA 1994). Segundo OLIVEIRA (1998), as concentrações máximas de Cr permitidas nos solos, de acordo com a regulamentação de diferentes países, são de 1.500g kg^{-1} nos Estados Unidos da América (USESPA 503), de 10g kg^{-1} na Comunidade Européia, 400g kg^{-1} no Reino Unido, 100g kg^{-1} na Alemanha e 110g kg^{-1} no Canadá.

Segundo MURTA (1997), a falta de controle dos rejeitos industriais contaminados por metais tóxicos pode causar alterações no solo, na água e no ar, trazendo como consequência a contaminação dos sistemas aquáticos, continentes e marinhos.

Chumbo

Nos solos agrícolas o conteúdo de chumbo (Pb) total varia de 2g kg^{-1} a 200g kg^{-1} concentrando-se nas camadas superficiais. Em solos onde há jazidas, já foram encontradas concentrações de 3.000g kg^{-1} a 5.000g kg^{-1} de chumbo, causando toxicidades ás plantas e aos animais que as ingeriram (MALAVOLTA, 1980). Os teores mais comumente encontrados nos solos entre 15g kg^{-1} e 25g kg^{-1} (MALAVOLTA, 1994).

De acordo com RAIJ (1991), o chumbo origina-se principalmente do chumbo-tetraetila adicionado á gasolina, mas também provém de defensivos adubos fosfatados e minerais que mantêm o elemento e é tóxico para o homem e pode causar efeito acumulativo no organismo. A disponibilidade de chumbo do solo ás plantas é baixo devido á forte retenção pelo complexo coloidal e as reações de insolubilidade deste elemento, diminuindo-se ainda mais com a adição de calcário e fosfato (BERTTON, 1992).

O teor de chumbo no solo varia com o tipo de solo e está relacionado com a argila, óxidos, hidróxidos de Fe, Al, Mn e matéria orgânica, podendo concentrar em partículas e CaCO_3 e de fosfatos (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001). O Pb pode ser adsorvido pela matéria orgânica e formar quelatos com ácidos Fúlvicos e Humicos, de maneira que fica indisponível. Porém pode ocorrer a contaminação de águas subterrâneas por este elemento através de erosões (MELO et al., 2002).

Foi avaliado o teor de Pb em 45 solos brasileiros sob condições de cerrado, tendo sido o valor médio de 10 g kg^{-1} (MARQUES, 2002). Em latossolos brasileiros, CAMPOS et al., (2003), encontraram um valor médio de 22 g kg^{-1} de chumbo. Para solos brasileiros, em geral, diferentes autores têm encontrado valores na faixa de $10\text{-}20 \text{ g kg}^{-1}$ para o chumbo (MELO et al., 2002). Segundo ABREU (1998), para avaliar a contaminação do solo por Pb recomenda-se que as amostras deste sejam retiradas na camada superficial, na profundidade de 0-10 cm.

As plantas não transportam consideráveis quantidades de chumbo para as partes superiores. O sistema radicular de uma planta pode conter concentrações de centenas de g L^{-1} , enquanto o sistema foliar da mesma raramente conterà mais de que 10 g L^{-1} . Nas plantas, o chumbo pode inibir o crescimento celular, porém mesmo em solos altamente contaminados não tem sido observado efeito fitotóxico com concentrações de até 200 g L^{-1} (PAGANINI et al., 2004).

Em seres humanos, de acordo com GONÇALVES (1999), o chumbo é absorvido em pequenas concentrações, sendo gradativamente acumulado nos tecidos, entram na corrente sanguínea, chega aos ossos e tecidos moles, inclusive nos rins e no fígado, dos quais é gradativamente excretado, via bile, no intestino delgado, sendo eliminado pelas fezes, ficando retida nos tecidos uma parte, onde se acumula, causando os sistemas de intoxicação mais tarde.

Cobre

O cobre é um dos metais mais importantes industrialmente, conhecido desde a antiguidade (MELLO et al., 1983), e a contaminação do meio por este elemento ocorre pelo uso de fertilizantes, pela deposição de resíduos industriais ou pelas emissões industriais (MELLO et al., 2002).

A remobilização do cobre é considerada intermediária, variando entre espécies e está relacionado com a fenologia da planta, considerando o fato que as plantas jovens têm os primeiros sintomas de deficiências, o que indica que sua translocação pelo floema é baixa.

Fatores ambientais podem influenciar na remobilização do cobre, no entanto, a aplicação constante de fungicidas à base de cobre pode alterar a disponibilidade deste elemento, considerando a quantidade aplicada e o tipo de produto, frequência e modo de aplicação, podendo ocorrer à elevação dos teores de cobre na superfície do solo e causar problemas de toxicidade (BORKERT et al., 1998; ABREU, 2005).

Avaliando solos do Estado de São Paulo, sob vegetação nativa ou pastagens sem fertilização mineral, MARCHIORI JUNIOR (2002), encontrou valores de cobre total variando entre $1,7 \text{ g kg}^{-1}$ (Neossolo Quartzarênio óxido) a $68,9 \text{ g kg}^{-1}$ (Argissolo Vermelho Amarelo distrófico).

Segundo MELO et al., (2002), ocorre interação química entre o cobre e os componentes minerais e orgânicos do solo, podendo formar precipitados com ânions, sulfatos, carbonatos e hidróxidos, e este elemento tem como principal característica de distribuição no perfil do seu acúmulo no horizonte superficial.

Foi observado, por ADRIANO (1986), que o cobre aplicado ou depositado no solo tende a persistir no mesmo e pode ser fixado fortemente pela matéria orgânica e por óxidos de ferro, alumínio e manganês e pelos minerais de argila. Por esse comportamento, é um dos menos moveis entre os metais tóxicos. De acordo com MALAVOLTA (1994), o cobre na solução do solo, e o adsorvido estão em equilíbrio e são considerados disponíveis para as plantas, enquanto os ligados a óxidos e em restos orgânicos estão relativamente não disponíveis.

Para ALLEONI et al., (2005), a adsorção máxima de cobre obteve correlação positiva com a saturação do alumínio e com os teores de argila, óxidos de alumínio total mal cristalizado no horizonte A e com pH de argila e óxido de alumínio total mal cristalizado no horizonte B. O pH do solo influencia, de maneira significativa a adsorção do cobre nos solos. Com o aumento do pH ocorre a dissociação de H^+ de grupos OH da matéria orgânica e de óxidos de Fe e Al, aumentando assim, as cargas negativas o que possibilita maior adsorção do cobre.

Teoricamente, o cobre em concentrações de 10 g L^{-1} , pode vir a ser tóxico para as plantas. Ele é menos prontamente deslocado para a planta que o Zinco, e pode se acumular em altas concentrações nas raízes. Nos cereais, restringe o crescimento das raízes, produzindo múltiplas ramificações espessadas. A adição de calcário, mantendo o pH acima de 6, 5 pode desintoxicar solos contaminados por cobre. (PAGANINI et al., 2004).

Ferro

O ferro é considerado o quarto elemento mais abundante na litosfera. Devido ao processo de intemperismo, ele aparece no solo em diversas formas, como óxidos, sulfetos, carbonatos, etc. E possui funções primordiais para o desenvolvimento da planta, como respiração, fotossíntese e outras. Na crosta terrestre, o ferro constitui em torno de 5% em

peso, sendo superado pelo oxigênio, silício e alumínio. O teor disponível de Fe é influenciado pelo pH, aeração, matéria orgânica e outros elementos. Na camada arável, há solos com teor de 50g. kg⁻¹ de ferro, cerca de 130 t.ha⁻¹. Mesmo com esses valores, há deficiência desse nutriente, pois em grande parte estão na forma não disponível para as plantas (BORKERT et al. 2001).

Conforme MALAVOLTA (2006), na solução do solo e em presença do oxigênio, o ferro sempre aparece como Fe₂O₃ coloidal e complexada com ligantes orgânicos. Em condições anaeróbicas ocorre à redução de Fe³⁺ (férrico) para Fe²⁺ (ferroso), e nessa condição pode ser tóxico para a cultura, como no arroz irrigado. Quando forma complexa com os compostos orgânicos, o ferro aparece na fase sólida, lábil e na solução. A matéria orgânica é um dos principais fatores do alto teor de ferro no solo. O Fe possui a habilidade em formar complexo e quelatos com a matéria orgânica, facilitando a sua movimentação no perfil do solo e sua absorção pelas plantas. As formas de Fe³⁺ são insolúveis, assim, a forma de Fe disponível para as plantas é a Fe²⁺ (MELLO et al., 2002).

As relações Fe²⁺ e Fe³⁺ são determinadas pela aeração. Em solos inundados ocorre a redução de Fe³⁺ para Fe²⁺, e aumenta a sua disponibilidade para as plantas (essa redução é via anaeróbica de bactérias). Quando o valor do pH é normal, o Fe é absorvido pelas plantas na forma de Fe²⁺ ou de quelatos. A facilidade de mudar o seu estado de oxidação (transição) é uma das características importantes para os processos biológicos, adsorção, transporte de nutrientes, respiração, fotossíntese e síntese de proteínas. As interações de incompatibilidade (antagônica) entre o ferro e os metais pesados têm sido verificadas em varias culturas. O excesso de metais pesados, como manganês, níquel e cobalto reduzem a absorção e a translocação de Fe. Porém, o excesso de Fe no solo pode reduzir a absorção de micronutrientes (BORKERT et al., 2001). O cobre, o zinco e o manganês, podem induzir a deficiência presumivelmente por inibição competitiva. Ainda que o ferro se desloque das folhas para as raízes, ou das sementes às plântulas, a redistribuição é muito pequena. As folhas mais velhas ficam verdes enquanto as novas amarelecem, em caso de deficiência de ferro.

Segundo FAQUIN (1994), o aumento da disponibilidade do manganês em solos ácidos, inibe competitivamente a absorção de ferro, causando o aparecimento de sintoma de deficiência deste elemento.

Manganês

O manganês é encontrado em maior concentração nas rochas eruptivas básicas na faixa de 200 a 1.200g kg⁻¹, nas rochas calcárias de 400 a 600g kg⁻¹ e nas sedimentares de 20 a 500 g.kg⁻¹ (MALAVOLTA, 1994). O Mn aparece na composição das rochas como íons Mn²⁺, Mn³⁺ e Mn⁴⁺ sendo o estado oxidado +2 o mais freqüente, ocupando o lugar de muitos cátions divalentes (Fe²⁺, Mg²⁺) em óxidos e silicatos (MELO et al., 2004).

O manganês é um elemento necessário para o desenvolvimento das plantas, pois participam de funções hormonais, metabolismo do nitrogênio e outros. No entanto pode causar problemas tanto pela deficiência quanto pelo excesso, provocando toxidez (MALAVOLTA, 2006). No solo, de acordo com BORKET et al., (2001), o Mn está na forma Mn (II) como óxidos de hidróxidos, e ocorre em pequenas quantidades como cátions trocáveis e na solução do solo.

De maneira geral, o Mn possui maior concentração na superfície do solo, atingindo um mínimo no horizonte B, aumentando um pouco no Horizonte C, porém, esse comportamento não é regra. Vários fatores influenciam o seu teor no solo, como o valor do pH, a matéria orgânica e a reação de oxi-redução. Para MELLO et al., (1983), o problema de toxidez só é verificado em casos de alta acidez, o que pode ser controlado com a calagem. Segundo MELO et al., (2004), a calagem é uma pratica que ajuda a reduzir a disponibilidade do metal e os riscos de toxicidade.

Os compostos com Mn possuem rápida oxidação e redução em solos, influenciando na sua disponibilidade para as plantas e movimentação no perfil do solo (MELO et al., 2004). No processo de oxidação ocorre redução na disponibilidade de Mn e de outros micronutrientes associados a ele. Em condições de redução o metal está prontamente disponível e pode chegar a níveis tóxicos. O processo de redução de óxidos de Mn tem efêmero duplo na troca de cátions do solo, pois faz desaparecer a superfície de troca do oxido e forma o íon Mn²⁺, na competição da troca com outros cátions (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001).

O pH é outro fator que age na disponibilidade do Mn para s plantas, pois em solos bem drenados o Mn eleva a sua solubilidade com o aumento da acidez do solo, ocorrendo o contrário com o aumento da alcalinidade. MELO et al., (2004), citados por SILVA, (1995), indicaram que além do pH, a aeração influencia a disponibilidade do Mn que diminui nos solos bem arejados e em períodos de seca, aumentando nos solos encharcados e compactados. Nos solos mais ricos em matéria orgânica sua disponibilidade também é menor.

Nas condições naturais, sem a intervenção do homem, os dois elementos que mais comumente se apresentam em níveis tóxicos no solo, e nas plantas cultivadas, são o alumínio e o manganês, o que é particularmente verdadeiro nas condições do cerrado (MALAVOLTA, 1985). Conforme citado por MALAVOLTA et al., (1997), O manganês é absorvido ativamente e em propriedades químicas semelhantes o dos metais alcalina-terroso, como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , e de metais tóxicos, Fe e Zn, por exemplo, e por isso esses cátions podem inibir sua absorção e transporte. Por sua vez, o manganês inibe a absorção do zinco e, principalmente a do ferro.

Zinco

O elemento zinco é encontrado nas rochas da crosta terrestre em concentrações variáveis, sendo de 70 a 130g kg^{-1} nas eruptivas básicas (basalto); 50 a 60 g kg^{-1} nas eruptivas ácidas (granito, riolito); em torno de 80g kg^{-1} nas metamórficas (xistos) e algumas sedimentares (argilitos); de 30 a 40 g kg^{-1} nas argilas glaciais; em torno de 16g kg^{-1} em arenitos, é de 20g kg^{-1} em calcários (MALAVOLTA, 1994).

O Zn apresenta com o número de oxidação II, com afinidade para ligantes contendo enxofre. As principais fontes antropogênicas de Zn para o solo são atividades de mineração, o uso agrícola do solo de esgoto, de resíduos e subprodutos de processos industriais e o uso de fertilizantes (MELO et al., 2004).

A atuação do zinco no solo está relacionada às principais propriedades do solo, como concentração do elemento, presença de outros íons na solução do solo, adsorção e ligantes que formam complexos orgânicos com o metal, o pH e potencial redox. Avaliações realizadas em amostras de solos contaminados mostram que a elevação de uma unidade de pH diminui 100 vezes a solubilidade do Zn^{2+} (MELO et al. 2004).

Segundo KABATA-PENDIAS & PENDIAS (2001), a adsorção de Zn aparenta ocorrer através de dois mecanismos, um em meio ácido e outro em meio alcalino, com o processo de quimiossorção, fortemente afetada pelos ligantes orgânicos. Pesquisa realizada por NASCIMENTO et al., (2002), com o objetivo de avaliar a influência da calagem e de doses de zinco sobre os processos de desorção, extração e fracionamento desse elemento em Latossolos, permitiu concluir que após a aplicação do Zn, esse elemento foi retido, principalmente nas frações trocáveis e na matéria orgânica.

Com relação à remobilização do zinco na planta não existe pesquisa suficiente, com conclusões claras. Em geral, foi observado que apenas pequena quantidade de Zn pode ser

translocado no floema. Essa limitada capacidade de remobilização pode estar relacionada á alta capacidade de ligação entre o zinco e os tecidos da folha. (DORBAS et al. 2001). O Zn é um elemento essencial para o homem, atuando no processo de divisão celular e intervindo em varias reações do metabolismo. (PAGANINI et al. 2004).

De um modo geral MALAVOLTA et al., (1997), relataram que a absorção radicular do Zn^{2+} se dê ativamente, embora nas raízes, cerca de 90% do elemento ocorram em sítios de troca ou adsorvidos nas paredes das células do parênquima cortical. A absorção foliar também é ativa. O processo é favorecido por um pH do meio em torno de 6,0 e diminui muito quando o pH está próximo de 3,0. O Cu^{3+} e o Fe inibem sua absorção. Altos níveis de fósforo no meio do solo ou na solução nutritiva causam diminuição na absorção do Zn, provocando sintomas de carência na parte aérea das plantas.

Fósforo

O fósforo é o único macronutriente que não existe na atmosfera, somente em forma sólida nas rochas. Ao mineralizar-se é captado pelas raízes das plantas e se incorpora na cadeia trófica dos consumidores. O fosfato tem várias funções na célula vegetal, como elemento estrutural dos ácidos nucléicos (RNA, DNA), elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com açucares, com o gliceraldeído e com as coenzimas (ADP, ATP), elemento regulador - o Pi (iônico) armazenado no vacúolo e liberado no citoplasma e atua como regulador de diversas vias sintéticas (PRATA, 1999).

Como elemento regulador, o Pi tem importante função na partição do C entre os cloroplastos e o citosol. Em cloroplastos isolados, um aumento na concentração de Pi no citosol estimula a fotossíntese, mas inibe drasticamente a incorporação do C, fixado em amido. Assim plantas deficientes apresentam redução na parte aérea mais acentuada do que a redução na fotossíntese, devido ao acúmulo de amido e açucares na folha.

A demanda de P pelas plantas para um crescimento ótimo esta na faixa de concentração de 2 a 5 g kg⁻¹ de matéria seca.

Potássio

O potássio desempenha muitas funções na bioquímica e fisiologia da planta, destacando-se sua participação nos processos de fotossíntese, transporte e armazenamento de

assimilados. É requerido em grande quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais. (MARSCHNER, 1995).

O K^+ é um íon monovalente de pequeno raio iônico, cuja absorção é altamente seletiva e acoplada aos processos metabólicos, apresentando elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre células individuais, entre tecidos e no transporte de longa distância via xilema e floema. O K^+ não é assimilado em compostos orgânicos, isto é, não é metabolizado no solo. Forma ligações fracas facilmente trováveis. No citoplasma, não compete pelos pontos de ligações que requerem cátions bivalentes. O K^+ é o cátion mais abundante no citoplasma e, com os ânions acompanhadores, tem importantes funções nas células e tecidos da plantas (MENGEL & KIRKBY, 1987).

De maneira geral para todas as plantas, as concentrações de K^+ no citosol e nos cloroplastos são mantidas entre 100 a 200 $mmol L^{-1}$. Suas funções no citosol e nos cloroplastos não podem ser desempenhadas por outro nutriente, isto é, o K^+ não pode ser substituído por nenhum cátion monovalente.

O requerimento de potássio para o ótimo desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 20 a 50 $g kg^{-1}$ de massa seca, variando conforme a espécie, a época e o órgão analisado FAQUIN (1994).

Cálcio

O cálcio é absorvido pelas plantas na forma de cátion bivalente (Ca^{2+}), sendo maior que o Mg, porém com menor raio de hidratação, o que lhe confere vantagem na absorção e na demanda seletiva pela planta. Essa absorção ocorre passivamente através dos canais de íons localizados na membrana plasmática das raízes.

O cálcio tem diversas funções nas plantas, como elemento estrutural, o Ca^{2+} se localiza em alta concentração na lamela média das paredes celulares, no apoplasto e na parte externa da membrana plasmática, fortalecendo-as na forma de pectatos de Ca, garantindo a estabilidade das paredes e das membranas.

A movimentação do cálcio no floema é extremamente baixa (RAVEN, 1997). O aumento da transpiração da planta inteira não aumenta necessariamente a concentração de cálcio nos frutos, pois as folhas e os frutos competem diretamente por água e cálcio. Outro fator importante é que o fruto apresenta baixa taxa de transpiração quando comparado com a folha (QUINTANA, 1996).

A planta mantém baixo o teor de cálcio nos frutos pela diluição resultante do crescimento e pela precipitação da Ca no floema na forma de oxalato. Porém, quando os frutos crescem rapidamente, essa diluição pode atingir valores baixos do nível crítico necessário para a integridade das paredes e membranas celulares, que se rompem desarranjando os tecidos.

Magnésio

O magnésio é absorvido pelas plantas na forma de íon bivalente. Por ser o Mg^{2+} um pequeno íon, porém com grande raio de hidratação, sua absorção pode ser fortemente reduzida pelo K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} e pelos H^+ em baixo pH. Quanto a sua mobilidade, o Mg^{2+} é bastante móvel no xilema e no floema, e o transporte e redistribuição se dão na forma iônica.

Suas funções na planta são diversas, como elemento estrutural, é o centro da clorofila e forma pectatos ajudando na estabilidade das membranas e paredes celulares (RAVEN, 1977). Como elemento ponte atua na estabilidade da conformação de proteínas e enzimas, essa função do Mg^{2+} está relacionada com sua capacidade de interagir fortemente com grupos de moléculas complexas, formando uma ponte iônica, estabelecendo uma geometria precisa entre as moléculas, como por exemplo, entre uma enzima e seu substrato.

A principal função do Mg é certamente estrutural, como centro da molécula de clorofila. A proporção de Mg ligado á clorofila depende da espécie, do suprimento do nutriente e da intensidade da luz, podendo chegar até 50% de Mg total das folhas, em plantas deficientes sob baixa luminosidade. A demanda de Mg^{2+} pelas plantas para um ótimo crescimento está na faixa de concentração de 15 a 35 $g\ kg^{-1}$ de matéria seca.

3.1.1 Metais tóxicos no Solo.

A disponibilidade de metais pesados no solo é influenciada pela presença de ligantes orgânicos e inorgânicos adsorvidos ou em solução. Esses podem aumentar ou diminuir a adsorção de metais pesados. Quando há uma alta concentração de ligantes em solução ocorre á tendência da supressão da adsorção de metais catiônicos devido a processos de competição ou complexação Os metais pesados considerados muito tóxicos podem não apresentar grande mobilidade no solo, devido ao papel das soluções tampões, que controlam o

transporte de elementos químicos. Com relação a ecossistemas tropicais, essas soluções têm papel especial para solos com alto teor de óxidos, pois tende a interagir com os metais catiônicos, como Pb^{2+} e Cd^{2+} , o que pode reduzir a biodisponibilidade desses elementos, reduzindo, também o impacto no ambiente (GUILHERME et. al., 2005)

Assim como ocorre com outros elementos, os metais pesados passam por uma biociclagem no solo através da absorção pelas plantas, biomassa microbiana e transformação em formas livres (iônica) ou de quelatos que se equilibram com as demais formas encontradas no solo. Os elementos metálicos, portanto, além de sofrerem inúmeras transformações, por causa de sua baixa mobilidade, estão também sujeitos á mineralização e a imobilização na biomassa microbiana, ou serem absorvidos pelas plantas e ingressarem na cadeia alimentar (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A composição elementar total no solo tem utilidade limitada, mas é importante conhecê-la para se ter uma idéia do seu teor no ambiente, tanto nos estudos de poluição e contaminação, como para estudos pedológicos. Se um elemento pode representar um perigo eminente á cadeia alimentar, é importante avaliar seus teores disponíveis ou solúveis, uma vez que eles vão estar relacionados com a mobilidade e com a absorção pelas plantas, possivelmente pelos frutos (CAMARGO et al., 2001) A maioria dos metais pesados está na solução do solo em concentrações baixas variando de 1 a 1.000 mg^{-1} .

Ocorrem casos em que os teores são menores que 1mg, estando estes teores abaixo do limite de detecção para a maioria dos métodos padrão de análise. Nesta situação, quando o elemento tende a ficar retido no solo, é denominada adsorção. Podem ocorrer situações em que o valor da constante de solubilidade é menor que os produtos das concentrações, ocorrendo reações de precipitação-dissolução. Há muitos elementos que possuem baixa mobilidade no solo, principalmente as formas tóxicas dos metais catiônicos (Ag^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{2+} , Pb^{2+}), pois formam complexos de esfera interna (adsorção específica) com os minerais, característico do Pb (GUILHERME et al., 2005).

3.1.2 Metais Tóxicos nos Animais Superiores

Alguns metais tóxicos, mesmo em concentrações baixas, desempenham conforme citado por CATALÃ et al., (1993), funções biológicas essenciais para o homem. Outros, ao contrario, como Cd, Hg e Pb, trazem sérios problemas, pela sua comprovada toxicidade para o organismo humano.

WITTMAN (1981), expressou que os metais essenciais, em quantidades inferiores a 0,01% da massa do organismo vivo, seguem a tendência geral, em baixos níveis de suprimentos, levar a uma deficiência, em quantidades adequadas oferecer condições ótimas e, em excesso, provoca efeitos tóxicos, podendo atingir o grau da letalidade. Para LEITE (1982), o risco deste mecanismo de ação consiste na amplitude do intervalo entre o nível ótimo e o nível de determinado elemento, o qual, freqüentemente, é bastante pequeno.

Os compostos do cromo, na concentração de 5 g kg^{-1} , são tóxicos para peixes de água doce. Os peixes parecem ser relativamente tolerantes ao cromo, mas alguns invertebrados aquáticos são mais sensíveis (OSSANAI, 1980). Segundo, WITTMAN (1981), inúmeros sais minerais de chumbo, zinco cobre mercúrio, níquel, cádmio e prata precipitam e tornam compacto o muco que cobre as brânquias dos peixes, impedindo, dessa forma, as trocas gasosas que se realizam através desses órgãos.

Estudos desenvolvidos nos Estados Unidos da América, de acordo com OSSANAI, (1980), indicaram que o cromo é o único elemento cujos teores concentrados nos tecidos parecem diminuir com o aumento da idade da população humana, mas a concentração nos pulmões não diminui, sugerindo que o cromo aí localizado não se encontra em equilíbrio com o restante do corpo.

O cádmio acessa o organismo humano pela vias respiratórias ou gastrintestinais, podendo ser encontrado no organismo adulto em quantidades de 25g a 30g, concentrando-se, preferencialmente no fígado e nos rins (CATALÃ et al., 1993).

O chumbo, de acordo com BERNARD (1995), é o metal tóxico que tem merecido maior atenção pelos numerosos problemas que causa, tanto pelo interesse na multiplicidade de vias de entrada no organismo, como pela sua elevada toxicidade e amplo aspecto de órgãos e sistemas afetados no homem e em animais domésticos. ZAJRADNIECK et al., (1989), examinando 69 amostras de leite humano para determinação de chumbo e cádmio, observaram a presença de cádmio em 98,6% das mesmas, com nível médio de $0,031 \text{ g ml}^{-1}$.

3.1.3 Absorção acúmulo e transporte de metais tóxicos nas plantas

A absorção, o transporte e a redistribuição dos metais tóxicos, sendo estes micronutrientes ou não, tem muito em comum com o que ocorre com os macronutrientes de um modo geral, porém apresentam algumas particularidades. No caso de quelatos naturais ou sintéticos de ferro aparentemente ocorre à separação do agente quelante antes da absorção

(MACIEL et al., 2003). O Cu^{2+} apresenta grande afinidade por vários ligantes (fenóis, aminoácidos, quelantes sintéticos) havendo, por isso, a possibilidade de que a molécula inteira seja absorvida, segundo MARSCHNER (1986), várias espécies e mesmo variedades dentro de uma mesma espécie, podem usar estratégias diferentes para absorver o ferro. (MALAVOLTA, 1994).

MALAVOLTA et al., (1989) citaram que os metais tóxicos podem ser absorvidos das plantas de três formas distintas, ou seja, a) interceptação radicular: a raiz ao se desenvolver, encontra o elemento na solução do solo, o qual ocupa os poros grandes (diâmetro médio que 10 mm) médios (diâmetro entre 0,2 Mn e 10 Mn) e do qual o elemento é absorvido; b) fluxo de massa: o elemento se move com uma fase aquosa, a solução do solo, a qual se desloca de uma região mais úmida para outra mais seca junto à raiz. O fluxo de massa pode suprir todo o molibdênio necessário; c) difusão: caminhamento do metal tóxico por distancias curta dentro de uma fase aquosa estacionaria indo de uma região de maior concentração para outra de menor concentração, na superfície da raiz. A difusão é o processo dominante para o manganês (80%) e o zinco (60%).

BARCELÓ & POSCHENRIEDER (1992), mencionaram que a toxidez causada por metais tóxicos nas plantas podem se manifestar em três níveis: a) absorção, transporte e acumulação; b) mecanismo primário, ao nível molecular, celular e sub-celular; c) mecanismo secundário, ou seja, interferência nos processos funcionais da planta. Obviamente, a acumulação dos metais tóxicos até os níveis de saturação para os animais e para o homem, respectivamente na forragem e na alimentação, é aspecto importante a ser considerado, pois os seres envolvidos são integrantes da cadeia alimentar, estando o homem, normalmente no final da mesma, podendo receber seu alimento com alto teor de metal tóxico.

Segundo (MALAVOLTA, 1994) são as características químicas que determinam o comportamento desses elementos no solo tais como valência, grau de hidratação, raio iônico, estado de oxidação que sugerem que o cromo, cobalto e níquel tenham o processo semelhante ao do ferro e manganês; enquanto o chumbo, provavelmente, deve entrar em contato em escala maior por difusão, já que a facilidade com que é imobilizado no solo deve restringir o seu movimento na solução.

KABATA-PENDIAS (1984), relataram que a absorção do chumbo pode ser passiva, não necessita do gasto de energia, entretanto diminui com a temperatura. A presença de micorrizas em associação com raízes das plantas aumenta a superfície de contato destas com a solução do solo, promovendo maior absorção de vários alimentos, sendo o fósforo o mais citado; entre os micronutrientes, os mais citados quanto a este evento, são o cobre e o

zinco, segundo SILVEIRA, (1992). A absorção pelas plantas é uma das principais rotas de entrada dos metais tóxicos na cadeia alimentar (ALBERICI et al., 1989).

Os metais tóxicos podem interagir entre si ou com outros elementos, interferindo na absorção e utilização pela planta. As interações, normalmente, ocorrem entre os íons que apresentam propriedades químicas semelhantes e competem assim, pelos mesmos sítios de adsorção, transporte e funções ativas da célula vegetal (BATAGLIA, 1989).

A capacidade que as folhas têm para absorver nutrientes, conforme expressado por MALAVOLTA (1994), tem importância agrícola e ecológica. Metais tóxicos macronutrientes contidos no ar e geralmente carregados pela chuva, podem ou não, ser absorvidos em ecossistemas agrícolas pelas folhas das plantas. O elemento presente numa gota de solução que molha a superfície da folha faz seu percurso a partir da cutícula, epiderme superior mesófilo, epiderme inferior, sendo esta a camada mais fina. A camada estomática também se acha revestida pela cutícula.

MALAVOLTA, (1994) citou que o transporte radial dos metais tóxicos na raiz inicia a partir da epiderme, parênquima cortical, endoderme e cilindro central. Neste percurso, o elemento desloca pelas paredes celulares e espaços intercelulares, o apoplasto, pode também, passar de uma célula para outra via protoplasma e seus prolongamentos.

No xilema o metal tóxico pode encontrar-se forma iônica (Cd^{2+} , CrO_4^{2-} , Co^{2+}), complexado ou quelatizado: Cu-aminoácidos, Fe-citrado, Mo-aminoácidos com enxofre, Ni-aminoácidos; sendo provável que a maior proporção do manganês e do zinco também esteja em forma iônica devido à baixa estabilidade dos compostos que formam com ligantes orgânicos. Segundo ADRIANO (1986), o movimento no apoplasto diminui o transporte do chumbo no xilema, sendo que parte deste elemento que atinge o xilema é complexado na forma de compostos insolúveis na parede celular.

O transporte dos elementos químicos a longa distância das raízes para os órgãos aéreos (ramos, folhas e frutos) se faz segundo MALAVOLTA (1994), principalmente pelo xilema e a entrada nos vasos é um processo que necessita de energia.

CAMARGO (2001) observaram que os mecanismos de absorção dos metais tóxicos pelas folhas são muito parecidos com os citados para o caso da absorção radicular. Para SILVA (1997), os elementos aplicados na folha, podem em maior ou menor grau ser transportados principalmente via floema para outras partes da planta, inclusive até as raízes.

CAMARGO (2001), mencionou que algumas espécies vegetais possuem a característica de acumular quantidades extremamente altas de determinados metais tóxicos sem sofrerem consequências prejudiciais. Têm sido registrados casos em que determinadas plantas servem

como indicadores da presença de minérios (cobre fero, manganês, chumbo e zinco). Não se conhece o motivo pelo quais tais plantas têm esta capacidade de acumular os metais tóxicos em seus tecidos. Plantas de algumas espécies podem acumular níveis excessivamente elevados de metais tóxicos específicos, tais como cobalto ou selênio e, inversamente, excluir outros metais (LEITE, 1982).

A concentração de cromo presente nas plantas, segundo BARTLETT & JAMES (1988), está associada principalmente com a presença de formas solúveis do elemento no solo. Seu estado de oxidação exerce importante papel neste sentido. O cromo trivalente, por sua vez somente se apresenta na forma solúvel, a valores de pH menores daqueles normalmente encontrados em sistemas biológicos ou quando complexado com moléculas orgânicas de baixo peso molecular, que possuem pouca mobilidade através das membranas celulares.

LEITE (1982) citou que o cromo pode agir de diferentes formas sobre as plantas e estas podem reagir, também, de maneira diversa. O resultado dependera da forma em que o cromo se encontrar, das características do meio que interagem com o metal e da resposta da planta á presença do cromo.

As espécies olerícolas, cujo sistema de exploração se baseia no cultivo intenso e contínuo, possuem grande capacidade de extração de elementos do solo (FURLANI et al., 1978). Para COSTA (1994), tais metais se revelam como potenciais acumuladores de metais tóxicos quando cultivadas em solos contaminados. Isso constitui grande problema para a saúde humana, visto que grande parte do composto orgânico de resíduos é destinada aos solos cultivados com olerícolas. Considerando-se que tais espécies são consumidas integralmente, os riscos de contaminação são ainda maiores.

Dentre as olerícolas, a alface é considerada a principal acumuladora de metais tóxicos, principalmente zinco, cobre e chumbo KRAY, (2001) a absorção e a translocação do cádmio em espécies cultivadas em solução nutritiva, notaram que, na alface a maior parte do cádmio absorvido era translocado para parte aérea, enquanto na cenoura grande proporção desse elemento ficava retida nas raízes. COSTA, (1994) obteve dados semelhantes nessas duas espécies com o chumbo.

As espécies folhosas como alface e o espinafre, são consideradas as maiores acumuladoras de metais tóxicos que as tuberosas, como a cenoura, a beterraba e o rabanete (ZURERA et al. 1987).

Segundo MARSCHENER (1983), os teores de metais tóxicos, incluindo os micronutrientes, apresentam concentrações na matéria seca na seguinte ordem, de forma decrescente: folha < que raízes de reserva, < que tubérculos < que frutos carnosos < que

sementes, enquanto que para ADRIANO (1986), os metais tóxicos absorvidos pelas plantas estão praticamente distribuídos de forma equitativa entre a parte aérea e as raízes.

Com relação ao Mecanismo de tolerância das plantas aos metais tóxicos é quase sempre específico para cada metal, tolerância a um determinado metal não confere automaticamente tolerância a outro metal LEITE, (1982).

4. AGROTÓXICOS.

Os Agrotóxicos são produtos ou componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção armazenamento de produtos agrícolas nas pastagens, nos ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, sendo usado também como substâncias e produtos empregados como desfolhantes dessecantes e estimuladores ou inibidores de crescimento (GRISOLIA, 2005).

Os agrotóxicos sintéticos foram introduzidos no Brasil em 1930, porém o primeiro produto a apresentar eficiência foi o diclorodifeniltricloroetano (DDT), que foi sintetizado por Muller em 1939 (NUNES & RIBEIRO, 1999). Atualmente, há no Brasil cerca de 300 ingredientes ativos e 2.000 formulações de agrotóxicos (GUIA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA, 1999). Nos Estados Unidos da América (EUA), há mais de 800 ingredientes ativos usados como pesticidas que são formulados em cerca de 21.000 produtos comerciais diferentes (BARR & NEEDHAM, 2002).

Em trabalhos realizados por FUTINO & SILVEIRA (1991), as culturas com maior participação no mercado de agrotóxicos, segundo dados foram; soja, cana-de-açúcar, arroz e consumiram 73% dos herbicidas, e trigo, cereais, hortaliças e frutas 67% de fungicidas; algodão, citros e outros 60% do mercado das inseticidas. Como resultados dessas cifras, os agrotóxicos podem estar atualmente presentes em todos os compartimentos do ambiente, o que explica o grande interesse em monitorá-lo em diferentes sistemas e pesquisas.

Os agrotóxicos, além de cumprirem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso frequente e muitas vezes, incorreto de agrotóxicos pode causar a contaminação dos solos, da atmosfera, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos, apresentando conseqüentemente efeitos negativos em organismos terrestres, aquáticos e intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados assim como o risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais (FUNARI et. al. 1995).

Segundo TRAPÉ (1993), ocorreram no mundo cerca de três milhões de intoxicações agudas e 220 mil mortes por ano. Destas, cerca de 70% se dão em países do chamado terceiro mundo. A intoxicação dos trabalhadores que tem contato direto ou indireto com esses produtos e a contaminação por alimentos tem causado intoxicações e mortes. Dados oficiais recentes colocam o Brasil como o 5º consumidor tendo consumido no país, em 2001, 328.413 toneladas de produtos químicos (ANVISA, 2002).

Uma pesquisa realizada pela secretaria da Agricultura do estado do Paraná (SIQUEIRA et al., 1983), ocorreu cerca de 1.500 casos de intoxicação de agrotóxicos naquele estado, dos quais 1.268 (84%) na cultura do algodão. Também foi constatada a permanência de agrotóxicos nos alimentos produzidos no Paraná. SARTORATO (1996), analisou os riscos da aplicação de agrotóxicos em dois assentamentos rurais dos trabalhadores que produzem sem e com agrotóxicos. Observou que os que produziam sem agrotóxicos tinham mais conhecimento dos riscos e do seu uso em relação aos produtores que utilizavam agrotóxicos. O que em muitos casos falta maior monitoramento e conhecimento sobre o uso indevido e os riscos na saúde humana e no ambiente.

Os métodos de aplicação de agrotóxicos podem ser por via sólida, líquida e gasosa. A aplicação por via líquida é o método predominante, sendo a aplicação por via gasosa empregada somente em alguns casos. Na aplicação por via líquida uma formulação é geralmente diluída em água formando a calda que, via de regra é aplicada na forma de gotas através da pulverização (GEBLER & SPADOTTO, 2004).

O Brasil possui uma legislação de agrotóxicos, lei federal nº. 7.802 desde julho de 1989, regulamentada através do Decreto 98.816, no artigo 2º, evoluída, exigente e restritiva, que cuida, além da necessidade de comprovação da eficiência agrônômica, da garantia da minimização dos perigos ao ser humano e das ameaças ao meio ambiente, provenientes desses produtos químicos.

Atualmente realiza-se uma avaliação dos riscos ambientais de cada produto, considerando além da ecotoxicidade, a exposição dos organismos nos diferentes compartimentos ambientais, o que demanda um amplo entendimento de como os agrotóxicos se comporta no ambiente depois de aplicados de quais efeitos podem causar no organismo. Segundo ARAÚJO (2000), há necessidade de técnicas alternativas que sejam seguras para a produtividade das culturas, para que diminuam a dependência do uso de agrotóxicos na produção agrícola.

O monitoramento dos agrotóxicos e metais em culturas utilizadas para fins alimentícios pode ser feito baseado em sua análise química de teores de metais e agrotóxicos.

A melancia, como e cultivada principalmente de forma convencional é muito comum o uso repetitivo de fertilizantes químicos como os agrotóxicos sendo estes fungicidas e herbicidas como: Tiofanato metílico, Metalaxil-Maconzeb, Deltametrina e sulfato de cobre, quando em excesso pode causar sérios riscos de contaminação na saúde humana.

5. ANÁLISE MULTIVARIADA

5.1 Análise das Componentes Principais

A Análise das Componentes Principais (PCA, do inglês "Principal Component Analysis") é uma ferramenta quimiométrica que pode ser utilizada na visualização de propriedades de amostras. Comumente é empregada, para identificação de grupos distintos, na seleção de amostras e na construção de modelos para calibração multivariada. O objetivo da PCA é reduzir o número de variáveis envolvidas na modelagem, através de combinação linear estabelecida entre os dados (OLIVEIRA, 2003).

A PCA é um método para decompor uma matriz de dados \mathbf{X} , como uma soma de matrizes de posto igual a um como pode ser visto na equação.

$$\mathbf{X} = \mathbf{M}_1 + \mathbf{M}_2 + \mathbf{M}_3 + \dots + \mathbf{M}_h \quad (1)$$

Sendo o posto um número que expressa a verdadeira dimensão de uma matriz.

Assim essas novas matrizes de posto igual a 1, são produtos de vetores chamados escores \mathbf{t}_h e pesos \mathbf{p}_h . Os escores e os pesos podem ser calculados par a par por um processo iterativo, mostrado na equação:

$$\mathbf{X} = \mathbf{t}_1 \mathbf{p}_1 + \mathbf{t}_2 \mathbf{p}_2 + \dots + \mathbf{t}_h \mathbf{p}_h \quad (2)$$

Esta equação pode ser representada de uma maneira geral para expressar a somatória dos vetores em matrizes, como mostra a equação:

$$\mathbf{X} = \mathbf{TP}' \quad (3)$$

De uma forma mais clara, esta soma de vetores pode ser vista por uma representação gráfica de matrizes dos vetores. Como mostra a figura 2.

$$\mathbf{X} = \mathbf{t}_1 \mathbf{1} + \mathbf{t}_2 \mathbf{1} + \dots + \mathbf{t}_h \mathbf{1}$$

Figura 01 - Representação matricial da somatória de produtos dos vetores escores e pesos.

Uma melhor exemplificação da PCA pode ser vista na figura 01.

Onde os vetores \mathbf{t}_h e \mathbf{p}'_h estão representados no plano de duas variáveis x_1 e x_2 . A figura 2A mostra uma componente principal que é a reta que aponta para a direção de maior variabilidade das amostras da figura 2B, aqui numeradas de 1a 6. Na figura 2A, estão representados os pesos (\mathbf{p}_1 e \mathbf{p}_2) que são os cossenos dos ângulos do vetor de direção, na figura 2B estão representados os escores (\mathbf{t}_1 e \mathbf{t}_2) que são as projeções das amostras na direção da componente principal.

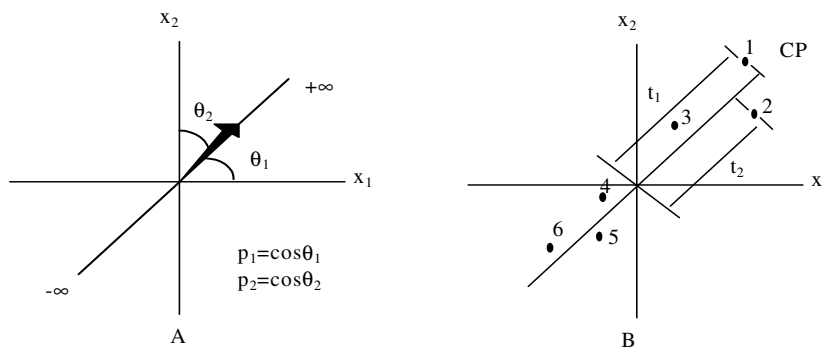


Figura 2. Representação de uma componente principal para as variáveis x_1 e x_2 : A) representação dos pesos (\mathbf{p}_1 e \mathbf{p}_2); B) representação dos escores (\mathbf{t}_1 e \mathbf{t}_2).

5.2 Redes de Kohonen

Dentre os métodos quimiométricos, encontram-se as redes neurais artificiais, as quais são baseadas no comportamento do cérebro humano (De SENA e POPPI, 2000). O mapa auto-organizável- também chamado de rede de Kohonen – é um tipo de rede neural que emprega o algoritmo de aprendizagem não-supervisionada. Ele é utilizado, principalmente, na visualização de dados multidimensionais, através do mapeamento destes dados para uma região bidimensional com preservação da topologia, e na classificação (ZUPAN et al., 1997). Informações similares e não similares podem ser distinguidas precisamente em mapas bidimensionais, a localização de um dado particular nesta região depende do grau de similaridade entre os dados. Dados similares são posicionados em regiões vizinhas (TOKUTAKA et al., 1999). Quando agrupamentos são observados, o mapa auto-organizável pode ser empregado na classificação.

Na aprendizagem competitiva, somente um neurônio na camada ativa é selecionado depois de ocorrer a entrada, não importa quanto próximo os outros neurônios estão à este melhor disposto, eles estarão ao lado de qualquer ciclo. A rede seleciona o neurônio vencedor ou neurônio central, obedecendo dois critérios, mostrados nas equações 4 e 5:

A máxima saída na rede inteira:

$$\text{Saída}_c \leftarrow \max(\text{saída}_j) = \max\left(\sum_{i=1}^m w_{ji} x_{si}\right) \quad (4)$$

ou o vetor peso $w_j = (w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jm})$ mais similar ao sinal de entrada $x_s = (x_{s1}, x_{s2}, \dots, x_{sm})$:

$$\text{Saída}_c \leftarrow \min\left\{\sum_{i=1}^m (x_{si} - w_{ji})^2\right\} \quad (5)$$

$j = 1, 2, \dots, n$ (j refere-se a um neurônio particular, n é o número de neurônios, m é o número de pesos por neurônio e s identifica uma entrada particular).

O índice j que especifica o neurônio atual na camada depende no plano da rede. Aqui não é problema se os neurônios estão arranjados num espaço de uma dimensão consistindo de n neurônios. Em alguns casos, o índice j simplesmente assume o valor de 1 a n , enquanto os vizinhos próximos ao neurônio c são os neurônios com índices $j = c - 1$ e $j = c + 1$, os neurônios da segunda vizinhança tem índices $j = c - 2$ e $j = c + 2$, e assim por diante. No caso de um plano de duas dimensões da rede de Kohonen, o índice j tem de ser entendido como descrevendo a locação do neurônio particular num plano de duas dimensões. Usualmente, uma locação de neurônios em duas dimensões na rede é descrita por dois índices, um descrevendo a abscissa e o outro descrevendo o eixo das ordenadas da posição do neurônio. Isto mede que o neurônio j num plano bidimensional tendo n neurônios (ordenados dentro de uma rede $n1 \times n2 = n$ com $n1$ linhas e $n2$ colunas) pode ser encontrado na $m1 = [(j - 1)/(n2)] + 1$ coluna (coordenada x) de 1 a $n2$ e na $m2 = j - (m1n2)$ linha (coordenada y) de 1 a $n1$.

Em muitos casos as camadas de Kohonen são quadráticas, ou seja, $n1 = n2$. O plano quadrático minimiza a distorção do espaço de projeção bidimensional que sempre ocorre quando a projeção do espaço multidimensional de entrada de vetores é aplicada. Já os planos em que $n1 \neq n2$ são raramente usados.

Após encontrar o neurônio c , que melhor satisfaz o critério de seleção, os pesos w_{ci} são corrigidos para marcar a resposta maior e/ou próxima da desejada. Isto mede que se um certo sinal x_i próximo ao peso w_{ci} tenha produzido também uma maior saída, o peso deve ser

diminuído e vice-versa. Os pesos w_{ji} dos neurônios vizinhos são bem corrigidos, e estas correções são usualmente escaladas, dependendo da distância do neurônio c . Por esta razão, a função de escalonamento é chamada de uma função de topologia dependente, dada pela equação 6.

$$a(\bullet) = a(d_c - d_j) \quad (6)$$

Onde $d_c - d_j$ é a distância topológica entre o neurônio central c e o corrente neurônio j , enquanto a extensão da simulação depende da função $a(\bullet)$. Esta função pode assumir a forma de uma função mexicana, triangular ou de uma superfície plana. Além do aumento com o decrescimento de d_c , decresce com cada ciclo de iteração do processo de aprendizagem. Na aprendizagem de Kohonen pode-se distinguir dois diferentes casos. O primeiro ocorre quando o número de objetos é maior que cada objeto x_s que entra na rede de kohonen somente uma vez e provavelmente alguns mais não entra ao procedimento de aprendizagem a todos, enquanto no segundo caso o número de objetos para o treinamento da rede é pequeno, conseqüentemente, é necessária a entrada do conjunto inteiro de objetos novamente e novamente dentro da rede, antes de ser propriamente treinada. Para descrever o número de ciclos de treinamento necessário para processar todos os objetos pela rede exatamente uma vez, o termo chamado "one epoch" de treinamento tem sido definido. Portanto, a duração do treinamento é usualmente expressada em termos de epochs, medindo o número de tempos de todos os objetos que tem sido processado pela rede. Na visão desta explanação e assumindo que a rede esteja melhorando durante o procedimento de aprendizagem a eq. U é multiplicada pela outra monotonicamente decrescendo a função $\eta(t)$, equação 7:

$$f = \eta(t) a(d_c - d_j) \quad (7)$$

onde t é o número de objetos dentro do processo de treinamento ou o número de epochs. O parâmetro t pode facilmente está associado com tempo, visto que o tempo usado para o treinamento é proporcional a ambos, ao número de objetos que estão entrando na rede ou ao número de epochs. $\eta(t)$ pode ser expresso como:

$$\eta(t) = (a_{max} - a_{min}) \frac{t_{max} - t}{t_{max} - 1} + a_{min} \quad (8)$$

onde t_{max} é um ou outro do número total de objetos que deve está dentro da rede até que a aprendizagem seja completada ou o número máximo de epochs predefinido no início do treinamento. As duas constantes a_{max} e a_{min} define o auto e o baixo limite no qual a correção $\eta(t)$ seja decrescente do início ao fim do treinamento.

O tamanho de uma vizinhança para o escalonamento da função não necessita ser permanente, pode ser mudada durante o período de aprendizagem. Usualmente, o encolhimento, que mede que poucos neurônios devem ter seus pesos corrigidos como o processo faz do alvo. Adicionalmente o valor máximo do escalonamento da constante pode ser abaixado.

As correções dos pesos w_{ji} do j -th neurônio falso com a região definida pela função f depende do critério usado para selecionar o neurônio central c . Será descrito como corrigir os pesos para um deste:

$$w_{ji}^{(novo)} = w_{ji}^{(velho)} + \eta(t)a(d_c - d_j)(x_i - w_{ji}^{(velho)}) \quad (9)$$

Nesta equação, x_i é um componente do vetor de entrada \mathbf{x}_s , o neurônio central é designado como c , e o que está sendo corrigido é j , um peso particular do neurônio j é designado por i , t é o ciclo de iteração.

Se a diferença $x_i - w_{ji}^{(velho)}$ é positiva ou negativa, se x_i é maior ou menor que o peso $w_{ji}^{(velho)}$, $w_{ji}^{(novo)}$ deve está próximo a x_i que $w_{ji}^{(velho)}$ esteve.

A função de correção para o critério de sinal máximo é avaliada similarmente pela equação 10:

$$w_{ji}^{(novo)} = w_{ji}^{(velho)} + \eta(t)a(d_c - d_j)(1 - x_i w_{ji}^{(velho)}) \quad (10)$$

Após as correções terem sido feitas usando as a equações 9 ou 10, os pesos devem ser normalizados a um valor constante, usualmente 1, feito pela seguinte equação:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^m w_{ji}^2} = 1 \quad (11)$$

Por causa da especifica arquitetura e algoritmo de aprendizagem das redes de Kohonen, as saídas não são colocadas como uma parte quantitativa significativa como nas

outras redes. Se apenas a significância da saída é locar (topologicamente) o neurônio com larga saída, então a magnitude atual da saída não substancia muito. Geralmente, o interesse apenas é guardar as saídas dentro dos limites fornecidos na ordem de preservar a semelhança aos atuais neurônios biológicos. Se o tamanho quantitativo da saída tem influência pequena ou não no desempenho da rede, então normalizando os pesos apenas perturba as correções. Além disso, já que os pesos são corrigidos diretamente pela comparação com os sinais de entrada (que presumidamente são normalizados ou ao mínimo escalado para alguns valores razoáveis), os pesos devem ser corrigidos para igualar então, e assim deve ao fim ser ajustado para valores normalizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso Agrícola de resíduos orgânicos: propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do solo, v. IV 2005. P. 391- 470.

ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C. Distribuição de chumbo no perfil de solo avaliada pelas soluções de DTPA e Mehlich-3. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n.1, p. 185-192, 1998.

ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. Nova Iorque: Springer Veriag, 1986. 533p.

ALBERICI, T. M.; SOPPER, W. E.; STORM, G. L.; YAHNER, R. H. Trace metals in soil, vegetation, and voles from mine land treated with sewage sludge. **Journ. Environ. Qual.** v. 18, p. 115-120, 1989.

ALENCAR, I. Melancia. *Revista Safra*, 2001. p. 43-45.

ALLEONI, L. R. F.; BORBA, R. P. & CAMARGO, O. A. Metais pesados: da cosmogênese aos solos brasileiros. In: **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do solo, v. IV, 2005, p. 01-42.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1990.

ALLOWAY, W. H. Agronomic controls over the environment cycling of trace elements. **Adv. Agronomy**, v.20, p. 235-274, 1990.

ANVISA 2002. Programa de Análise de Resíduos em *Alimentos*: relatório anual, 30/06/2002. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília.

AQUINO NETO, V. **Avaliação do aproveitamento agrícola de lodos de curtume**. Piracicaba, SP: USP/ ESALQ. 1998. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Solo e

Nutrição de plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

ARAÚJO ACP et al. 2000. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. *Revista Pública* 34(3): 309-313.

BAIRD, C. **Química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002. 579p.

BARCELÓ, J. C. POSCHENRIENDER, C. Respuesta de las plantas a La Contaminación por metales pesados. **Suelo y Plantas**, v.2, p. 345-361, 1992.

BARR, D.; NEEDHAN, L. Analytical methods for biological monitoring of. Exposure to pesticides: a review, *journal of Chromatography. B. Analytical Technologies in the Biomedical and life Sciences*. Amsterdam, v.778, p.5, 2002.

BARTLETT, R. J.; JAMES, B. R. Mobility and bioavailability of chromium in soil. In: NRIAGU, J. O.; NIEBOER, E. (Eds.) **Chromium in the natural and human environments**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1988. p. 267- 304.

BATAGLIA, O. C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do solo, 17. 1988, Londrina. **Anais...** Londrina: SBCS, 1988. 234p.

BERNARD, A. M. Peripheral biomarkers of lung or kidney toxicity applicable in epidemiology: state of the art and new perspectives. **Rev. Bras. Toxicol.** , v. 8, n.1, p26-27, 1995.

BERTON, R. S. Fertilizante e poluição. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas, 20. 1992, Piracicaba. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 425p.

BISSET, M, J. **Breeding vegetable crops Connecticut**: The Avi Publishing Co., 1986.p 37-38.

BORGES, J. D.; **Efeitos do lodo de curtume nas culturas do milho (*Zea mays L.*) e do capim Braquiarião [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rick) Stapf. Cultivar Marandu]**. Em

Latosolo vermelho-amarelo. 2003. 225f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2003.

BORKERT, C. M., PAVAN, M. P., BATAGLIA, O. C. Disponibilidade e Avaliação de Elementos catiônicos Ferro e Manganês. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp, Potafos, 2001.599p.

BORKERT, C. M.; COX, F. R.; TUCKER, M. R. Zince and copper toxicity in peanut, soybean rice and corn in soil mixtures. **Communication Soil Science Plant Analysis**. Philadelphia, v. 29, p. 2991-3005, dec., 1998.

BOYD, H/ W/ WESTFALL, R. **Marketing research**: Homewood: Richard D. Irwin Inc., 1971. 806p.

CAMARGO, O. A.; ALLEINI, L.R. F.; CASAGRANDE, J. C.; Reação dos micronutrientes e elementos tóxicos no solo, In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp; Potafos, 2001. 599 p.

CAMPOS, M. L.; PIERANGELI, M. A. P.; GUILERME, L. R. G.; CURI. Baseline concentration of heavy metals in Brazilian latosols. *Comm. Soil Sci Plant Anal*, 34: 547-557 2003. Comunicações em ciência do solo e análise de plantas.

CARVALHO, R. N. de. **Cultivo da melancia para a agricultura familiar**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1999.127p.

CASTELLANE, P. D.; CORTEZ, G. E. **A cultura da melancia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

CATALÁ, R.; MONTORO, R.; IBANEZ, N. Contaminación por metales pesados de los productos cárnicos. **Rev. Agroqui, Tecnol. Aliment.**, v. 23, n.2, p. 202-216., 1983.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; SELBACH, P. A. Cromo no sistema solo-planta em função da aplicação no solo de lodo de tratamento primário de água residuária de curtume. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de plantas, 23; Reunião Brasileira sobre

Micorrizas, 7; Simpósio Brasileiro de microbiologia do solo, 5 e Reunião Brasileira de Biologia do solo, 2., 1998, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCS, 1998. 863p.

CÉSAR, N. S.; SANTOS, G. R. Doenças da cultura da melancia no projeto Formoso, Tocantins. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília. V.26 (Suplemento), p.411, 2001(Resumo)

CÍCERO, C. M.; KLUTHCOUSKI, J.; GADIOLO, J.; PIANOSKI, J. BASANTA, M. V.; VILELLA, O. V.; KANASHIRO, S. **Poluição do solo e da água devido às práticas agropecuárias**. Piracicaba, 1997, 119p. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Seminário em Sistemas se Produção.

COSTA, C. A. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da alface e da cenoura adubadas com composto orgânico de lixo urbano**. 1994. 89f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

De SENA, M. M.; POPPI, R. J. Avaliação do Uso de Métodos Quimiométrico na Análise de Solos. **Química Nova**, v. 23, p. 547-556, 2000.

DIAS, N. M. P.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C.; CAMARGO, O. A. Adsorção de cádmio em dois Latossolos Acrícos e um Nitosolo. **Revista Brasileira de Ciência de solo**, Viçosa, v. 25, p.297-304, 2001.

DOOREMBOS, J; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 2000.221p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, n°33, tradução Gheyi, H. R e outros. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000).

DORBAS, C. SAH, R.; BROWN, P. H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização de Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, Fapesp, Potafos, 2001. 599p.

DUARTE, R.P.S. **Avaliação do Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), níquel (Ni) e Zinco (Zn) em solos, plantas às margens de uma rodovia de tráfego intenso de veículos**. 2003. 127p. Tese

(Doutorado em Agronomia) - faculdade de Ciências agrônômicas do campo de Botucatu – UNESP, Botucatu 2003.

FADIGAS, F. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. MAZUR, N.; ANJOS, L. H. C.; FREIXO, A. A. Propriedades de valores de referência para concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n 3, p. 699-705, 2006.

FADIGAS, F. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N.; ANJOS, L. H. C.; FREIXO, A. A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v.2, p.151-159, 2002.

FAO-FAOSTAT Situação da produção da produção e área de hortaliças no Brasil, 2006.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1994. 227p.

FERGUSON, J. E. **Heavy elements: chemistry environment impact and healthy effects**. London: Pergamon Press, 1990. 614p.

FRANCIS, F. Color measurement and interpretation. In: FUNGI, D. Y. C. (Ed.). **Instrumental methods for quality assurance in foods**. New York: Marcel Delkker, 1998. q/! 635.655/

FURANI, E.; DONATI, L.; SANDRONI, D.; VIGHI, M. Pesticide levels in ground water: value and limitations of monitoring. In: VIGHI, M.; FUNARU, E. (Eds.). **Pesticide risk in groundwater**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995.p. 3-44.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v. 37, n. 5, p. 33-34, 1978.

FUTINO, A. M.; SILVEIRA, J. M. J. F. da. A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. **Agricultura**, São Paulo, v. 38, p.1-44, 1991.

GEBLER, L.; SPADOTTO, C. A. Comportamento ambiental de herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAM, E. S. (eds.). **Manual de Manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004.p. 57-58.

GIMERO-GARCIA, E. et al. Heavy metals incidence in the application of organic fertilizers and pesticides to rice farming Solis. **Environ Pollut**, v. p.19-25, 1996.

GOMES, P. C.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H. Absorção e traslocação de metias pesados em plantas de alface em latossolo vermelho-amarelo húmico. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27. 1999, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCS, 1999. 1CD.

GONÇALVES, J. R. **Determinação de metais pesados em Leite Integral pasteurizado no Estado de Goiás**. 1999. 77f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

GREENE, G. U. **Cadmium Compouts**. 2. ed. New México: E. C. T. Institute Mining and Technology, 1980. v.3, p.819-911.

GRISOLIA. César Koppe. Agrotóxico: mutações, reprodução e câncer. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005.

GUIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. Disponível em: [http:// www.fns. Gov. br/pub/ GVEO51f.htm](http://www.fns.gov.br/pub/GVEO51f.htm). Acesso em: dezembro de 1999.

GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M. L.; MARCHI, G. Elementos – traço em solos e sistemas aquáticos. In: **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do solo, v. IV, 2005, P. 345-390.

GUPTA, U. C. Micronutrientes e elementos Tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; 2001 p. 345-390.

JARAUSCH- WEHRHEIM, B.; MOCQUOT, B & MENCH, M. Distribution of sludge-borne manganese in field-grown maize. **Commun. Soil. Plant Anal.**, v. 31, n. 3 e 4, p. 305-319, 2000.

JARAUSCH- WERHREIM, B.; MOCQUOT, B & MENCH, M. Absorption and translocation of sludge-borne zinc in field-grown maize (*Zea mays* L.) . **Eur. J. Agron.**, Amsterdam, v. 11, n1, p. 23-33, 1999.

KABATA- PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3^o Ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p.

KABATA-PENDIAS A.; PENDIAS, H. Soil constituents. In: **Trace elements in soils and plants**. Florida: CRC Press, p. 33-50, 1984.

KRAY, C. H.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; PAJARA, F. Efeitos da adição de resíduos de curtume e carbonífero na atividade microbiana do solo, In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 28., 2001, Londrina . **Resumos...** Londrina: SBCS, 2001. 367p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima 2004. 531p.

LEITE, S. C. **Adição de resíduo de curtume ao solo e absorção de cromo por plantas**. 1982. 88f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 1982.

MACIEL, C. A. C. Química e absorção de zinco, cobre e níquel por braquiária (*brachiaria decumbens* Staff) em solo tratado com biossólido. 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados-mitos, mistificação e fatos**. Piracicaba: Produquímica, 1994.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas, In: Seminário sobre Corretivos Agrícolas, 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 87.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: Assoc. Bras. Para pesquisa da potassa e do Fosfato, 1985. 136p.

MARCHIORI JÚNIOR, M. **Impacto ambiental da citricultura nos teores de metais pesados em solos do Estado de São Paulo**. 2002. 83p. (tese de doutorado)-Jaboticabal: UNESP/ FCAV, 2002.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N. SCHULZE, D. G. Trace elements in Cerrado soils. In: **Tópicos em Ciências do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do solo, v.III, 2002, p. 103 -142.

MARSCHNER,H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995889 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Orlando: Academic Press, 1986. 674p.

MELO G. M. P.; MELO V. P.; MELO W. J. **Metais pesados no ambiente decorrente da aplicação de lodo de esgoto em solo agrícola**. In: Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do MEIO Ambiente. Processos. Brasília: MMA, CONAMA, 2008, 98p.

MELO V. P. **Propriedades químicas e disponibilidade de metais pesados para a cultura de milho em dois Latossolos que receberam adição de lodo de esgoto**. 2002 134p. (Tese de Doutorado) – FCAV/ UNESP, Jaboticabal, 2002.

MELO W. J.; MARQUES, M. O.; MELO V. P. Resíduos urbanos e industriais e qualidade do ambiente. In: Encontro Brasileiro sobre substâncias húmicas, 1999, Santa Maria. Livro de Resumos. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 412p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Copper, further elements of importance. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**, 4. ed Berne: International Potash Institute, 1987. p. 537-588.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**.Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

MORI, E. E. M. **Suco de melancia (Citrullus lanatus (Tunberg) Matsumura and Nakai):** processamento, formulação, caracterização física, química, microbiologia e aceitabilidade. 119 f.1996. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

MORTVEDT, J. J. Heavy metal contaminants in inorganic and organic fertilizers. **Fertilizer Research**, v. 43, p. 55-61, 1996.

MURTA, P. H. G.; CEMBRANELLI, E.; LAICINI, Z. M.; MIGUEL, O. Estudos sobre o cádmio como contaminante de alimentos, com enfoque prioritário para laticínios. **Higiene Alimentar**, v. 11, n.49, p.14-17. 1997.

NASCIMENTO, C. W. A.; FONTES, R. L. F.; NEVES, J. C. L.; MELÍCIO, A. C. F. C. Fracionamento, dessorção e extração química de zinco em Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p.599-606, 2002.

NUNES, G. S.; RIBEIRO, M. L. Pesticidas: Uso, Legislação e Controle. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, v.9, p. 31- 44, jan./ dez. 1999.

OLIVEIRA, I. (2003). Correlated Data in Multivariate Analysis. Ph. D. Thesis, University of Aberdeen.

OLIVEIRA, C. **Avaliação do potencial de contaminação de dois solos agrícolas com lodo de esgoto enriquecido com cádmio, chumbo e zinco**. 1998. 188f Tese (Doutorado Ciência do solo)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1998.

OLIVEIRA, C. et al. Solubilidade de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto enriquecido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, p.171-181, 2003.

OLIVEIRA, T. S. COSTA, L. M. Metais pesados em solos de uma topolitossenqência do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, viçosa, v. 28, p. 785-795, 2004.

OLIVEIRA, T. S. **Metais pesados como indicadores de materiais de origem de solos**. 1996.128f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

OSSANAI, J. Efeitos dos metais pesados na saúde. In: Seminário sobre Poluição por Metais Pesados, 1., 1980, Brasília . **Resumos...** Brasília: UnB, 1980. 252p.

PAGANINI, W. S.; SOUZA, A.; BOCCHIGLERI, M. M.; Avaliação co comportamento dos metais pesados no tratamento do esgoto por dispersão no solo. **Engenharia Sanitária. Ambiental!**, São Paulo, v.9, n.3, p. 2255-239, jul/set. 2004.

PINTO, S.A. A. COLLINS, J.F. SARZI, B. TEIXEIRA, G. H. de. A.; MATTIUS, B. Uso de melancia na produção de produtos minimamente processados: efeito de diferentes cortes e da temperatura de armazenamento na atividade respiratória. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FREUTAS E HORTALIÇAS, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, p. 10, 2000.

PRATA, E.B. *Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro*, 1999. 37f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceara 1999.

PROENÇA DA CUNHA, A.; SILVA, A. P. ROQUE, O. R. **Plantas e produtos vegetais em fototerapia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. (Boletim Técnico).

QUEIROZ, M.; A. de RAMOS, S. R.; MOURA, M. da C. C. L. COSTA, M. S. V. SILVA, M. A. S. da. Situação atual e prioridades do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de curcubitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.17, p. 25-29, 1999.

QUITANA, J. M.; HARRISON, H. C.; NIENHUIS, J.; PALTA, J. P. Evolution of stomatal density and calcium concentration on pods of six commercial cultivars of snap beans (*Phaseolus vulgaris L.*) at four planting dates, Resumo 165, Hort Science, v. 31, n.4, P. 593 1996.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B. V. Pesquisa e desenvolvimento em micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp; Potafos, 2001. 599p.

RAMALHO J. F. P. G., AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos cultivados com cana – de- açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Floresta e Ambiente** v.8, p.120-129, 2001

RAVEN J. A. H^+ and Ca^{2+} in phloem and symplast: relation of relative in mobility of the ions to the cytoplasm nature of the transport paths. *New Phytologist*, v. 79, p. 465-480, 1997.

RÊGO, A. M.; CARRIJO, I. V. Doenças das curcubitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R. do; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas hortaliças**: vol.1. Viçosa, 2000.p.535-598.

RISSE. .L. A.; BRECHET, J.K.; SARGENT, S.A.; LOCASCIO, S. J.; CRALL, J. M.; ELMSTROM, G. W.; MAYANRD, D. N. Storage characteristics of. Small watermelon cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* , Mount Vernon, v.115,n.3,p.440-443, 1999.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C.; Legislação sobre micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp, Potafos, 2001.599 p.

ROMÃO, L. R.; QUEIRÓZ, M. A. de; MARTINS, P.S.; CODEIRO, C. M. T. Caracterização morfológica de acesso a de melancia do banco de Germoplasma (BAG) de curcubitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasileira, DF, v.17, p.23-25, 1999.

SALDANHA, P.H. Mistura de raças mistura de genes. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.9, n.50, p.48-53, 1989.

SANTOS, G. R.; CABRAL, M. M. DIDONET, J. Podridão de frutos de melancia causada por *Scerotium rolfsii* no projeto Formoso, Tocantins. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.26 (Suplemento), p.412, 2001 (Resumo).

SARTORATO CR 1996. Dominação versus resistência: os agrotóxicos nas lavouras dos sem-terra,. *Revista social dos riscos á saúde dos trabalhadores*. Dissertação de mestrado. CESTEH/ ENSP/ Fiocruz, Rio de Janeiro.

SILVA, F.C. **Uso agrônômico de lodo de esgoto**: efeitos em fertilidade do solo e qualidade da cana -de- açúcar. 1995. 170f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

SILVA, J. E.; RESK, D. V. S. MATÉRIA ORGANICA DO SOLO. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 465-524.

SILVEIRA, A. D. P. Micorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. P.; NEVES, M. C. P. (Coords.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Soc. Bras. Ciência do solo, 1992. p. 257- 282.

SIQUEIRA ML, JACOB & CANHETE RL 1983. Diagnóstico dos problemas ecotoxicológicos causados pelos defensivos agrícolas no Estado do Paraná, *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional* 11(44): 7-17.

SOARES, M. R. **Coefficiente de distribuição (K_d) de metais pesados em solos do Estado de São Paulo**. 2004. 202p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

TRAPÉ AZ 1993. O caso dos agrotóxicos, pp. 565-593. In Rocha et al. Isto é trabalho de gente? *Trabalho no Brasil*. Ed. Vozes, Petrópolis.

VENDA de Agrotóxicos atinge US\$ 2bi. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 2 fev. 1999. Caderno Agrofolha.

VILLELA, N. J. **The current status of Brazilian crops and future opportunities.** *Acta Horticulturae* 718 –p. 135-141, 2003.

WITTER, E. Towards zero accumulation of heavy metals in soils: an imperative or a fad? **Fertilizer Research**, v. 43, p. 225-233, 1996.

WITTMANN, G. T. W. Toxic metals. In: FORSTNER, V.; WITTMANN, G. T. W. (Eds.). **Metal pollution in the aquatic environment.** 2 ed. Berlin: Springer- Verlag, v. B, 1981. p. 3-70.

ZAJRADNICEK, L. JODL, J; SEVCEK, J. CITKOVA, M.; SUBRT, P. Foreign substances um maternal milk. **Cesk Pediatr.**, v.44, n. 2, p. 80-83, 1989.

ZAMBOLIM, E. M.; ZERBINI, F. M. Doenças causadas por vírus em curcubitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R. do; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas hortaliças: vol.1.** Viçosa: 2000 p. 599-620.

ZANINI, A. C.; OGA, Z. **Farmacologia aplicada.** 3 ed. .São Paulo: Atheneus, 1985.358p.

ZURERA, G.; ESTRADA, B.; RINCON, F.; POZO, R. Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables. **Poll. Environ. Contam. Toxicol**, v. 38, p. 805-812, 1987.

ZUPAN, J.; NOVIC, M.; RUISANCHEZ, I. Kohonen and Counter propagation Artificial Neural Networks in Analytical Chemistry. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 38, p. 1-23, 1997.

TOKUTAKA H., YOSHIHARA K., FUJIMURA K., OBU-CANN K., IWAMOTO K. Application of self-organizing maps to chemical analysis. **Applied Surface Science**, v. 144-45, p. 59-63, 1999.

CAPITULO I - METAIS PESADOS, MICRONUTRIENTES E RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM FRUTOS DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*), ORIUNDOS DOS ESTADOS DO TOCANTINS E GOIÁS.

Metais pesados, Micronutrientes e resíduos de agrotóxicos em Frutos de Melancia (*Citrullus Lanatus*), Oriundos das regiões produtoras do Estado de Tocantins e Goiás.

RESUMO

Com o objetivo de analisar os teores de metais pesados, micronutrientes e resíduos de agrotóxicos nos frutos de melancia, foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio Formosos na cidade de Formoso do Araguaia - To, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental da cidade de Gurupi-To e no Ceasa na cidade de Anápolis-Go. Os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo). As amostras foram analisadas quanto aos teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr e Cd. Em parte da polpa (endocarpo) foi realizado a análise de resíduos de agrotóxicos para cobre Tiofanato metílico, Metalaxil-Maconzebe, Metamidofos e acetato, através da cromatografia gasosa. Os teores de micronutrientes e metais pesados nos frutos da melancia não apresentaram níveis que conferem risco de toxicidade à alimentação humana. Os locais de coleta dos frutos apresentaram diferenças significativas para os níveis de micronutrientes e metais pesados, sendo os maiores teores médios de metais pesados para a cidade de Gurupi. Os teores de micronutrientes e metais pesados foram maiores no mesocarpo dos frutos da melancia. As amostras do endocarpo do fruto de melancia não apresentaram teores de resíduos de agrotóxicos significativos pelo método analisado.

Palavras Chaves: Metais pesados, Nutrição Mineral, Resíduos de Agrotóxicos, Horticultura.

ABSTRACT

In order to analyze the levels of heavy metals, nutrients and pesticide residues in fruits of watermelon have been three collections of watermelon fruit (*Citrullus lanatus*) Crimson Sweet variety from September to November 2008 at the locations identified as River Project in the beautiful town of Formoso do Araguaia - To, the Federal University of Tocantins (UFT) in the experimental city of Le Point-TO and Ceasa in the city of Annapolis-Go. The fruits were taken to the laboratory of UFT packaged in a cool, dry place until processing. Once opened, each fruit was separated into three parts; pulp (endocarp), white bark (mesocarp) and green bark (coconut shell). The samples were analyzed for Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr and Cd in the pulp (endocarp) was performed the analysis of pesticide residues for copper Thiophanate methyl-Maconzebe Metalaxyl, Methamidophos and acetate by gas chromatography. The levels of micronutrients and heavy metals in the fruits of the watermelon did not show levels that confer toxicity will be rich food. The collection sites of the fruits showed significant differences in the levels of micronutrients and heavy metals, and the highest average levels of heavy metals in the city of Le Point. The micronutrients and heavy metals were higher in the mesocarp of the fruits of watermelon. Samples of the endocarp of the fruit of watermelon showed no residues of pesticides by the method considered significant.

Keywords: Heavy metals, Mineral Nutrition, Waste Pesticides, Horticulture

INTRODUÇÃO

A melancia é uma das mais importantes olerícolas, produzidas e comercializadas no Brasil, no qual a parte comestível é um fruto. E vem se destacando nos últimos anos, como um importante produto do agronegócio brasileiro. Os frutos de melancia são fontes de pro Vitaminas A e das Vitaminas C e complexo B. Nos frutos de polpa vermelha, assumem importância o Potássio, Cálcio, Fósforo e Magnésio (CARVALHO, 1999)

A melancia desempenha um importante papel na alimentação humana, especialmente nas regiões tropicais, onde há um elevado consumo, sendo consumida quase exclusivamente “in natura”, mas também na forma de sucos, geléias e doces. Em alguns países utilizam-se a casca dos frutos de melancia e na China e em diversas regiões da Ásia se consomem também as sementes (FRANCIS, 1998).

A cultura da melancia tem grande importância socioeconômica, é cultivada em vários países do mundo, como Índia, Ira, Itália e Estados unidos, sendo o maior produtor mundial a China. No qual, é necessário um monitoramento fornecendo um maior conhecimento sobre os frutos que são consumidos por todo o mundo.

No Brasil, o cultivo da melancia vem se expandindo com áreas de produção em vários estados e regiões, sendo considerada a quarta olerícula mais cultivada, com mercado em franca expansão (FAO, 2002). O cultivo da melancia vem se expandindo com áreas de produção em vários estados e regiões como: Sul, Sudeste, nordeste, centro-oeste e norte. Além disso, a melancia é considerada a quarta olerícula mais plantada, com o mercado em franca expansão, ocupa uma área de 82.000 ha. e um volume de produção de 62.000 toneladas, representando assim uma produtividade média de 7,56 t/ha. (FAO, 2002). Entre os estados maiores produtores estão; Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia, Goiás e Tocantins. (ALENCAR, 2001). O Tocantins é um estado com grande destaque na produção de melancia, com uma área plantada em torno de 3.000 t/ha⁻¹. (CÉSAR & SANTOS, 2001) e produtividade média em torno de 30 t/ha⁻¹ (SANTOS et al., 2001).

A exploração comercial da melancia no Brasil, atualmente é realizada por pequenos, médios e grandes proprietários em moldes da agricultura familiar ou empresarial. Entretanto, existem ainda as chamadas explorações de subsistência onde as lavouras são desenvolvidas em modos primitivos, com nível tecnológico muito baixo (QUEIROZ, ROMÃO et al., 1999). De acordo com FAO (2006), são mais de 107 mil produtores de melancia estabelecidos em maior parte nas propriedades com menos de 20 hectares (QUEIROZ, 1999).

A cultura da melancia enfrenta vários problemas de ordem fitossanitária, com consideráveis perdas devidas principalmente á ocorrência de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus. (REGO et al.,2000; ZAMBOLIM et al.,2000). Como forma de preveni-lo contra certos patógenos e certas pragas e plantas daninhas, visando maior produção e renda, na cultura da melancia, há um crescente uso de fertilizantes e agroquímicos, que quando em excesso pode causar sérios danos na saúde humana e até mesmo nos ecossistemas terrestres. Pois segundo MACHADO NETO, (1992) os fertilizantes químicos podem influenciar no aumento dos metais tóxicos no solo.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar os teores de Metais pesados, micronutrientes e resíduos de Agrotóxicos nos frutos de melancia, oriundos das principais regiões produtoras do estado do Tocantins e Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos

Foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio Formoso na cidade de Formoso do Araguaia - TO, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental da cidade de Gurupi-TO e no Ceasa na cidade de Anápolis-Go. Os tratamentos foram considerados os três locais de coleta, ou seja, foram utilizados três tratamentos. O ponto de colheita dos frutos foi indicado pelo secamento da primeira gavinha, localizado na inserção do pedúnculo dos frutos com a rama e pela coloração do fruto em contato com o chão, onde muda-se de branco para cor creme, além do som oco do fruto quando batido com a mão firme. Conforme recomendação (FILGUEIRA, 2000).

No projeto Rio Formoso e no Ceasa da cidade de Anápolis-Go foram coletados dez frutos coletados de forma aleatória e no campo experimental da (UFT) em Gurupi, foram coletadas vinte amostras, todos os frutos foram cultivadas sobre irrigação. As áreas de coletas de Formoso e do campo experimental de Gurupi (UFT) são áreas que realizaram o cultivo de melancia nos cinco anos consecutivos. E os frutos coletados no Ceasa na Cidade de Anápolis-Go, são oriundos das regiões produtoras de melancia do estado de Goiás.

Preparação das amostras

Após a colheita, os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo). As amostras foram levadas separadamente para a estufa e secadas durante 07 dias a uma temperatura de 60°C, posteriormente foram trituradas no moinho tipo Wiley, em peneira de 1 mm de malha. Depois de trituradas pesou-se 0,5g de todas as amostras separadamente (polpa, casca branca e parte verde).

Teor de nutrientes e metais pesados no fruto.

As amostras do fruto (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) de melancia foram levadas para Capela no Bloco digestor, onde foi adicionado 6 ml da solução nitro-perclórica (mistura

de ácido nítrico com ácido perclórico na proporção 2;1 v/v) (EMBRAPA, 1997). Após adicionar a solução nas amostras no bloco digestor foi aumentado à temperatura, inicialmente a 40 °C a cada vinte minutos até o volume reduzir pela metade (tempo cerca de 40 minutos). Depois aumentou a temperatura até atingir 210°C, até as amostras apresentarem fumos branco de HClO₄ e o extrato apresentar incolor ou transparente.

Depois de frio, foi adicionado 10 ml de água destilada, em seguida pipetou-se 6 ml da solução e realizou-se a leitura na absorção atômica, para Ca, P, Mg e K e Cd, Cr, Pb, Fe, Cu, Fe e Zn. Conforme metodologia de análise estabelecida pela EMBRAPA (1997). As análises dos metais avaliados foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e foliar (LASF), na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Preparação das amostras para resíduos de Agrotóxicos.

Os frutos amostrados no campo experimental de Gurupi foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado a parte da polpa (endocarpo), pesado 100g e congelados a -5 °C por algumas semanas, onde posteriormente foi realizada a análise de resíduos de agrotóxicos.

Análise de defensivos agrícolas

Foi realizado também análise de cromatografia da parte da polpa de cada amostra de frutos de melancia, onde das vinte amostras coletadas no campo Experimental de Gurupi foram utilizadas dez, sendo (100g congeladas) das amostras de n ímpares, para identificação de resíduos de agrotóxicos. As análises foram realizadas no laboratório Agroambiental (Bioagro) na cidade de Santo Amaro - São Paulo. Os parâmetros analisados foram cobre Tiofanato metílico, Metalaxil-Maconzebe, Metamidofos e acetato, através da cromatografia gasosa, Conforme metodologia recomendada (carbonatos e multiresíduos em amostras sólidas). EPA: 531.1; Ditiocarbamatos em amostras sólidas. (POP M. MR, 18). Conforme Manual de métodos: (Analytical methods Resíduos in Foostuffs).

Coleta das amostras de solo

O solo utilizado nos locais de coleta na cidade de Formoso e no campo experimental de Gurupi-TO foi um Latossolo vermelho amarelo distrófico de textura média, de relevo

plano e uniforme e o solo de Formoso foi um Gleissolo onde foi cultivada a cultura da melancia durante os cinco anos consecutivos. Foram coletadas 23 amostras de solo em Formoso e 23 em Gurupi. As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente com o Trado, após a colheita dos frutos para identificação de metais pesados e a presença de micronutrientes.

Análise de metais pesados e micronutrientes no solo

As análises do solo foram realizadas pelo mesmo procedimento para determinação do teor de fósforo, pelo extrator duplo ácido (extrator de Mehlich1) que consiste (H_2SO_4 0,25N+ HCL-0,05N), no qual mediu-se 5ml do solo através de um cachimbo e transferiu para um coletor de 80ml; Adicionou-se 50ml de solução de Melhlich1, e colocou os coletores para agitar em um agitador circular horizontal durante 10 minutos.

Depois destampou-se e colocou em repouso por um período de 12-14h, retirou-se 5ml de extrato de cada amostra e transferiu para os tubos de ensaios, adicionou 10ml da solução ácida de molibdato de amônio diluída e uma pitada de ácido ascórbico (0,2g), em seguida fez uma agitação manual do tubo de ensaio, deixando desenvolver a cor durante 30 minutos e realizou-se a leitura na absorção atômica da transmitância Espectrometria UV- V (660nm). Conforme metodologia de análise estabelecida pela (EMBRAPA 1997).

As análises e os parâmetros avaliados foram realizados no Laboratório de Análise de Solo e foliar (LASF), na Universidade Federal de Goiás (UFG), para identificação dos micronutrientes como Cu, Fe, Mn, Zn Cr, Cd e Pb.

Tabela 1. Teores médios de metais em solos coletados nas cidades de Formoso e Gurupi, no período no mês de setembro de 2008.

Tratamento	Valor	Cu	Fe	Mn	Zn	Cr	Cd	Pb
		mg dm ⁻³						
Formoso	Média	24,58	938,68	222,00	42,58	0,16	0,11	0,08
	Mínimo	11,00	573,00	140,00	34,60	0,10	0,10	0,00
	Máximo	84,00	1507,00	313,00	51,20	0,30	0,20	0,20
	Desvio padrão	19,67	258,60	47,17	4,20	0,06	0,02	0,05
	CV(%)	80,02	27,55	21,25	9,86	36,61	21,79	59,55
Gurupi	Média	45,68	888,74	177,74	28,61	0,22	0,05	0,04
	Mínimo	4,00	555,00	62,00	22,10	0,10	0,00	0,00
	Máximo	651,00	1952,00	394,00	35,60	0,30	0,10	0,20
	Desvio padrão	147,37	360,92	71,49	3,67	0,06	0,05	0,06
	CV(%)	322,59	40,61	40,22	12,82	28,53	97,47	144,16

¹Média geral das 46 amostras de solo , coletadas de forma aleatória .

Análise estatística

Os dados obtidos das amostras foram submetidos á análise de variância utilizando-se para o teste F, os níveis de 5% e 1% de probabilidade, (GOMES, 1990). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para análises estatísticas dos resultados referentes aos teores de metais pesados e dos micronutrientes analisados nos frutos (*Citrullus lanatus*), nos três tratamentos, foi utilizado o programa estatístico Sas empregando o procedimento da ANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Metais e Micronutrientes

A análise de variância para os teores de metais pesados e micronutrientes esta apresentada na Tabela 2. Todas as variáveis analisadas apresentaram diferenças na parte do fruto evidenciando a influência deste tratamento. O Local amostrado também apresentou diferenças significativas, porém, com teste F menor. Já os teores de Cd e Fe não apresentaram diferenças para o local amostrado.

Tabela 2. Análise de variância para os Metais pesados e de micronutrientes em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás.). Safra 2007/2008¹.

Fonte variação	Variáveis						
	Cd	Cr	Pb	Cu	Fe	Mn	Zn
-----Teste F-----							
Local	0,14ns	9,45**	3,76*	27,26 **	1,43 ns	7,23**	9,59**
P. Fruto	20,78**	29,51**	68,19**	28,72**	9,29**	8,33**	101,24**
Local x P. Fruto	0,32ns	1,04 ns	3,26*	3,50*	2,55*	5,68**	6,30**
CV%	35,63	41,42	29,91	35,33	102,27	138,72	25,2

ns-não significativo, *significativo 5% e ** significativo a 1%.

O coeficiente de variação (CV%), que mede a variabilidade, indica que houve uma elevada amplitude com grandes oscilações nos teores dos metais pesados dos micronutrientes analisados nos frutos de melancia especialmente para os teores de manganês (138,72%), ferro (102,27%) e cromo (41,42%). Ensaio com características peculiares distintas como fertilizantes, material de origem, vento, tipo de solo, irrigação e tratos culturais podem provocar grande dispersão dos dados com relação aos demais elementos ter contribuído para esses valores encontrados. Porém mesmo com esse CV elevado houve diferenças significativas quanto às fontes de variação estudadas.

Houve também efeito significativo para interação local e parte do fruto para todas as variáveis, com exceção do Cd e Cr (Tabela 3 e 4). Segundo ALLOWAY (1990), o teor de Cr no solo encontra-se na faixa de 125g kg⁻¹ a 1.000g kg⁻¹, notando-se que os teores mais elevados correm naqueles derivados de rochas ígneas e serpentina. Seu teor médio nos solos é da ordem de 50g kg⁻¹, como mostra a (Tabela 1) os teores desses elementos no solo também foram baixos.

Tabela 3. Teores médios de cádmio em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais			Média	
	Formoso	Goiás	Gurupi		
	Cd (mg/kg)				
Mesocarpo	0,003	0,003	0,003	0,003	A
Endocarpo	0,002	0,001	0,001	0,001	A
Epicarpo	0,002	0,002	0,002	0,002	A
Média	0,002 a	0,002 a	0,002 a	0,002	

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas).

Tabela 4. Teores médios de cromo em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais			Média	
	Formoso	Goiás	Gurupi		
	Cr (mg/kg)				
Mesocarpo	0,008 A	0,005 A	0,005 A	0,006	A
Endocarpo	0,003 A	0,002 A	0,002 A	0,003	B
Epicarpo	0,007 A	0,006 A	0,005 A	0,006	A
Média	0,006 a	0,005 a	0,004 a	0,005	

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

Os teores médios de Cd e Cr obtidos no fruto foram muito baixos na escala de milionésimo de mg/kg. Os valores encontrados no solo (Tabela 1) também foram baixos. Os locais amostrados não foram significativos pelo teste de Tukey a 5%. Os menores teores de ambos os metais foram encontrados no endocarpo evidenciando que o risco de contaminação pela alimentação da melancia é muito baixo.

Com exceção dos metais Cd e Cr houve efeito significativo para interação local e estrato do fruto para todas as variáveis, os graus de liberdade dos demais metais foram desdobrados. As médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% são apresentadas nas (Tabelas 5, 6, 7, 8 e 9), respectivamente para Pb, Cu, Fe, Mn e Zn.

Tabela 5. Teores médios de chumbo em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais									
	Formoso			Goiás			Gurupi			
	Pb (mg/kg)									
Mesocarpo	0,112	A	a	0,158	A	a	0,118	A	a	0,129
Endocarpo	0,052	B	a	0,052	B	a	0,046	B	a	0,050
Epicarpo	0,152	A	a	0,134	A	a	0,114	A	a	0,133
Média	0,105			0,115			0,093			0,104

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas - comparação nas colunas)

Tabela 6. Teores médios de cobre em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais						Média
	Formoso		Goiás		Gurupi		
Cu (mg/kg)							
Mesocarpo	8,820	A a	4,700	B b	3,800	A b	5,773
Endocarpo	4,220	B a	2,690	C b	3,050	A b	3,320
Epicarpo	9,040	A a	6,940	A a	4,840	A b	6,940
Média	7,360		4,777		3,897		5,344

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

Tabela 7. Teores médios de Ferro em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais						Média
	Formoso		Goiás		Gurupi		
Fe (mg/kg)							
Mesocarpo	281,620	A a	117,920	A a	132,820	A a	177,453
Endocarpo	41,580	B a	38,540	B a	57,230	B a	45,783
Epicarpo	103,600	A b	114,000	A ab	163,580	A a	127,060
Média	142,267		90,153		117,877		116,766

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

Tabela 8. Teores médios de manganês em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais									Média
	Formoso			Goiás			Gurupi			
Mn (mg/kg)										
Mesocarpo	40,860	A	a	27,180	B	a	11,340	A	a	26,460
Endocarpo	0,487	A	c	5,020	C	a	3,030	B	b	2,846
Epicarpo	10,160	A	b	60,580	A	a	4,520	AB	c	25,087
Média	17,169			30,927			6,297			18,131

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparação nas colunas)

Tabela 9. Teores médios de zinco em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais									Média
	Formoso			Goiás			Gurupi			
Zn (mg/kg)										
Mesocarpo	9,720	A	a	9,334	A	ab	7,988	B	b	9,014
Endocarpo	1,133	B	b	6,290	B	a	3,350	C	ab	3,591
Epicarpo	9,302	A	a	10,790	A	a	10,452	A	a	10,181
Média	6,718			8,805			7,263			7,595

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

De forma semelhante aos teores de Cr e Cd, os teores médios de Pb foram menores no endocarpo. O teor de cádmio na crosta terrestre, de acordo com FERGUSON, (1990), esta ao redor de 0,15g kg⁻¹ a 0,20g kg⁻¹. A quantidade de cádmio total nos solos varia, em função das suas rochas de origem, na faixa de 0,3g kg⁻¹ a 11g kg⁻¹, com valor médio de 7,5mg kg⁻¹ nas rochas sedimentares; de 0,1 g kg⁻¹ a 1,0g kg⁻¹ nas rochas metamórficas é de 0,1g kg⁻¹ a 0,3g kg⁻¹ nas rochas Ígneas. Áreas vizinhas às fundições podem apresentar conteúdos de Cd na camada superficial do solo entre 0,20g kg⁻¹ e 350g kg⁻¹ (ADRIANO, 1986, ALLOWAY,

1990, FERGUSON, 1990). Em solos brasileiros, o teor de Cd total se situa entre valores menores que $0,1\text{g kg}^{-1}$ até $0,4\text{g kg}^{-1}$.

Apesar das médias do chumbo serem mais altas que as do Cr e Cd os valores situaram-se na faixa de décimos e centésimos de mg/kg. Considerando-se que estes valores são expressos em base de massa seca de frutos e que o fruto de melancia apresenta até 95% de água, isto indica que consumo em natura em valores são diluídos em mais duas unidades após a vírgula indicando baixo risco de contaminação destes metais pela alimentação com melancia. Os níveis de chumbo no endocarpo dos frutos da melancia foram menores em Gurupi do que nos demais locais amostrados. Tais resultados estão relacionados aos níveis mais baixos de Pb no solo de Gurupi (média 50% mais baixa que os solos de Formoso - indicados na Tabela 1). O Chumbo é constituinte dos compostos químicos como fungicidas e herbicidas e na área experimental de Gurupi, o uso de fertilizantes não foi tão freqüente como aos demais locais de coleta, pois os locais de coleta de Formoso e Goiás são áreas produtoras de melancia, com isso o uso de fertilizantes contra certos patógenos e plantas daninhas é mais freqüente. Os teores de chumbo foram mais significativos para o tratamento de Formoso e Goiás.

As plantas não transportam consideráveis quantidades de chumbo para as partes superiores. O sistema radicular de uma planta pode conter concentrações de centenas de g.L^{-1} enquanto o sistema foliar da mesma raramente conterá mais de que 10g.L^{-1} . Nas plantas, o chumbo pode inibir o crescimento celular, porém mesmo em solos altamente contaminados não tem sido observado efeito fitotóxico com concentrações de até 200mg.L^{-1} (PAGANINI et al., 2004).

Entre os micronutrientes observa-se que o Fe (Tabela 8) seguido pelo Mn (Tabela 7) foi os nutrientes encontrados em maiores concentrações. Verifica-se que há correspondência com os teores encontrados no solo para ambos os locais (Tabela 1). O Latossolo Vermelho distrófico de textura média, de relevo plano e uniforme, onde foi cultivada a cultura da melancia em Gurupi e o solo Formoso é um Gleissolo (solo com forte hidromorfismo) rico nos óxidos de ferro Hematita e Goethita. Isso também pode ser explicado pelo fato do ferro ser considerado o quarto elemento mais abundante na litosfera. Devido ao processo de intemperismo, ele aparece no solo em diversas formas, como óxidos, sulfetos, carbonatos, etc. Na crosta terrestre, o ferro constitui em torno de 5% em peso, sendo superado pelo oxigênio, silício e alumínio.

O teor disponível de Fe é influenciado pelo pH, aeração, matéria orgânica e outros elementos. Na camada arável, há solos com teor de 50g kg^{-1} de ferro. Mesmo com esses

valores, há deficiência desse nutriente, pois, em grande parte estão na forma não disponível para as plantas (BORKERT et al., 2001). O excesso de metais pesados, como manganês, níquel e cobalto reduzem a absorção e a translocação de Fe. Porém, o excesso de Fe no solo pode reduzir a absorção de micronutrientes (BORKERT et al. 2001). Apesar do coeficiente de variação elevado para o Fe constata-se que os menores valores encontram-se no endocarpo (de três a quatro vezes menores que o mesocarpo e de duas a três vezes menores que o epicarpo). No epicarpo os maiores teores foram em Gurupi (60% mais altos que em Formoso). O Fe possui funções primordiais para o desenvolvimento da planta, como respiração, fotossíntese e outras.

Os teores de Cu, Mn (Tabela 7) e Zn (Tabela 9) foram menores no endocarpo dos frutos da melancia. Os menores valores foram observados no Formoso e os maiores em Goiás. As menores quantidades do Zn podem ser explicadas pelo fato que apenas pequena quantidade de Zn pode ser translocado no floema. Essa limitada capacidade de remobilização pode estar relacionada á alta capacidade de ligação entre o zinco e os tecidos da folha (DORBAS et al., 2001).

Teoricamente, o cobre em concentrações acima de 10g. L^{-1} pode vir a ser tóxico para as plantas. Ele é menos prontamente deslocado para a planta que o Zinco, e pode se acumular em altas concentrações nas raízes. Nos cereais, restringe o crescimento das raízes, produzindo múltiplas ramificações espessadas. A adição de calcário, mantendo o pH acima de 6, 5, pode desintoxicar solos contaminados por cobre. (PAGANINI et al., 2004).

No tratamento de Goiás, verifica - se a tendência de maiores teores médios para os elementos de cobre, ferro, manganês e zinco. Sendo que o Ferro apresentou características semelhantes de Formoso com Gurupi, talvez pelo fato de serem de uma mesma região com características do solo e trato culturais semelhantes. No tratamento 1, (Formoso) , verifica-se a tendência dos maiores valores de teores médios para cádmio, cobre, ferro e manganês.

b) Resíduos de agrotóxicos

O monitoramento dos resíduos de agrotóxicos realizado com a análise dos frutos da Melancia para os princípios ativos Tiofanato Metílico, Metalaxil-M, Mancozebe, Metamidofós e Acefato são apresentados na Tabela 10. Verifica-se pelos dados obtidos que não foi detectado resíduo de agrotóxicos no endocarpo dos frutos avaliados na cidade de Formoso, Gurupi (área experimental) e Goiás na faixa de microlitros por kg de fruto. Isto indica que é possível a produção de frutos sem resíduos com o uso racional de agrotóxicos

(seguindo-se as recomendações técnicas). Muitos resíduos de agrotóxicos são detectados em produtos agrícolas por não se respeitar os períodos de carência entre a aplicação e a colheita dos frutos.

Tabela10. Teores médios de resíduos de agrotóxicos em endocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) em Formoso, Gurupi e Goiás. Safra 2007/2008¹

Variável	Valor	Unidade	Nível de detecção do Método μ /kg
Tiofanato Metílico	Nd	μ /kg	< 10
Metalaxil-M	Nd	μ /kg	< 10
Mancozebe	Nd	μ /kg	< 300
Metamidofos	Nd	μ /kg	< 10
Acefato	Nd	μ /kg	< 10

Nd – Não detectável pelo método empregado.

Com base nos dados analisados, não foi detectados presença de resíduos de agrotóxicos nos frutos de melancia coletados no campo experimental de Gurupi. Resultado semelhante foi encontrado por ROETANO (1995), quando analisou resíduos de agrotóxicos em tomates. Mesmo as aplicações de agrotóxicos realizadas na época de maturação do tomate não foram detectadas presença de resíduos nos frutos.

Assim como nos frutos de melancia não foi detectado resíduos de agrotóxicos, isso pode ser explicado pelo fato de que os fatores capazes de detectar resíduos de agrotóxicos nos frutos de melancia podem estar relacionados às técnicas de aplicação, tipos de equipamentos utilizados nas pulverizações e períodos de carência aos fatores ambientais e principalmente às características moleculares dos princípios ativos.

De acordo com os resultados encontrados no presente trabalho, não se pode tirar como base que nos frutos de melancia não é comum à presença de agrotóxicos. Pois como se sabe a cultura da melancia e varias outras culturas assim como o tomate enfrentam um grave problema com pragas e doenças e há um crescente uso de fertilizantes químicos contra certos patógenos. Sendo assim é necessário que tenha um maior monitoramento com relação à presença de agrotóxicos nas frutas e oléculas, que são consumidas praticamente por todo o mundo. E que as pessoas tenham um maior conhecimento dos riscos que causam na saúde e ao meio ambiente.

CONCLUSÕES

- Os teores de micronutrientes e metais pesados nos frutos da melancia não apresentaram níveis que conferem risco de toxidez à alimentação humana.
- Os locais de coleta dos frutos apresentaram diferenças significativas para os níveis de micronutrientes e metais pesados, sendo os maiores teores médios de metais pesados para a cidade de Gurupi.
- Os teores de micronutrientes e metais pesados foram maiores no mesocarpo dos frutos da melancia, isso indica que a parte comestível do fruto o endocarpo não apresentou risco de contaminação pelos locais de coleta.
- As amostras do endocarpo do fruto de melancia não apresentaram teores de resíduos de agrotóxicos significativos pelo método analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. Nova Iorque: Springer Veriag, 1986. 533 p.

ALLOWAY, W. H. Agronomic controls over the environment cycling of trace elements. **Adv. Agronomy**, v.20, p. 235-274, 1990.

BORKERT, C. M., PAVAN, M. P., BATAGLIA, O. C. Disponibilidade e Avaliação de Elementos catiônicos Ferro e Manganês. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp, Potafos, 2001.599 p.

CARVALHO, R. N. de. **Cultivo da melancia para a agricultura familiar**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1999.127p.

CÉSAR, N. S.; SANTOS, G. R. Doenças da cultura da melancia no projeto Formoso, Tocantins. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília. V.26 (Suplemento), p. 411, 2001(Resumo).

DORBAS, C. SAH, R.; BROWN, P. H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização de Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, Fapesp, Potafos, 2001. 599p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Manual-**Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FAO-FAOSTAT Situação da produção da produção e área de hortaliças no Brasil, 2002.

FERGUSON, J. E. **Heavy elements**: chemistry environment impact and healthy effects. London: Pergamon Press, 1990. 614p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 234p.

FRANCIS, F. Color measurement and interpretation. In: FUNGI, D. Y. C. (Ed.). **Instrumental methods' for quality assurance in foods**. New York: Marcel Delkker, 1998. q/! 635.655/

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1990. 250p.

MACHADO NETO, J. G. Ecotoxicologia de agrotóxicos, Jaboticabal, FCAV- FUNEP, 1992.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados-mitos, mistificação e fatos**. Piracicaba: Produquímica, 1994. 153p.

PAGANINI, W. S.; SOUZA, A.; BOCCHIGLERI, M. M.; Avaliação co comportamento dos metais pesados no tratamento do esgoto por dispersão no solo. **Engenharia Sanitária. Ambiental!**, São Paulo, v.9, n.3, p. 2255-239, jul/set. 2004.

QUEIROZ, M.; A. de RAMOS, S. R.; MOURA, M. da C. C. L. COSTA, M. S. V. SILVA, M. A. S. da. Situação atual e prioridades do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de curcubitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.17, p. 25-29, 1999.

RAIJ, B. V. Pesquisa e desenvolvimento em micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp; Potafos, 2001. 599p.

RÊGO, A. M.; CARRIJO, I. V. Doenças das curcubitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R. do; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas hortaliças: vol.1**. Viçosa, 2000.p.535-598.

RAETANO, C.G.; BATISTA, G.C. de. Resíduos de fentoato em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.31-36, 1995.

SANTOS, G. R.; CABRAL, M. M. DIDONET, J. Podridão de frutos de melancia causada por *Scclrotium rolfsii* no projeto Formoso, Tocantins. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26 (Suplemento), p.412, 2001 (Resumo).

ZAMBOLIM, E. M.; ZERBINI, F. M. Doenças causadas por vírus em curcubitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R. do; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas hortaliças**: vol.1. Viçosa: 2000 p. 599-620.

CAPITULO II - INFLUÊNCIA DO GRAU BRIX° E OS MACRONUTRIENTES NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*) EM DIFERENTES LOCAIS DE COLETA.

Influência do Grau °Brix e macronutrientes na qualidade do fruto de Melancia (*Citrullus lanatus*) em Diferentes locais de Coleta.

RESUMO

A melancia é uma olerícula no qual a parte comestível é um fruto, sendo bastante consumida por todo o mundo. A melancia desempenha um importante papel na alimentação humana, especialmente nas regiões tropicais onde há um elevado consumo. Uma das características bastante apreciada nos frutos de melancia é a coloração, o tamanho e o sabor adocicado, que é representado pela quantidade de sólidos solúveis medidos em Brix^o, que são em grande parte representados como estimativa de açúcares presente no sumo ou em outros produtos líquidos. Com o objetivo de analisar os teores dos macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e do teor total de sólidos solúveis nos frutos de melancia, foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio Formoso na cidade de Formoso do Araguaia - TO, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental da cidade de Gurupi-TO e no Ceasa na cidade de Anápolis-GO. Os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. As amostras foram analisadas quanto aos teores de P, K, Ca e Mg. Após aberto, cada fruto foi separado a polpa (endocarpo) e foi medido o grau Brix^o da parte central, inferior e superior, usando o refratômetro portátil, procedendo de forma a adicionar uma gota da amostra sobre a superfície do prisma e em seguida direcionando o refratômetro para a luz e procedendo a leitura. Os sólidos Solúveis da parte central do fruto de melancia foram maior independente do local de coleta. Os frutos oriundos de Gurupi apresentaram menores valores para o Grau °Brix. A maior concentração dos macronutrientes foi no mesocarpo dos frutos.

Palavras Chaves: Sólidos Solúveis, melancia, horticultura e macronutrientes.

ABSTRACT

Watermelon is opercula in which the edible part is a fruit, is widely consumed throughout the world. Watermelon has an important role in human nutrition, especially in tropical regions where there is a high consumption. One of the highly admired in the fruits of watermelon and coloring, size and sweet taste, which is represented by the amount of soluble solids measured in Brix, which are largely represented as an estimate of sugars present in the juice or other liquids. In order to analyze the content of macronutrients (phosphorus, potassium, calcium and magnesium) and the total content of soluble solids in watermelon fruits have been three collections of watermelon fruit (*Citrullus lanatus*) Crimson Sweet variety from September to November 2008 at the locations identified as beautiful River Project in the town of Formoso do Araguaia - TO, Federal University of Tocantins (UFT) in the experimental city Gurupi and Ceasa in the city of Anapolis-GO. The fruits were taken to the laboratory of UFT packaged in a cool, dry place until processing. The samples were analyzed for levels of P, K, Ca and Mg. Once open, each fruit was separated from the pulp (endocarp) and were measured the Brix of the central, upper and lower, using the portable refractometer, proceeding in order to add a drop of sample on the prism surface and then directing the refractometer for the light and taking a reading. Soluble solids of the central part of the fruit of watermelon were more independent of the collection site. The fruits come from Le Point showed lower values for the degree Brix. The highest concentration of macronutrients was in the mesocarp of the fruit.

Keywords: Brix^o, watermelon, horticulture and macronutrients

INTRODUÇÃO

O fruto, de melancia é bastante consumido por todo o mundo, por apresentar características bastante apreciadas como coloração, o tamanho e o sabor adocicado, que é representado pela quantidade de sólidos solúveis medidos em Brix^o que são em grande parte representados como estimativa de açúcares presente no sumo ou em outros produtos líquidos (OLIVEIRA et al. 2003).

No aspecto de consumo, de acordo com pesquisas realizadas, no Brasil são consumidos em média 2,4kg/ percapita/ano de melancia (FAO, 2006). A região Sul destaca-se como maior consumidora (4,01 kg/percapita/ano), seguida pela região nordeste (2,2kg percapita/ano). Atualmente, a variedade mais consumida no Brasil é a Crimson Sweet, devida principalmente ter formato, coloração de casca, tamanho e cor de polpa que atendem á preferência do mercado e também, por motivo da grande maioria dos produtores optarem por esta cultivar que tem preço da semente bastante acessível.

Os frutos de melancia destacam-se também por apresentarem um elevado teor de carotenóide, precursores da vitamina A. A cor vermelha da polpa da melancia é devido ao licopeno, um carotenóide que possui importantes propriedades antioxidantes (MORI 1996). Nas cultivares de polpa amarela, a cor é definida por b caroteno (pro vitaminas A) e por xantofilas. A melancia se encontra entre as olerículas pobres em proteínas e riboflavina, porém é rico em nutrientes minerais como cálcio, potássio e magnésio, sendo este de grande importância ao consumo diário de uma boa alimentação.

A qualidade dos produtos agrícolas não é facilmente definida ou medida como se faz para a produção, o padrão de qualidade depende dos propósitos pelos qual a planta ou parte dela é utilizada (MENGEL e KIRKBY, 1987). Na cultura da melancia, as principais variáveis usadas para definir a qualidade são: conteúdo de açúcar, firmeza da polpa, aparência externa e interna, acidez total titulável e sólidos solúveis (ALENCAR et al., 2001).

Os sólidos solúveis totais, cuja medida é indicada em Grau Brix^o, é uma importante característica organoléptica, que representa uma medida da concentração de açúcares e outros sólidos diluídos na polpa ou no suco dos frutos, sendo um parâmetro fundamental para a avaliação e a qualidade dos frutos ou alimentos. O teor de sólidos solúveis no fruto além de ser uma característica genética é influenciado pela adubação, temperatura e irrigação. (JUNIOR et al., 2003).

Outro fator relevante em termos da qualidade do fruto de melancia para consumo humano é a identificação da presença dos nutrientes cálcios, potássio fósforo e magnésio, pois

esses nutrientes além de serem essenciais no consumo diário têm grande influência no teor de sólidos solúveis presente no endocarpo do fruto de melancia.

No entanto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade do fruto de melancia da variedade Crimson Sweet, em açúcares presente expresso em °Brix e os teores de macronutrientes cálcio, fósforo, potássio e magnésio das principais regiões produtoras de melancia do estado do Tocantins e Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos

Foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio Formoso na cidade de Formoso do Araguaia - TO, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental de Gurupi-TO e no Ceasa na cidade de Anápolis-GO. Os tratamentos foram considerados os três locais de coleta, ou seja, foram utilizados três tratamentos. O ponto de colheita dos frutos foi indicado pelo secamento da primeira gavinha, localizado na inserção do pedúnculo dos frutos com a rama, e pela coloração do fruto em contato com o chão, onde se muda de branco para cor creme, além do som oco do fruto quando batido com a mão firme. Conforme recomendação (FILGUEIRA, 2000).

No projeto Rio Formoso e no Ceasa da cidade de Anápolis-GO, foram obtidos dez frutos coletados de forma aleatória, no campo experimental da (UFT) em Gurupi, foram coletadas vinte amostras. As áreas de coletas de Formoso e do campo experimental de Gurupi (UFT) - TO são áreas que realizaram o cultivo de melancia nos cinco anos consecutivos. E os frutos coletados no Ceasa na Cidade de Anápolis-Go, são oriundos das regiões produtoras de melancia do estado de Goiás.

Preparação das amostras

Após a colheita, os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo). As amostras foram levadas separadamente para a estufa e secadas durante 07 dias a uma temperatura de 60°C, posteriormente foram trituradas no moinho tipo Wiley, em peneira de 1 mm de malha. Depois de trituradas pesou-se 0,5g de todas as amostras separadamente (polpa, casca branca e parte verde).

Teor de nutrientes no fruto.

As amostras do fruto (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) de melancia foram levadas para Capela no Bloco digestor, onde foi adicionado 6 ml da solução nitro-perclorica (mistura

de ácido nítrico com ácido perclórico na proporção 2;1 v/v) (EMBRAPA, 1997). Após adicionar a solução nas amostras no bloco digestor foi aumentado à temperatura, inicialmente a 40 °C a cada vinte minutos até o volume reduzir pela metade (tempo cerca de 40 minutos). Depois aumentou a temperatura até atingir 210°C, até as amostras apresentarem fumos branco de HClO₄ e o extrato apresentar incolor ou transparente.

Depois de frio, foi adicionado 10 ml de água destilada, em seguida pipetou-se 6 ml da solução e realizou-se a leitura na absorção atômica, para Ca, P, Mg e K Conforme metodologia de análise estabelecida pela (EMBRAPA, 1997). As análises e dos nutrientes foram realizados no Laboratório de Análise de Solo e foliar (LASF), na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Preparação das amostras para Grau Brix°

Os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo), da polpa de cada fruto, foi medido o grau Brix° da parte central, inferior e superior, usando o refratômetro portátil, procedendo de forma a adicionar uma gota da amostra sobre a superfície do prisma e em seguida direcionando o refratômetro para a luz para realização da leitura, conforme metodologia MIRANDA (1999), onde foi feito uma média de todos os dados para se obter o valor aproximado de açúcares presente em cada amostra.

Análise estatística

Os dados obtidos no grau Brix° e o teor de nutrientes das amostras foram submetidos à análise de variância utilizando-se para o teste de F, os níveis de 5% e 1% de probabilidade, (GOMES, 1990). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, foi empregado o programa SAS, empregando-se o procedimento da ANOVA. Para as análises estatísticas dos resultados referentes aos dados obtidos na análise de resíduos de agrotóxicos foi feita uma demonstração através de tabelas dos dados obtidos nos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Teor de Sólidos solúveis totais (°Brix)

A análise de variância para os Teores de sólidos solúveis totais (°Brix) são apresentadas na Tabela 1. Houve diferenças significativas para todas as fontes de variação. Verifica-se também que o teste F foi menor para os locais. Os teores médios de Sólidos solúveis totais (TSST) em °Brix em diferentes partes do endocarpo (inferior, central e superior) de Melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Análise de variância para o Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) em diferentes partes do endocarpo (inferior, central e superior) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Fonte de variação	Teste F1
	TSST (°Brix)
Local	3,42*
P. Fruto	6,96**
Local x P. Fruto	2,92*
CV(%)	15,27

ns-não significativo, *significativo 5% e ** significativo a 1%.

Tabela 2 – Teores médios de Sólidos solúveis totais (TSST) em °Brix em diferentes partes do endocarpo (inferior, central e superior) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Endocarpo	Locais									
	Formoso			Goiás			Gurupi			
	TSST(°Brix)									
Inferior	8,35	A	a	10,10	A	b	9,20	A	a	9,22
Central	11,40	B	a	10,70	A	a	9,90	A	a	10,67
Superior	10,60	A	a	10,00	A	a	8,85	A	a	9,82
Média	10,12			10,27			9,32			9,90

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas).

Apesar da análise de variância indicar diferenças entre locais, o teste de Tukey a 5% não mostrou diferença estatística significativa nos teores de sólidos solúveis nas três partes do endocarpo estudadas independentemente dos locais de coleta.

As menores concentrações de sólidos solúveis totais foram observadas na parte inferior dos endocarpos dos frutos coletados no Formoso e na parte superior coletada em Gurupi. A parte central mostrou tendência em acumular maior quantidade de SST em comparação á parte inferior (Tabela 2). Os teores de SST foram inferiores aos encontrados por GRANJEIRO (2003), quando avaliou a qualidade da cultivar Tilde. Os valores obtidos por este autor foram entre 11,1 e 12°. As diferenças encontradas no presente trabalho podem ser atribuídas ás características da cultivar, ao locais de plantio e ao sistema de produção e a época de colheita, pois segundo KANO (2004), conteúdo de açúcares varia de acordo com a região. Nas variedades Charleston Gray e Klondike, por exemplo, o conteúdo de SS é maior na região central e menor na região próxima ao pedúnculo. Entretanto, SEABRA JÚNIOR et al., (2003), encontraram valores de SST semelhantes ao presente trabalho na cultivar New Kodama que atingiu 8,78°, o mesmo aconteceu com MORI (1996), que observou valores que variam de 8,0 a 9,4° e PINTO et al., (2000), que encontraram valores de 9 a 10°.

Segundo PANTASTICO (1979), a qualidade final do produto está relacionada direta e indiretamente com numerosos fatores intrínsecos e extrínsecos, que atuam sobre todas as fases de crescimento do vegetal. As características da qualidade do fruto representam o

somatório das influências destes fatores, ao longo do processo produtivo. Entre os vários fatores, a nutrição potássica destaca-se pelo fato de que o potássio é o nutriente descrito na literatura como o elemento da qualidade, pois afeta atributos como a cor, tamanho. Acidez, resistência armazenamento, valor nutritivo e principalmente nos SS.

Em hortaliças, a ação do potássio é benéfica e revela-se de diferentes maneiras e conforme a espécie em melancia, adubação potássica aumentou o teor de sólidos solúveis, espessura e resistência da casca, enquanto que no meloeiro, além do incremento nos sólidos solúveis interferiu também na maturação dos frutos. No tomateiro, o potássio aumentou o conteúdo de vitamina C, acidez total açúcar dos frutos (FONTES, 2000).

Com relação às amostras coletadas em Formoso e Gurupi, percebe-se que não houve uma semelhança nos valores do brix ° nas três partes em Formoso com relação a Goiás, pois esperava-se maior semelhança nos locais de coleta de Formoso com Gurupi, pelo fato de serem regiões próximas e apresentarem os mesmos tratos culturais. Com relação às amostras coletadas em Gurupi, observa-se que foi o local que obteve o menor grau °Brix em todas as partes do fruto superior, central e inferior. Isso pode ser explicado pelo fato dos frutos terem sido colhidos um pouco tarde, ou seja, dias depois que apresentaram características adequadas para colheita. Segundo GUERRA (1999), isso pode explicado pelo fato que no final do experimento a melancia não possuía reserva de carboidratos, como amido para ser convertido em açúcar, e os açúcares presentes no momento da colheita foram utilizados no processo respiratório.

É necessário que mais pesquisas sejam realizadas com a cultivar Crimson Sweet como forma de um maior conhecimento da qualidade do fruto que é bastante consumido por todo o mundo.

b) Macronutrientes nos frutos

A análise de variância para os teores de macronutrientes está apresentada na Tabela 3. Todas as variáveis analisadas apresentaram diferenças quanto às partes do fruto evidenciando a influencia deste tratamento. Porém o local apresentou diferenças significativas para Ca e Mg nas partes dos frutos.

Tabela 3. Teores médios dos macronutrientes analisados nos estratos dos frutos de melancia em diferentes locais de coleta.

Tratamentos	Teste F			
	P	K	Ca	Mg
Local	2,7 ns	1,66 ns	6,04**	46,33**
Parte	203,2**	33,58**	6,42**	15,04**
Local x parte	2,24 ns	1,68ns	0,53 ns	12,46**
CV%	24,2	37,24	54,98	99,31

(1) Ns - não significativo, * significativo 5% e ** significativo a 1%.

Com relação aos macronutrientes fósforo, cálcio, potássio e magnésio podem se observar que houve maiores valores de F para a parte do fruto amostrada, sendo considerados mais significativos do que com relação aos locais de coleta. Nas Tabelas 4, 5 e 6 são apresentados os teores médios respectivamente para P, K e Ca.

Tabela 4 – Teores médios de fósforo total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais			Média	
	Formoso	Goiás	Gurupi		
	P (dag/kg)				
Mesocarpo	0,041	0,041	0,035	0,039	A
Endocarpo	0,020	0,023	0,023	0,022	B
Epicarpo	0,007	0,012	0,010	0,010	C
Média	0,022	0,026	0,023	0,024	

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

Tabela 5 – Teores médios de potássio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais			Média	
	Formoso	Goiás	Gurupi		
	K (dag/kg)				
Mesocarpo	0,044	0,060	0,054	0,053	A
Endocarpo	0,038	0,033	0,034	0,035	B
Epicarpo	0,018	0,026	0,027	0,024	C
Média	0,033	0,039	0,039	0,037	

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas).

Tabela 6 – Teores médios de Cálcio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais			Média	
	Formoso	Goiás	Gurupi		
	Ca (dag/kg)				
Mesocarpo	0,015	0,018	0,010	0,014	A
Endocarpo	0,011	0,010	0,006	0,009	B
Epicarpo	0,013	0,009	0,007	0,010	B
Média	0,013	0,012	0,008	0,011	

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

Os teores médios de P, K e Ca foram maiores no mesocarpo, apesar das médias do P e K serem mais altas que Ca todos situaram-se na faixa de décimos de dag/kg. Considerando-se que estes elementos são também nutrientes importantes na alimentação humana verifica-se que o endocarpo é mais pobre em nutrientes do que o mesocarpo devido a

esses elementos terem funções estruturais. Isto indica que no consumo em natura os valores destes nutrientes são pequenos. Os níveis de Ca nos frutos da melancia foram menores em Gurupi do que nos demais locais coletados. Tais resultados estão relacionados aos níveis mais baixos de nutrientes no solo de Gurupi. De acordo com HO et al. (1987), o cálcio é o terceiro nutriente mais absorvido pela planta, sendo que o maior acúmulo ocorre na parte vegetativa em relação à parte de frutificação. Este padrão de distribuição do Ca em favor das folhas é, portanto, resultado de ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema, conduzindo principalmente pela corrente transpiratória. Outro fator que pode agravar essa situação é a competição entre K e Ca dentro da planta (MALAVOLTA, 1997). O maior fluxo de potássio para o fruto de melancia concorre a diminuir a presença de cálcio. Resultado semelhante foi verificado em outras hortaliças como tomate BLANCO (1963), morango SOUZA (1976) e melão (SANCHEZ, 1998). Segundo TRANI (1993), o cálcio é um dos mais importantes nutrientes para as curcubitáceas, estando o mesmo associado com a formação de flores perfeitas, a qualidade do fruto e a produtividade.

Houve efeito significativo para interação local amostrado e parte do fruto para o Mg (Tabela 1), principalmente para Goiás, isso pode ser explicado pelo fato dos solos dessa região serem mais férteis e seguirem a calagem recomendadas. Para essa variável os graus de liberdade foram desdobrados. As médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% são apresentadas na Tabelas 7. ZHU et al., (1996), verificaram que a taxa de absorção de nutrientes na cultura da melancia, acompanha a taxa de produção de massa seca, atingindo o máximo na época do desenvolvimento dos frutos, quando então começa a diminuir. LOPEZ-CATARERO et al. (1992), verificaram diferenças entre cultivares de melancia para quantidade e teores de nutrientes na folha, sendo observadas diferenças nos teores entre as cultivares.

Em trabalhos realizados com acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tilde, NASCIMENTO et al. (1991), constataram que o P, K e Mg apresentaram maior acúmulo na folha em relação ao fruto. Embora as espécies apresentem diferenças com relação à demanda e época de maiores exigências por nutrientes, trabalhos realizados com melão por BELFORT (1986), PRATA (1999) e LIMA (2001), conduzidos em diferentes locais, cultivares e sistemas de produção, mostraram uma curva padrão de acúmulo de massa de nutrientes, mais lento nos primeiros 30 dias do ciclo e com maiores demandas após o início da frutificação. Ainda que a seqüência de exigência nutricional não tenha sido a mesma entre os trabalhos anteriores citados, o cálcio foi bastante exigido pelas plantas estudadas.

Resultados similares foram obtidos em pepino SOLIS et al., (1982) e abobrinha (ARAÚJO, et al., 2001).

Tabela 7 – Teores médios de Magnésio total em diferentes partes do fruto (mesocarpo, endocarpo e epicarpo) de melancia (*Citrullus lanatus*) em diferentes locais amostrados (Formoso, Gurupi e Goiás). Safra 2007/2008¹.

Parte do Fruto	Locais						Média
	Formoso		Goiás		Gurupi		
	Mg (dag/kg)						
Mesocarpo	0,013	A b	0,132	B a	0,012	A b	0,052
Endocarpo	0,008	A a	0,007	A a	0,007	A a	0,008
Epicarpo	0,008	A b	0,096	B a	0,007	A b	0,037
Média	0,010		0,078		0,009		0,032

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. (minúscula – comparação nas linhas e maiúsculas comparações nas colunas)

A Tabela 7 mostra que o Mg apresentou valores significativos para o local de coleta (Goiás) e mesocarpo e epicarpo. De acordo com MARSCHNER (1995), dependendo do status de Mg na planta, de 6 a 25% do magnésio total pode estar ligado á molécula de clorofila, enquanto, outros valores podem estar ligados á pectatos na parede celular ou depositados como sal solúvel no vacúolo. Trabalhos semelhantes foram realizados pelo mesmo autor com Ca, K, P e MG, e o magnésio foi um dos macronutrientes absorvidos em menores quantidades pelas plantas em relação aos demais nutrientes. Os altos teores de Mg apresentados no mesocarpo da cidade Goiás, podem estar relacionando com os tratos culturais, adubação e o tipo de solo de Goiás, sendo este diferente de Formoso e Gurupi.

Portanto, a quantidade de nutrientes exportados pelos frutos, representa importante componente de perdas de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos, enquanto os nutrientes contidos na parede podem ser incorporados ao solo dentro de um programa de reaproveitamento de restos culturais.

CONCLUSÕES

- Os sólidos Solúveis analisados nos frutos de melancia da variedade Crimson Sweet variaram entre 8,35° a 11,40° independentes da parte do fruto e o local de coleta.
- A maior concentração dos macronutrientes foi no mesocarpo dos frutos.
- Os teores de Cálcio foram maiores em Gurupi e Magnésio foram maiores e Goiás.
- É necessário mais trabalhos e pesquisas sobre a qualidade do fruto melancia.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ALENCAR, I. Melancia. **Revista Safra** 22:43-45,2001.

AMARAL SOBRINHO, M. M. B. et al. Fracionamento de zinco e chumbo em solos tratados com fertilizantes e corretivos. **R. Bras Ci Solo**, v.21, p.17-21, 1997.

ARAÚJO, W. F.; BORTREL, T. A.; CARMELO, Q. A. de C.; SAMPAIO, R. A.; VASCONCELOS, M. R. B. M. Absorção de nutrientes e a cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P.C. do; RESENDE, R. S (Coord) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. *Agropecuária*, 2001, v. 1, p. 67- 77.

BELFORT, C. C. Crescimento e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L.) *cultivado em um solo Vermelho amarelo* em presidente Venceslau-SP.1985, 72P. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*, Cálcio, p. 714, 1963.

Carbamatos e Multiresíduos em Amostras Sólidas: EPA Methodos: 531. 1(4/15/88); Manual de Métodos : Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs, Ministry Health, Wealfare and Sport- Holanda- 6a. Edição, 1996.

CARVALHO, R. N. de. **Cultivo da melancia para a agricultura familiar**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1999.127p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFRV, 2000. 234p.

FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; FINGER, F. L. Fruit size, mineral composition and quality of trickle- irrigated tomatoes as affected by potassium rates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n, 1, p.21-25, 2000.

FUTINO, A.; SILVEIRA, J. M. J. F. da. A. indústria de defensivos agrícolas no Brasil. **Agricultura**, São Paulo, v. 38, p. 1-44, 1991.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1990. 250p

GRANJEIRO, L. C. **Produtividade e qualidade de frutos de melancia, em duas épocas de plantio, em função de fontes e doses de potássio**. 79 f. 2003. Tese (Doutorado em produção Vegetal) – FCAV, UNESP, Jaboticabal, 2003.

GUERRA, N. B.; LIVEIRA, A. V. S. Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. Pérola. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 32-35, abril. 1999.

GRISOLIA. César Koppe. **Agrotóxico: mutações, reprodução e câncer**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005.

HO, L. .; HAND, D. J.; FUSSESL, M. Improvement of tomato fruit quality by calcium nutrition. *Ac Wageningen*, n. 481, p. 463-468, 19987.

KANO, Y. Effects of Sumer – day- time temperature on sugar content in several portions of watermelon fruit (*Citrullus lanatus*). **Journal of Horticultural Science and Biotecnology**, v.79, n. 1, p. 142-145, 2004.

KEIM, S. A.; ALAVANJA, M. C. R. Pesticide use by persons who reported a high pesticide exposure event in the agricultural health study. *Environmental Research Section A*. Amsterdam, v.85, p. 256-259, 2001.

LIMA, A.A. de. *Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (Cucumis melo L.)* 60f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LOPEZ-CANTARERO, I.; GUZMAN, M.; VALENZUELA, J.L.; DEL RIO, A.; ROMERO, L. Variation in watermelon cultivars irrigated with saline water: total ions: *Communications. Soils Science Plant*. Orono, v. 23, n.17-20, p. 2809- 2822, 1992.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Copper, further elements of importance. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**, 4. ed Berne: International Potash Institute, 1987. p. 537-588.

MIRANDA FR, RODRIGUES AG; SILVA WLC; SATURNINO HM; FARIA FHS. 1999. *Instruções técnicas sobre a cultura da melancia*. Belo Horizonte: EPAMIG. 28p.

MORI, E. E. M. Suco de melancia (**Citrullus lanatus (Tunberg) Matsumura na Nakai**): processamento, formulação, caracterização física, química, microbiológica e aceitabilidade. 119f. 1996. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

NASCIMENTO, V. M. do; FERNANDES, F. M.; MORIKAWA, C. K.; LAURA, V. A.; OLIVEIRA, C. A. matéria seca e absorção de nutrientes pela melancia (*Citrullus lanatus* (thumb) na região do cerrado. *Científica.*, Jaboticabal, v. 19, n.2, p. 8591, 1991.

PANIQUE, E.; KELLING, K. A.; SCHULTE, E. E.; HERO, D. E.; STEVENSON, W. R.; JAMES, R. V. Potassium rate and source and disease interaction. *American Potato Journal*, v 74, p. 379-398, 1997.

PANTASTICO, E. B.; CHATTOPADHY, T.K.; SUBRAMANYAM, H. Almacenamiento y operaciones comerciales de almacenaje. In: PANTASTICO, E. B *Fisiologia de la postrecoleccion, manejo y utilizacion de frutas y hortalizas tropicales u subtropicales*. México: Continental, 1979. p. 375- 405.

PINTO, S.A. A. COLLINS, J.F. SARZI, B. TEIXEIRA, G. H. de. A.; MATTIUS, B. Uso de melancia na produção de produtos minimamente processados: efeito de diferentes cortes e da temperatura de armazenamento na atividade respiratória. In: ENCONTRO NACIONAL

SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, Viçosa. **Resumos...**
Viçosa: UFV, p. 10, 2000.

PRATA, E. B. *Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro* (Cucumis melo L.) 1999. 37f. Dissertação (mestrado em Solos e Nutrição de plantas), universidade Federal do Ceará 1999.

RAMALHO J. E. P. G. AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos cultivados com cana - de- açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Floresta e Ambiente** v. 8, p. 120-129, 2001.

SANCHEZ, L. R.; SIRONI, J. S.; CRESPO, J. A. P.; PELLICER, C.; LOPEZ, M. D.G. Crescimento y absorção de nutrientes del melon bajo invernadero. *Investigacion Agrária Produccion Proteccion Vegetales*, n.1-2, p.111-120, 1998.

SEABRA JUNIOR, S., PANTANO, S.C.; HIDALGO, A. F. RANGEL, M.; CARDOSO, A. L. L. Evaluation of the number and position of watermelon fruits cultivated in a greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n. 4, p. 708-711, 2003.

SOLIS, E. A. M.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DIEHL, W. J. Nutrição mineral de hortaliças. LVI-Acumulação de nutrientes na cultura do pepino (Cucumis sativus l.) var. Aodai cultivado em condições de campo. *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, piracicaba, v.39, p. 697- 737, 1982.

SOUZA, A.F. *Absorção de nutrientes por quatro cultivares de morangueiro* (Fragaria spp). 1976. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de planta) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, universo São Paulo.

TRANI, P. E.; VILLA, W.; MINAMI, K. Nutrição mineral, calagem e adubação da melancia. In: IAMAUTI, M. *Cultura da melancia*. Piracicaba. Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, 1993.

ZHU, H. X.; ZHANG, X.; SHEN, A.; SUN, CH. Studies on the nutrient uptake an balance fertilization watermelon. *Acta Horticulturae Sinica*, Beijing, v. 23, n.2, p. 145-149, 1996.

**CAPITULO III - ANÁLISE DE METAIS EM DIFERENTES PARTES DO FRUTO DE
MELANCIA (*Citrullus Lanatus*) APLICANDO ANÁLISE MULTIVARIADA.**

Análise de metais em diferentes partes do fruto de melancia (*Citrullus Lanatus*) aplicando Análise Multivariada.

RESUMO

Como se sabe, a melancia é uma olerícula, no qual a parte comestível é um fruto, e seu cultivo se dá principalmente de forma convencional. E visando maiores produções e forma de renda da cultura, há um grande uso de fertilizantes químicos, no qual há necessidade de um maior monitoramento e conhecimento sobre o produto no qual é bastante consumido em todo mundo. Uma das dificuldades nos estudos de nutrientes em tecidos vegetais é a interpretação dos dados. A estatística multivariada constitui uma alternativa para melhor compreensão destas informações. Com o objetivo de analisar os teores de elementos, macronutrientes e micronutrientes nos frutos de melancia, foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio formoso na cidade de Formoso do Araguaia - TO, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental da cidade de Gurupi-TO e na Ceasa na cidade de Anápolis-GO. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo). Os frutos amostrados foram processados de modo a fazer a leitura no espectrofotômetro de absorção atômica. As amostras foram analisadas quanto aos teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Cd e P, K, Ca, Mg. Os teores de nutrientes nos frutos da melancia foram interpretados pelo uso de estatística Multivariada, como Análise das Componentes Principais (ACP) e Mapas Autoorganizáveis de Kohonen, que facilitaram a interpretação dos dados. Pela ACP foi possível evidenciar para cada parte da melancia considerada, a formação de grupos, bem como identificar os elementos, através dos pesos, que mais influenciavam os agrupamentos. Em relação aos mapas de Kohonen, estes evidenciaram as amostras dos locais e os elementos dessas respectivas amostras que tinham médias consideráveis e que influenciavam o grupo de amostras, ou seja, o neurônio vencedor de cada grupo.

Palavras Chaves: metais pesados, melancia, análise das componentes principais, mapas de kohonen.

ABSTRACT

As you know, watermelon is an opercula, in which the edible part is a fruit, and its cultivation is mainly in the conventional manner. And aiming at higher yields and income of a culture, there is a great use of chemical fertilizers, in which there is need for greater monitoring and knowledge about the product they are especially popular around the world. One of the difficulties in studies of nutrients in plant tissue is the interpretation of data. The multivariate analysis is an alternative to better understanding of this information. In order to analyze the contents of elements, macronutrients and micronutrients in fruits of watermelon have been three collections of watermelon fruit (*Citrullus lanatus*) Crimson Sweet variety from September to November 2008 at the locations identified as beautiful River Project in the town of Formoso do Araguaia - TO, Federal University of Tocantins (UFT) in the experimental city Gurupi and Ceasa in the city of Anapolis-GO. Once opened, each fruit was separated into three parts; pulp (endocarp), white bark (mesocarp) and green bark (coconut shell). The fruits were processed in order to make the reading atomic absorption spectrophotometer. The samples were analyzed for Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Cd and P, K, Ca, Mg. The nutrients in the fruits of watermelon were interpreted by use of multivariate statistics such as principal component analysis (PCA) and Self Organizing Maps of Kohonen which facilitated the interpretation of data. By PCA it was possible to show each part of the watermelon considered, the formation of groups and identify the elements, through the weights, the most influential groups. For the Kohonen maps, these showed the samples of sites and elements of their samples had considerable means and that influenced the group of samples, the winner neuron of each group.

Keywords: heavy metals, watermelon, principal component analysis, Kohonen maps.

INTRODUÇÃO

Com a necessidade de elevar a produção agrícola e conseqüente aumento das práticas agrícolas, a exploração indiscriminada dos solos, aumentou nos últimos anos. Práticas como sistemas inadequados de preparo do solo, e o uso excessivo de agroquímicos, são fatores que aceleram a degradação do solo e conseqüentemente interferem na qualidade dos frutos e outros alimentos que são bastante consumidos pela grande população. Como os fertilizantes não são totalmente purificados, durante o processo de manufatura, eles geralmente contêm diversas impurezas, entre elas, os metais pesados (AMARAL, SOBRINHO, et al. 1992, 1997, RAMALHO et al. 1999).

Metais pesados ou metais tóxicos são termos genéricos aplicados a um grupo heterogêneo de elementos, porém nem todos têm essa característica de toxicidade (MALAVOLTA, 2006). A característica comum entre esses elementos é que possuem peso específico maior que 6cm^3 ou número atômico maior que 20. É comum o termo metais pesados como tóxico, sendo adotado para associar os metais à poluição e toxicidade. Entre os metais pesados, há aqueles que têm função essencial aos seres vivos, por isso há necessidade de se estabelecer legislação com os teores permitidos.

Um dos principais problemas dos metais pesados é o local onde são depositados os objetos ou rejeitos com esses elementos. Quando os resíduos com pilhas baterias, pedaços de carros e outros componentes são depositados em locais impróprios podem levar ao aumento na quantidade desses metais ao aumento na quantidade desses metais pesados como níquel, mercúrio, cádmio e chumbo (MALAVOLTA, 2006). As queimas de resíduos urbanos e industriais contêm diferentes componentes metálicos, sendo o cádmio um deles o que pode acarretar a poluição do solo pela deposição de partículas (RODELLA et al. 2001).

Outro fator a considerar é que os metais pesados também freqüentemente fazem parte dos componentes ativos das pesticidas SANTOS et al. (2001), e, portanto, segundo vários autores, a adição desses elementos nos solos agrícolas é causada pelo uso repetido e excessivo de fertilizantes, pesticidas metálicos e resíduos orgânicos, podendo causar sérios riscos de contaminação à saúde humana e aos ecossistemas terrestres (OLIVEIRA et al. 2003).

Em trabalhos realizados por RAMALHO et al. (2001), com metais pesados verificaram que nas áreas que vem sendo explorados há 15 anos com olériculas, perceberam que teve um efeito marcante na acumulação de metais pesados no solo. Como se sabe, a melancia é uma oléricula no qual a parte comestível é um fruto, e seu cultivo se da

principalmente de forma convencional. E visando maiores produções e renda, na cultura há um grande uso de fertilizantes químicos, no qual há necessidade de um maior monitoramento e conhecimento sobre o produto no qual é bastante consumido em todo mundo. Uma das dificuldades nos estudos de nutrientes em tecidos vegetais é a interpretação dos dados. A estatística multivariada constitui uma alternativa para melhor compreensão destas informações.

A Análise das Componentes Principais (PCA, do inglês "Principal Component Analysis") (SILVA, 2002) é uma ferramenta quimiométrica que pode ser utilizada na visualização de propriedades de amostras. Comumente é empregada, para identificação de grupos distintos, na seleção de amostras e na construção de modelos para calibração multivariada. O objetivo da PCA é reduzir o número de variáveis envolvidas na modelagem, através de combinação linear estabelecida entre os dados.

Outra estratégia de aprendizagem são as redes de Kohonen onde as saídas não são colocadas como uma parte quantitativa significativa como nas outras redes. Se apenas a significância da saída é local (topologicamente) o neurônio com larga saída, então a magnitude atual da saída não substancia muito. Geralmente, o interesse apenas é guardar as saídas dentro dos limites fornecidos na ordem de preservar a semelhança aos atuais neurônios biológicos. Se o tamanho quantitativo da saída tem influência pequena ou não no desempenho da rede, então normalizando os pesos apenas perturba as correções. Além disso, já que os pesos são corrigidos diretamente pela comparação com os sinais de entrada (que presumidamente são normalizados ou ao mínimo escalado para alguns valores razoáveis), os pesos devem ser corrigidos para igualar então, e assim deve ao fim ser ajustado para valores normalizados.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar os teores de metais nas diferentes partes do fruto de melancia (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) coletados nas principais regiões produtoras de Tocantins e Goiás empregando-se para sua interpretação dois métodos de análise multivariada.

MATÉRIAS E MÉTODOS

Coleta dos frutos

Foram realizadas três coletas de frutos de melancia (*Citrullus lanatus*) da variedade Crimson Sweet no período de setembro a novembro de 2008, nos locais identificados como Projeto Rio Formoso na cidade de Formoso do Araguaia - TO, na Universidade Federal de Tocantins (UFT) no campo experimental da cidade de Gurupi-TO e no Ceasa na cidade de Anápolis-Go. Os tratamentos foram considerados como os três locais de coleta, ou seja, foram utilizados três tratamentos. O ponto de colheita dos frutos foi indicado pelo secamento da primeira gavinha, localizado na inserção do pedúnculo dos frutos com a rama e pela coloração do fruto em contato com o chão, onde muda-se de branco para cor creme, além do som oco do fruto quando batido com a mão firme. Conforme recomendação (FILGUEIRA, 2000).

No projeto Rio Formoso e no Ceasa da cidade de Anápolis-GO foram obtidos dez frutos coletados de forma aleatória, no campo experimental da (UFT) em Gurupi, foram coletadas vinte amostras. As áreas de coletas de Formoso e do campo experimental de Gurupi (UFT) são áreas que realizaram o cultivo de melancia nos cinco anos consecutivos. E os frutos coletados no Ceasa na Cidade de Anápolis-Go, são oriundos das regiões produtoras de melancia do estado de Goiás.

Preparação das amostras

Os frutos amostrados foram levados para o laboratório da UFT acondicionados em local fresco e seco, até o processamento. Após aberto, cada fruto foi separado em três partes; polpa (endocarpo), casca branca (mesocarpo) e casca verde (epicarpo). As amostras foram levadas separadamente para a estufa e secadas durante 07 dias a uma temperatura de 60°C, posteriormente foram trituradas no moinho tipo Wiley, em peneira de 1 mm de malha. Depois de trituradas pesou-se 0,5g de todas as amostras separadamente parte polpa, casca branca e parte verde.

Teor de nutrientes e metais pesados no fruto.

As amostras do fruto (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) de melancia foram levadas para Capela no Bloco digestor, onde foi adicionado 6 ml da solução nitro-perclorica (mistura

de ácido nítrico com ácido perclórico na proporção 2;1 v/v) (EMBRAPA 1997). Após adicionar a solução nas amostras no bloco digestor foi aumentado à temperatura, inicialmente a 40°C a cada vinte minutos até o volume reduzir pela metade (tempo cerca de 40 minutos). Depois aumentou-se a temperatura até atingir 210 °C, até as amostras apresentarem fumaça branca de HClO₄ e o extrato apresentar incolor ou transparente.

Depois de frio, foi adicionado 10 ml de água destilada, em seguida pipetou-se 6 ml da solução e realizou-se a leitura na absorção atômica. Conforme metodologia de análise estabelecida pela (EMBRAPA 1997). As análises e os parâmetros avaliados foram realizados no laboratório foliar e do solo (LASF), na Universidade Federal de Goiás (UFG), para identificação dos macronutrientes Ca, P, Mg e K e dos micronutrientes como Cd, Cr, Pb, Fe, Cu, Fe e Zn.

Análise estatística

Os dados obtidos nas amostras dos frutos foram submetidos ao método estatístico multivariado, o qual considera as amostras e as variáveis em conjunto, ou seja, as amostras foram então consideradas os objetos de uma matriz e os teores dos elementos as variáveis dessa matriz. A análise multivariada possibilita visualizar todo o conjunto de dados (YOON, 2004). Dois métodos de visualização foram utilizados, baseado em componentes principais, Análise das Componentes Principais (ACP) e o método baseado em rede de Kohonen, Mapas Autoorganizáveis a partir do programa estatístico Matlab (MOURA et al., 2006, SENA et al., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de elementos Químicos no Epicarpo por Componentes Principais

Dos valores dos elementos obtidos nas 40 amostras (*escores*) do epicarpo no fruto de melancia (*Citrullus Lanatus*) de todos os tratamentos foram analisadas onze variáveis (*pesos*), que gerou onze componentes principais, os valores dessas componentes explicam que da variância total dos dados em função do tratamento e das onze variáveis estudadas, fazendo com que houvesse a necessidade de analisar apenas o CP1 e a CP2, cujos valores acumulados contribuem 35,31% da variância.

A distribuição dos pontos amostrais dos extratos dos frutos no plano cartesiano pode ser observada na (figura1), juntamente com distribuição das variáveis dos pesos (Figura 2), que contribuem para a formação de todas as CPs e posicionamento dos pontos amostrais. A (Figura 1) mostra que a CP1 separa amostras de Gurupi e Goiás na parte negativa e na parte positiva ocorre às amostras de Formoso do Araguaia e amostras de Gurupi, onde pela (Figura 2) dos pesos que mostra a contribuição das variáveis, as amostras à direita na CP1, dispostas nos quadrantes B e D, são influenciadas pelos maiores teores de Pb e Cr e os demais elementos como P, K, Ca, Mg, Cd, Cu, Fe, Mn e Zn tem maior influência em separar as amostras da esquerda da CP1, dispostas no quadrante A e C. Em relação a CP2 as amostras são separadas nos gráfico dos escores, onde as amostras de Gurupi dispostas nos quadrantes A e B, na parte positiva da CP2, sofrem maior influência dos elementos P, K, Cd, Fe e Zn como mostrado na (Figura 2), que retrata os pesos. Na parte negativa da CP2, encontram-se as amostras de Goiás e Formoso do Araguaia, nos quadrantes C e D, em que os elementos que colaboram para a disposição destas amostras nestes quadrantes e na parte negativa da CP2 são os elementos Ca, Mg, Cr, Pb, Cu e Mn.

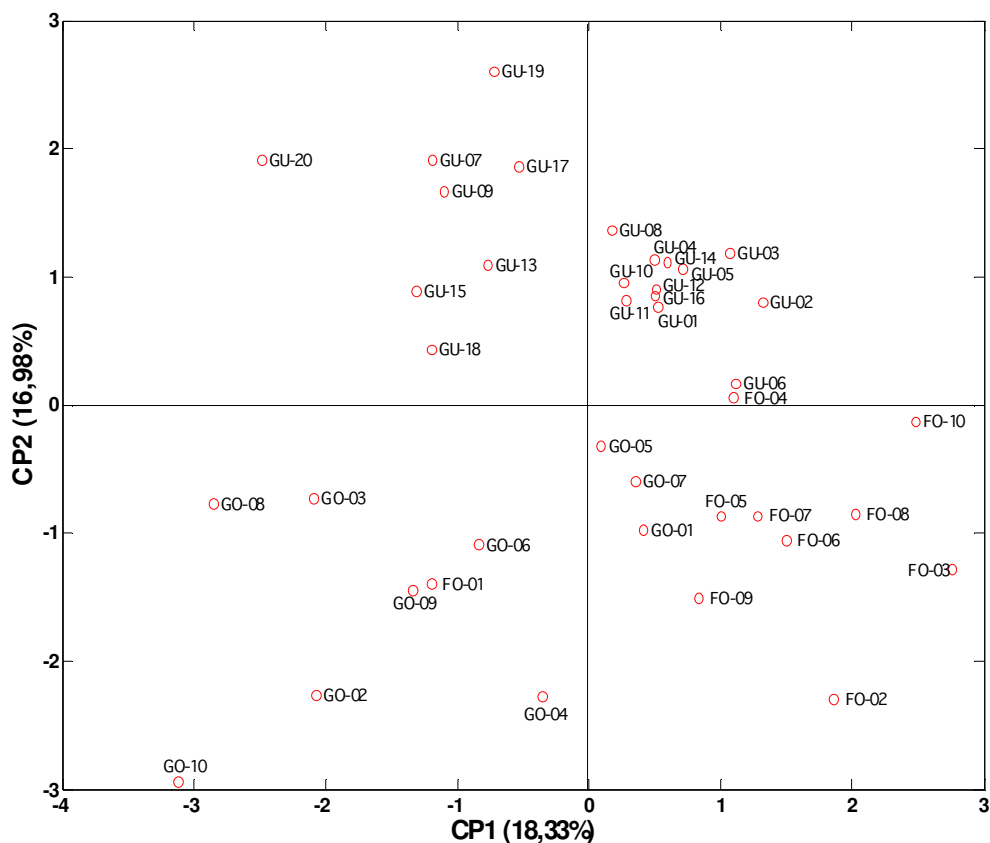


Figura 1: Disposição dos escores nas Componentes Principais (CP1 x CP2) no plano cartesiano, indicando a distribuição das amostras do epicarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanattus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás.

Verifica-se que no Epicarpo dos frutos de melancia coletados na cidade de Gurupi, houve maior presença dos elementos K, Fe e Cd. Pode ser explicado pelo uso de fertilizantes a base de potássio e quanto ao ferro pode ser explicado pelo o elemento ferro apresentar altos teores em solos tropicais (ADRIANO, 1986). Com relação ao Cádmiio, pode ser explicado pelo uso freqüente de produtos fertilizantes químicos contendo esse nutriente, e pelo Cádmiio apresentar uma maior mobilidade em relação á de outros elementos, ele se mostra mais móvel no solo que outros metais, dispersando mais que o chumbo e o cobre.

No tratamento de Goiás, percebe-se maior concentração de Mg, Mn e Ca, no Tratamento de Formoso houve maiores concentrações de Pb e Cr. Segundo KABATA-PENDIAS & PENDIAS, (2001), o teor de chumbo no solo varia com o tipo de solo e está relacionado com a argila, óxidos, hidróxidos de Fe, Al, Mn e matéria orgânica, podendo

concentrar em partículas CaCO_3 e de e fosfatos. As maiores concentrações de Chumbo estão relacionadas com o uso freqüente de fertilizantes químicos e com os Agrotóxicos. De acordo com ABREU (1998), para avaliar a contaminação do solo por Pb recomenda-se que as amostras deste sejam retiradas na camada superficial, na profundidade de 0-10 cm.

O cromo também é adicionado ao solo de forma direta, com o uso agrônômico de lodo de curtume e de esgoto e através de adubos. A sua disposição ao longo do perfil não tem um padrão, mas de forma geral, tende a acumular-se na superfície. Assim, o uso de calagem pode ser uma forma de controlar o teor desse elemento na solução do solo. Após absorvido pela planta, o cromo tende a ficar mais concentrado nas raízes das plantas, e sua translocação para as partes aéreas é lenta. Solos tratados com grandes quantidades de resíduos á base de cromo, como lodos de esgoto e resíduos de indústria de tintas e curtumes, podem apresentar teores tóxicos deste elemento (GUPTA, 2005).

Análise de elementos Químicos no Epicarpo por Mapas de Kohonen

Na (Figura 3), a aplicação de mapas de Kohonen, que mostra a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 4), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 3). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos Fe, P, K, Zn, Cu e Cd tem as maiores médias para as amostras de Gurupi-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 3) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 4). A amostra GU-19 apresentou maior média de Fe, sendo que as amostras de GU-07 e GU-15 apresentou maior média de P, K e Zn, com ligeira maior média de Cu, já a amostra GU-09 apresentou maior média de Zn e Fe, já as amostras GU-08 e também GU-09 apresentaram maiores médias de Cd. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 1) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 1), no quadrante A, estão dispostas uma parte das amostras de Gurupi-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 2) sofrem influência dos elementos Fe, P, K, Zn e Cd, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação e que mostra que esses elementos têm influência positiva em relação a CP2 (Figura 1).

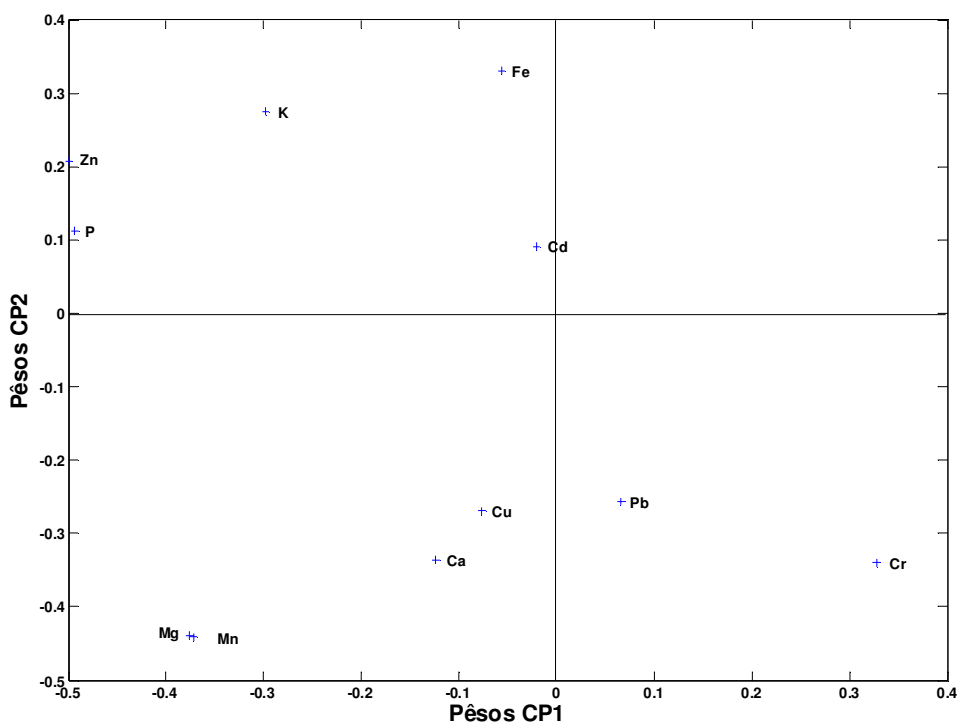


Figura 2: Distribuição dos pesos nas Componentes Principais (CP1 x CP2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no epicarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás.

Os mapas de Kohonen, na (Figura 3), que mostram a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 4), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 3). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos Cu, Cr, Pb, Ca, Mg, e Mn tem as maiores médias para as amostras de Formoso do Araguaia-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 3) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 4). As amostras FO-04 e FO-08 apresentaram maiores médias de Pb, sendo que as amostras de FO-02 e FO-05 apresentaram maiores médias de Cu, Cr e Pb, já a amostra FO-01 apresentou maiores médias de Ca, Mg, Cd, Pb, Cu, e Mn, com ligeiro valor próximo a média para o elemento P. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 1) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 1), no quadrante D, estão dispostas as amostras de Formoso do Araguaia-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 2) sofrem influência dos elementos Ca, Mg, Cd, Pb,

Cu, e Mn, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação e que mostra que esses elementos tem influência negativa em relação a CP2 (Figura 1), e em relação a CP1 tem influência positiva para os elementos Cr e Pb.

O mapa de Kohonen das amostras de Goiás, (Figura 4), indica que os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da figura 3. Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos Cu, Cr, Pb, Ca, Mg, Mn e Zn tem as maiores médias para as amostras de Goiás, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 3) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 4). As amostras GO-01 apresenta maiores médias de Cu, Pb e Cr, sendo que as amostras de GO-04 e GO-05 apresentaram maiores médias de Mn e Pb, com uma boa evidência que a maior média para a amostra GO-04 foi estabelecida pelo Mn, já a amostra GO-06 apresentou maiores médias de Ca, Mg, Cd, Pb e Mn, com ligeira influência pela média de Cu. As amostras GO-08 e GO-03 apresentaram um alto valor médio de P, sendo que também, a amostra GO-08 apresentou maiores médias para Ca, Mg e Mn. A amostra GO-03 apresentou maiores médias para Cu e Zn. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 1) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 1), nos quadrantes C e D, estão dispostas as amostras de Goiás, que pelo gráfico dos pesos (Figura 2) sofrem influência dos elementos Ca, Mg, Mn e Cu, e, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação e sendo que, esses elementos tem influência negativa em relação a CP2 (Figura 1), e em relação a CP1 tem influência negativa porém, com influência positiva para os elementos Cr e Pb.

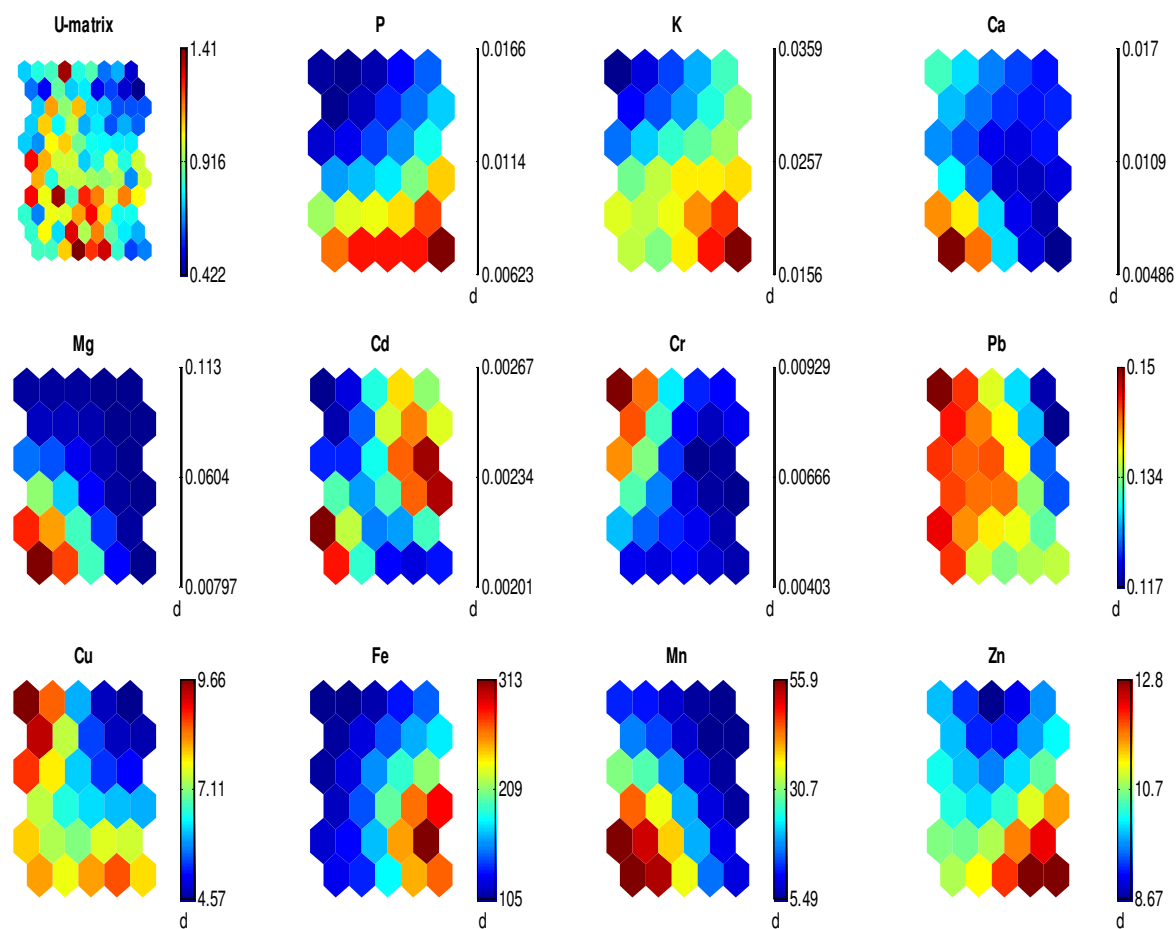


Figura 3. Mapas de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Epicarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás.

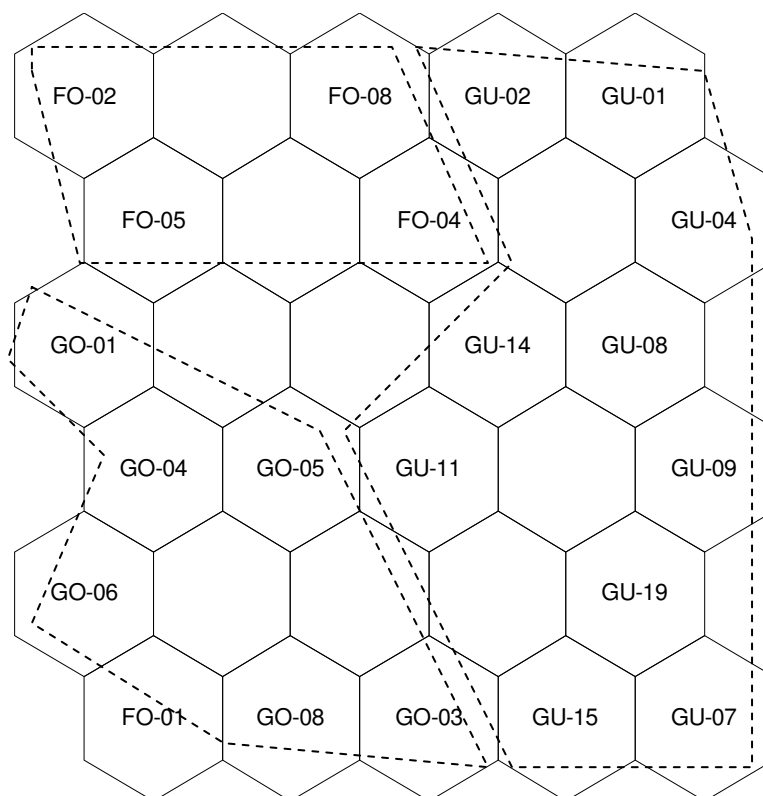


Figura 4. Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás, considerando o Epicarpo do fruto de melancia.

Análise de elementos Químicos no Mesocarpo por Componentes Principais

Dos valores dos elementos obtidos nas 40 amostras (*escores*) do mesocarpo no fruto de melancia (*Citrullus Lanatus*) de todos os tratamentos foram analisadas onze variáveis (*pesos*), que gerou onze componentes principais, os valores dessas componentes explicam que da variância total dos dados em função do tratamento e das onze variáveis estudadas, fazendo com que houvesse a necessidade de analisar apenas o CP1 e a CP2, cujos valores acumulados contribuem 49,08% da variância.

A distribuição dos pontos amostrais mesocarpo dos frutos no plano cartesiano pode ser observada na (Figura 5), juntamente com distribuição das variáveis dos pesos (Figura 6), que contribuem para a formação de todas as CPs e posicionamento dos pontos amostrais. A (Figura 5), mostra que a CP1 separa amostras de Gurupi-TO na parte negativa, das amostras de Goiás e de Formoso do Araguaia-TO na parte positiva. Já a CP2 mostra a separação das amostras de Goiás localizadas na parte negativa, das amostras de Gurupi e Formoso do

Araguaia-TO localizadas na parte positiva para a CP2. Estabelecendo uma relação complementar do gráfico dos escores com o gráfico dos pesos, podemos notar que as amostras de Formoso do Araguaia e de Gurupi sofrem influência positiva dos elementos P, Fe, Cu e Mn dados pela (Figura 6), que representa os pesos. Estas amostras encontram-se dispostas nos quadrantes A e B na figura 5, que representa os escores das amostras. Já as amostras de Goiás em relação a CP2 as suas disposições são influenciadas negativamente pelos elementos K, Ca, Mg, Cd, Pb, Cr, e Zn. Em relação a CP1, há uma nítida separação das amostras de Gurupi disposta no quadrante A, influenciada de forma negativa pela CP1 pelos elementos P e K, como mostra a Figura dos pesos. As amostras de Goiás e Formoso do Araguaia dispostas respectivamente nos quadrantes D e B são influenciadas de forma positiva de acordo com a CP1, pelos teores de Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn.

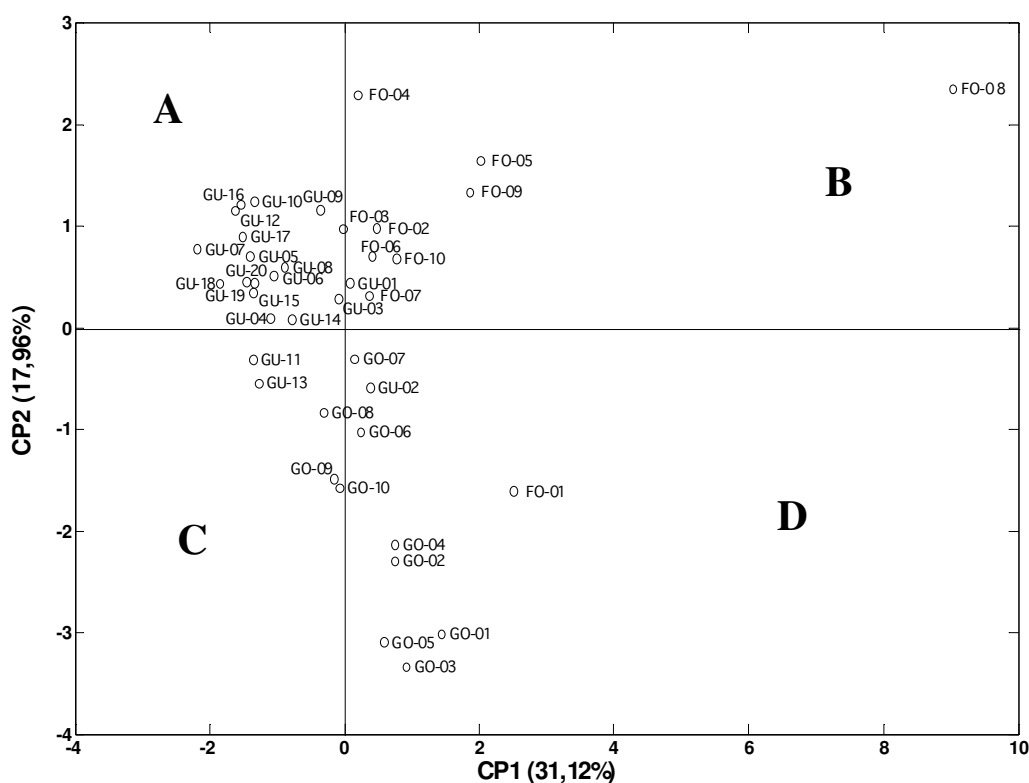


Figura 5. Disposição dos escores nas Componentes Principais (CP1 x CP2) no plano cartesiano, indicando a distribuição das amostras do mesocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- TO, Gurupi- To, e Goiás.

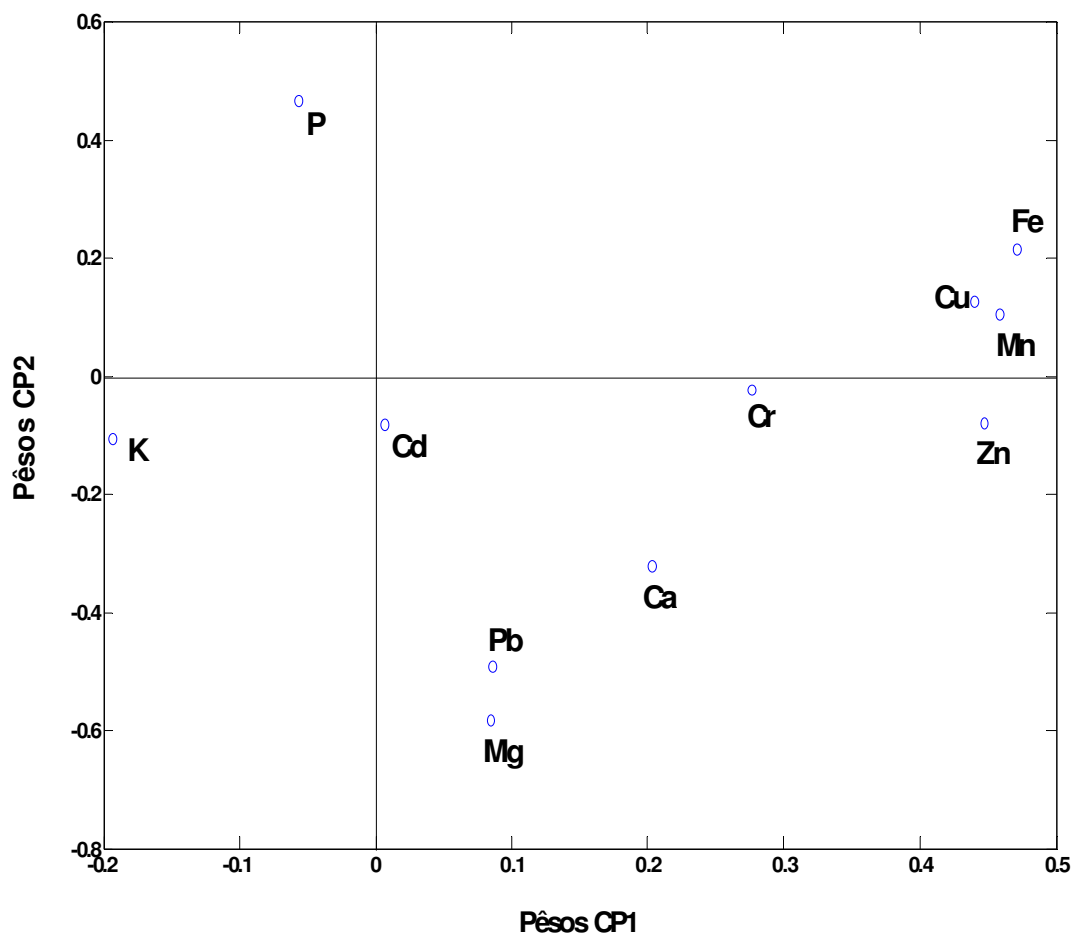


Figura 6. Distribuição dos pesos das Componentes Principais (PC1 x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no mesocarpo do fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta Formoso- To, Gurupi- To, e Goiás.

No Mesocarpo do fruto de melancia, o Cd foi mais presente nas amostras coletadas em Goiás e Gurupi assim como o Pb e o Mn, pelo fato do Pb e o Cd, por serem considerados metais pesados, e pelo Mesocarpo ser menos comestível do que o Endocarpo pode-se dizer que as amostras coletadas em Goiás e Gurupi, não apresentam riscos com relação ao mesocarpo do fruto de melancia analisado.

As amostras de Gurupi-TO apresentaram baixas concentrações de Fe, Cu, Mn e Zn, Pb e Mg. Com relação aos metais pesados apresentarem baixas concentrações em Gurupi, considera-se pelo fato da menor frequência dos fertilizantes químicos na cultura da melancia com relação à área de Formoso e Gurupi, que apresentam uma área maior de melancia plantada assim o uso de fertilizantes acabam sendo mais frequentes.

Com relação aos teores de magnésio pode ser explicado pelas características dos solos do cerrado, e por não ter o costume de fazer a adubação com micronutrientes, sendo assim o Mg este mais relacionado com o tipo da calagem. Os Teores de Ca, Pb e Mg foram mais significativos no tratamento de Goiás, pode ser explicado pelo fato dos solos de Goiás serem mais ricos em cálcio que esta relacionado com a calagem. Já os teores de P, foram maiores nas amostras coletadas em Goiás.

Esses dados são mais facilmente observados por mapas de Kohonen nas (Figuras 7 e 8).

Análise de elementos Químicos no Mesocarpo por Mapas de Kohonen

Na (Figura 7), a aplicação de mapas de Kohonen, que mostra a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 8), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 7). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos P, K, e Cd têm as maiores médias para as amostras de Gurupi-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 7) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 8). A amostra GU-08 apresentou maior média de P, sendo que as amostras de GU-07 e GU-19 apresentou maior média de K, com ligeira maior média de Cu, já a amostra GU-04 apresentou maior média de K e P, já as amostras GU-08 e GU-20 apresentaram maiores médias de K e P. As amostras GU-06, GU-02 e GU-11 apresentaram maior médias para Cd, K e P. Já as amostras GU-02 e GU-01 apresentaram maiores médias de Ca, K, P e Cd. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 5) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na figura 5, no quadrante A, estão dispostas uma parte das amostras de Gurupi-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 6) sofrem influência dos elementos P e de K pelo gráfico dos pesos, que retrata nos escores a influência desse elemento na amostras do quadrante C, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação.

Os mapas de Kohonen, na (Figura 7), que mostra a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 8), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 7). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos P, Cu, Cr, Pb, Ca, Fe, Mg, Mn e Zn tem as maiores médias para as amostras de Formoso do Araguaia-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 7) com o

mapa que mostra os locais de coleta (Figura 8). As amostras FO-06 e FO-10 apresentaram maiores médias de P e Ca, sendo que a amostra de FO-02 apresentou maior média de Cr e P, já a amostra FO-01 apresentou maiores médias de Cr, Pb, Ca e ligeiro valor próximo à média de Mg. A amostra FO-08 apresentou valores médios maiores para Cr, Cu, Fé, Mn e Zn. Para a amostra FO-05 as médias influenciaram pelos elementos Cr, Cu e uma ligeira influência de Zn e P, quando a amostra FO-03 teve influência nas médias de P e Ca. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 5) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 5), no quadrante B, estão dispostas as amostras de Formoso do Araguaia-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 6) sofrem influência dos elementos Fé, Cu, Mn e P, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influência desses elementos na separação e que mostra que esses elementos tem influência positiva em relação a CP2 (Figura 5), e em relação a CP1 tem influência positiva para os elementos Cu, Mn e Fe.

O mapa de Kohonen das amostras de Goiás, figura 8, indica que os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 7). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos Ca, Mg, Cr, Pb e K têm as maiores médias para as amostras de Goiás, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 7) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 8). As amostras GO-01 apresentam maiores médias de Ca, Mg, Cr e Pb, sendo que a amostra de GO-02 apresenta maiores médias de Ca e Mg, e as maiores médias para a amostra GO-09 foram estabelecidas pelo K, Ca e Mg, já a amostra GO-06 apresentou maiores médias de Ca, K e P. A amostra GO-07 apresentou maiores médias de P e Ca. Pode-se afirmar que estas amostras, com influência das variáveis são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 5) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 5), nos quadrantes C e D, estão dispostas as amostras de Goiás, que pelo gráfico dos pesos (Figura 6) sofrem influência dos elementos Pb, Mg e Ca, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influência desses elementos na separação e sendo que esses elementos têm influência negativa em relação a CP2 (Figura 5), e em relação a CP1 têm influência positiva.

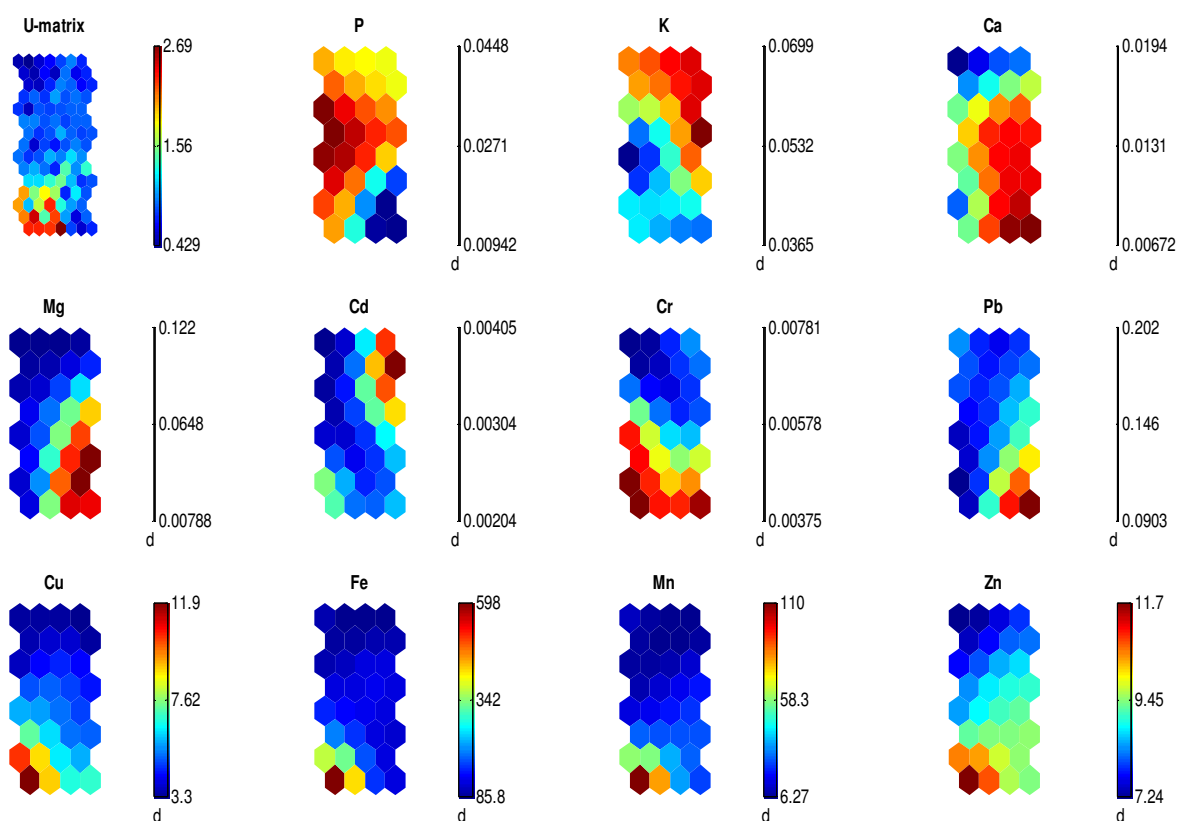


Figura 7. Mapas de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Mesocarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás.

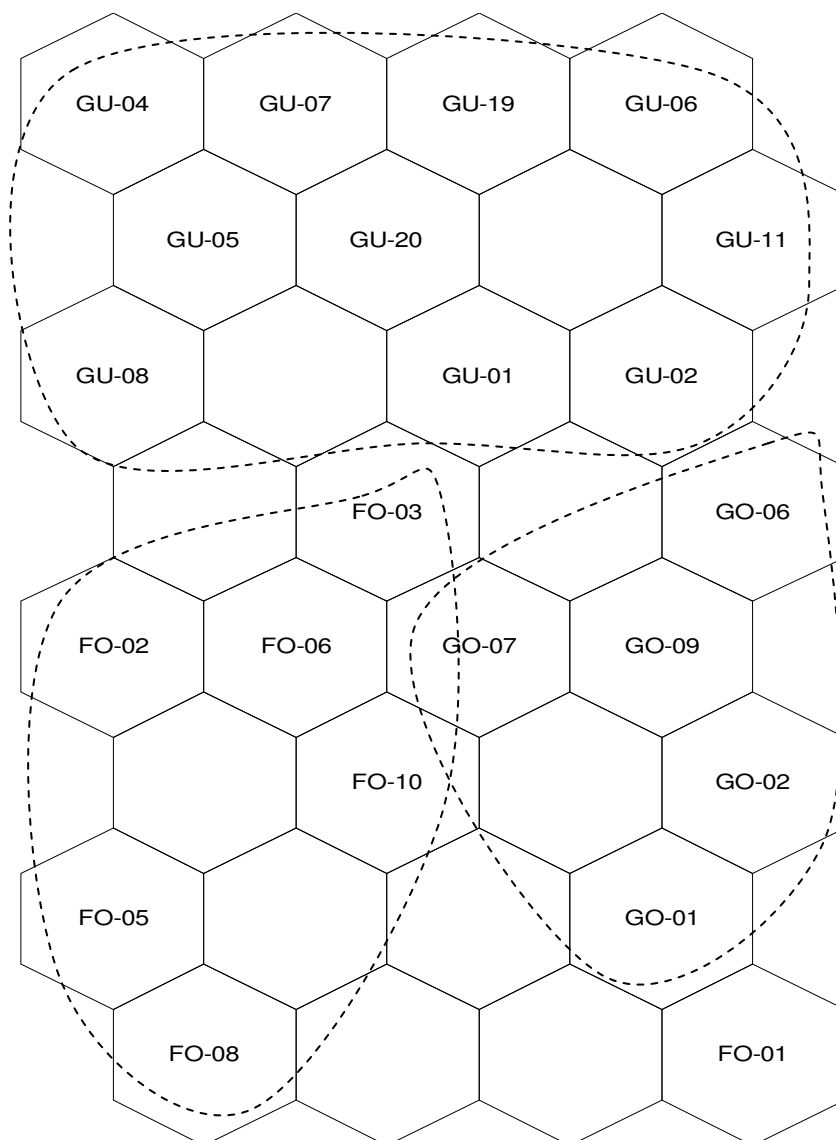


Figura 8. Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás (GO), considerando o mesocarpo do fruto de melancia.

Análise de elementos Químicos no Endocarpo por Componentes Principais

Dos valores dos elementos obtidos nas 40 amostras (*escores*) do endocarpo no fruto de melancia (*Citrullus Lanatus*) de todos os tratamentos foram analisadas onze variáveis (*pesos*), que gerou onze componentes principais, os valores dessas componentes explicam que da variância total dos dados em função do tratamento e das onze variáveis estudadas, fazendo com que houvesse a necessidade de analisar apenas o CP1 e a CP2, cujos valores acumulados contribuem 43,42% da variância.

A distribuição dos pontos amostrais dos extratos dos frutos no plano cartesiano pode ser observada na (Figura 9), juntamente com distribuição das variáveis dos pesos (Figura 10), que contribuem para a formação de todas as CPs e posicionamento dos pontos amostrais. A (Figura 9) mostra que a CP1 não evidencia tanta separação das amostras dos diferentes locais de coleta, sendo que, uma ligeira separação é feita para as amostras de Formoso do Araguaia na parte positiva e algumas amostras de Gurupi e Goiás na parte negativa, onde pela (Figura 10) dos pesos que mostra a contribuição das variáveis, as amostras à direita na CP1, dispostas nos quadrantes B e D, são influenciadas pelos maiores teores de K, Zn e Cr e os demais elementos como P, Ca, Mg, Cd, Cu, Fe, Mn e Pb tem maior influência em separar as amostras da esquerda da CP1, dispostas no quadrante A e C. Em relação a CP2 as amostras são separadas nos gráfico dos escores, onde as amostras de Formoso estão nitidamente separadas das amostras de Goiás dispostas nos quadrantes B e D respectivamente, na parte positiva da CP2, sofrem maior influência dos elementos Cu, Cd, Pb, Ca, Fe e Cr como mostrado na (Figura 10), que retrata os pesos. Na parte negativa da CP2, encontram-se as amostras de Goiás juntamente com algumas amostras de Gurupi, nos quadrantes C e D, em que os elementos que colaboram para a disposição destas amostras nestes quadrantes e na parte negativa da CP2 são os elementos K, P, Mg, Zn, e Mn.

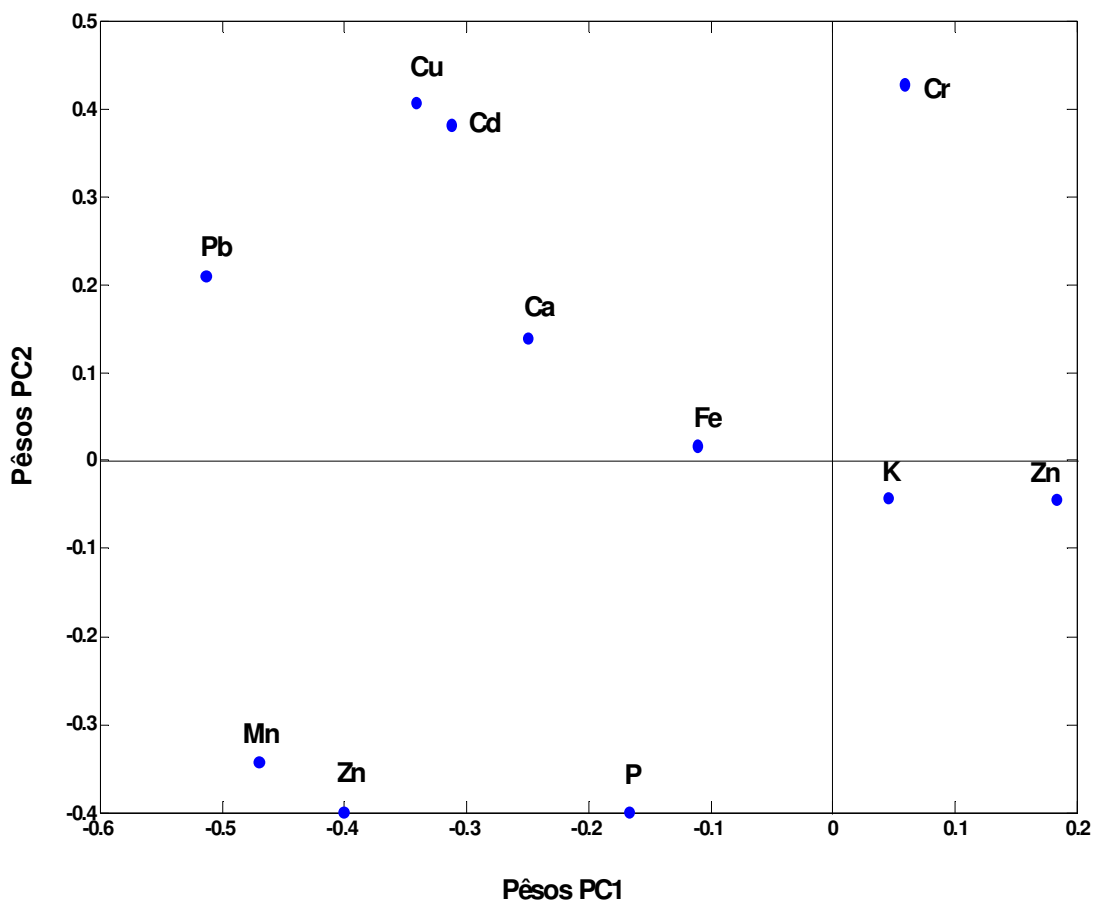


Figura 10. Distribuição dos pesos das Componentes Principais (PC1x PC2) no plano cartesiano, indicando os metais presente no Endocarpo fruto de melancia (*Citrullus lanatus*) dos diferentes locais de coleta (Formoso- TO, Gurupi- TO, e Goiás).

Análise de elementos Químicos no Endocarpo por Mapas de Kohonen

Na (Figura 11), a aplicação de mapas de Kohonen, que mostra a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 8), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 11). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos P, K, Cr, Fe, Ca, Mg, Cu, Pb e Cd tem as maiores médias para as amostras de Gurupi-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 11) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 12). As amostras GU-01 e GU-07 apresentaram valores próximos à média de Cr e Mg respectivamente, sendo que a amostra de GU-03 apresentou maior média para Mg e a amostra GU-04 apresentou maior média de P e Mg. A

amostra GU-08 apresentou maior média para P, Ca com ligeira aproximação da média para Fe, já a amostra GU-18 apresentou maior média de Ca e Cr, a amostras GU-05 apresentou maior média de K e Fe. A amostra GU-16 apresentou maior média para Ca, Cd, Cr, Pb, Cu. Já a amostra GU-12 apresentou maior média de Ca, Cd, Cr, Pb, Cu, Fé e ligeira influência do Mn causada pela proximidade do valor médio desse elemento no mapa de cores. A amostra GU-02 apresentou maior média para Ca e Pb e a amostra GU-11 apresentou uma ligeira influência causada pelo Ca, sendo que seu valor aproxima-se do valor médio desse elemento indicado no mapa de cores. Pode-se afirmar que estas amostras, com influência das variáveis são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 9) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na figura 9, no quadrante A, estão dispostas uma parte das amostras de Gurupi-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 10) sofrem influência dos elementos Cu, Cd, Pb, Mn, Mg, P, Ca e Fe, que retrata nos escores a influência desses elementos nas amostras do quadrante C, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação.

Os mapas de Kohonen, na (Figura 11), que mostram a influência dos valores médios dos elementos, juntamente com o mapa da (Figura 12), que indica os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 11). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos Mg, Cr, Ca, K, Pb, Fe tem as maiores médias para as amostras de Formoso do Araguaia-TO, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 11) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 12). As amostras FO-01 e FO-02 apresentaram maiores médias de K e Fe, sendo que a amostra de FO-05 apresentou maior média de Cr, Ca e Pb, já a amostra FO-06 apresentou maiores médias de Cr, e Ca. A amostra FO-09 apresentou valores médios maiores para Cr, Mg e Ca. Para as amostras FO-03, FO-04 e FO-07 as médias influenciaram pelos elementos Mg e Cr. Pode-se afirmar que estas amostras com influência das variáveis são responsáveis para agrupar no gráfico das componentes principais (Figura 9) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 9), no quadrante B, estão dispostas as amostras de Formoso do Araguaia-TO, que pelo gráfico dos pesos (Figura 10) sofrem influência dos elementos K, Mg e Cr, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação e que mostra que esses elementos têm influência positiva em relação a CP2 (Figura 9), e em relação a CP1 tem influência positiva para os elementos K, Mg e Cr.

O mapa de Kohonen das amostras de Goiás, (Figura 12), indica que os locais e as amostras que possuem as maiores médias em relação aos elementos dispostos nos mapas de cores da (Figura 11). Nota-se que pelos mapas de cores, os elementos P, Mn, Fe e Zn têm as maiores médias para as amostras de Goiás, indicado pela cor vermelha mais intensa, como pode ser visto relacionando o mapa de cores (Figura 11) com o mapa que mostra os locais de coleta (Figura 12). As amostras GO-01 apresentam maiores médias de P e Fe, sendo que a amostra de GO-02 apresenta maiores médias de P, Mn e Zn. Pode-se afirmar que estas amostras são responsáveis para posicionar no gráfico das componentes principais (Figura 9) as amostras com teores semelhantes ou bem próximos dos valores dos elementos dessas amostras. Por exemplo, na (Figura 9), nos quadrantes C e D, estão dispostas as amostras de Goiás, que pelo gráfico dos pesos (Figura 10) sofrem influência dos elementos P, Mn e Zn, em que as amostras descritas no mapa de Kohonen evidenciam a influencia desses elementos na separação e sendo que, esses elementos têm influência negativa em relação a CP2 (Figura 9), e em relação a CP1 tem influência negativa.

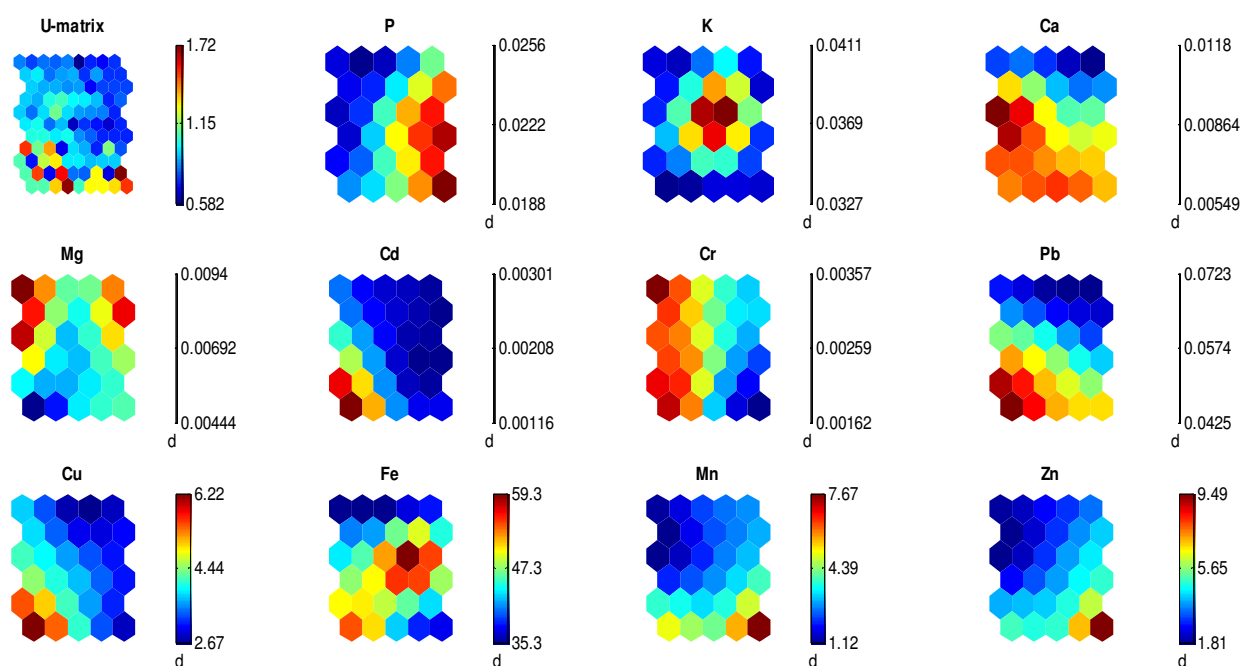


Figura 11. Mapa de Kohonen evidenciando a influência de P e dos metais K, Ca, Mg, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn e Zn (mg.kg^{-1}) no Endocarpo do fruto de melancia das regiões de Formoso do Araguaia – TO, Gurupi – TO e Goiás.

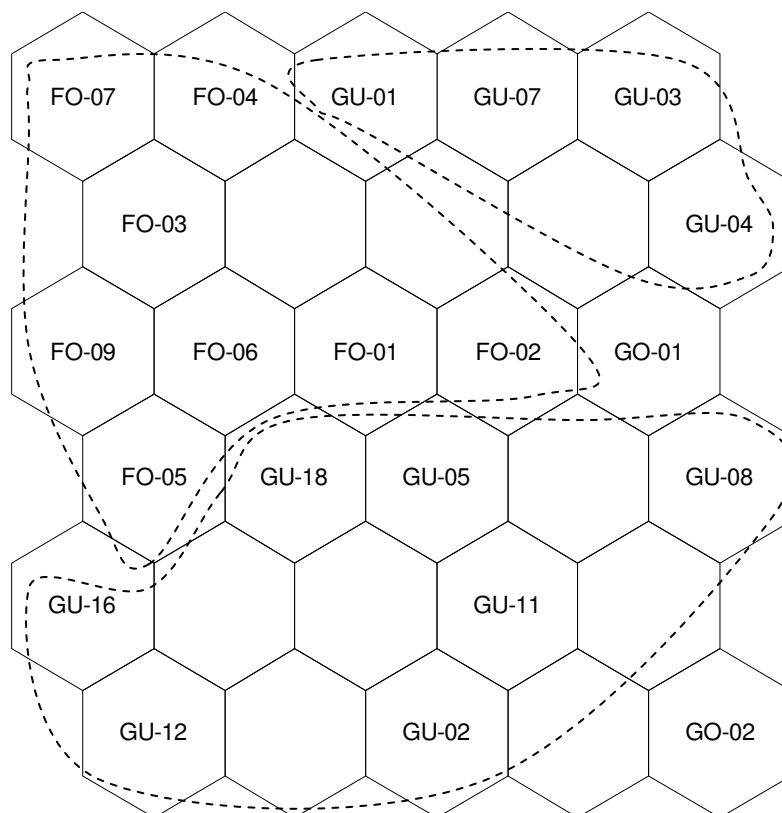


Figura 12. Mapeamento para as regiões de Formoso do Araguaia (FO), Gurupi (GU) no estado do Tocantins e do Estado de Goiás (GO), considerando o Endocarpo do fruto de melancia.

O uso da estatística Multivariada, utilizando as análise das componentes Principais (PCA) e Kohonen, foi importante, pois facilitou a interpretação dos dados, por estes serem em grande quantidade, e pela característica exploratória desta pesquisa de indicar tendências.

A PCA, segundo FERREIRA (2007), é uma técnica classificada como exploratória, ou não supervisionada, e seu objetivo é auxiliar na compreensão do conjunto de dados, examinando a presença ou ausência de grupamentos naturais entre amostras. São formados gráficos que apresentam a interação que pode existir entre as variáveis, facilitando a interpretação e o comportamento das amostras.

A PCA possibilitou agrupar por semelhanças e entender as diferenças entre os valores, pois de acordo com MOURA et al., (2006), devido á grande quantidade de informações advindas da análises realizadas nas diferentes extratos dos frutos de melancia, em diferentes locais de coletas, há necessidade de complementar a descrição estatística usando a análise multivariada, principalmente na visualização dos dados.

CONCLUSÕES

- O uso da estatística Multivariada, utilizando as análise das componentes Principais (ACP) e Kohonen facilitou a interpretação dos dados.
- A ACP possibilitou agrupar por semelhança as amostras dos diferentes locais de coleta e entender as diferenças de agrupamento pelo gráfico dos pesos, que denota a influência de cada variável no agrupamento das amostras.
- Os mapas de kohonen mostraram que é possível localizar pontualmente as amostras que são chamadas neurônios vencedores, e que são responsáveis para definir os agrupamentos na análise das componentes principais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A geração de resíduos diversos, a partir de transformações de substâncias compostas, vem se tornando preocupante em função de seu crescente uso e sua deposição de forma inadequada, principalmente no solo, que conseqüentemente pode causar sérios riscos na saúde humana e ao meio ambiente.

Uma das características desses resíduos é a possibilidade de estarem contaminados por metais pesados ou certos princípios ativos de agrotóxicos, tornando um alto risco para o ambiente e até mesmo para os alimentos.

Na cultura da melancia, como visam maior produção de renda e menor mão de obra, é constante o uso de fertilizantes químicos, como foi estudado neste trabalho. A melancia é uma das olerícolas no qual a parte comestível e o fruto, considerada uma das mais consumida em comparações com outros frutos, por ser de baixo custo e apresentar importantes teores de vitaminas.

Com base nas pesquisas realizadas neste trabalho, consta-se que a legislação a respeito dos teores toleráveis de metais pesados no solo e em plantas é quase inexistente, pois ainda são raros resultados de pesquisas mais abrangentes, sobre os teores em frutos e principalmente na cultura da melancia.

Os resultados obtidos na presente pesquisa mostram que mesmo nas áreas onde há intensivo uso de fertilizantes químicos na produção de melancia, os teores de metais pesados e resíduos de agrotóxicos foram baixos, provavelmente bem inferiores ao seu limite.

Sendo assim, novas pesquisas mais aprofundadas devem ser realizadas, objetivando obter mais informações científicas que possam elaborar legislações que possa ser determinantes no trato dos metais pesados adicionados ao ambiente a partir de fontes antrópicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABREU JÚNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso Agrícola de resíduos orgânicos: propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do solo, v. IV 2005. P. 391- 470.

ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C. Distribuição de chumbo no perfil de solo avaliada pelas soluções de DTPA e Mehlich-3. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n.1, p. 185-192, 1998.

ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. Nova Iorque: Springer Veriag, 1986. 533p.

AMARAL SOBRINHO, M. M. B. et al. Fracionamento de zinco e chumbo em solos tratados com fertilizantes e corretivos. **R. Bras Ci Solo**, v.21, p.17-21, 1997.

BORKERT, C. M.; COX, F. R. ; TUCKER, M. R. Zince and copper toxicity in peanut, soybean rice and corn in soil mixtures. **Communication Soil Science Plant Analysis**. Philadelphia, v. 29, p. 2991-3005, dec., 1998.

CARVALHO, R. N. de. **Cultivo da melancia para a agricultura familiar**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1999.127p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuário-Manual-**Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212p

FERREIRA, M. M. C. Multivariate QSAR. *J. Braz. Chem. Soc.*, São Paulo, v. 13, n. 6, p. 742-753, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 234p.

GUPTA, U. C. Micronutrientes e elementos Tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; 2005 p. 345-390.

KABATA- PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3^o Ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MELO V. P. **Propriedades químicas e disponibilidade de metais pesados para a cultura de milho em dois Latossolos que receberam adição de lodo de esgoto**. 2002 134p. (Tese de Doutorado) – FCAV/ UNESP, Jaboticabal, 2002.

MELO W. J.; MARQUES, M. O.; MELO V. P. Resíduos urbanos e industriais e qualidade do ambiente. In: Encontro Brasileiro sobre Substâncias Húmicas, 1999, Santa Maria. **Livro de Resumos**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 412p.

MOURA, M. C. S.; LOPES, A. N. C.; MOITA, G. C.; MOITA NETO, J. M. Estudo multivariado de solos urbanos da cidade de Teresina. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n.3, p. 429-435, maio / junho, 2006.

OLIVEIRA, C. et al. Solubilidade de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto enriquecido. **R Bras Ci Solo**. V.27, p.171-181, 2003.

RAMALHO J. E. P. G. AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos cultivados com cana - de- açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Floresta e Ambiente** v. 8, p. 120-129, 2001.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C.; Legislação sobre micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp, Potafos, 2001.599p.

SANTOS, G. R.; CABRAL, M. M. DIDONET, J. Podridão de frutos de melancia causada por *Sclectrotium rolfsii* no projeto Formoso, Tocantins. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26 (Suplemento), p.412, 2001 (Resumo).

SENA, M. M.; POPPI, R.J.; SHIRAISSHI, R. T.; VALARINI, P. J. Avaliação do Uso de Métodos Quimiométricos em Análises de Solos. **Química Nova**, São Paulo v. 23, n.4, p. 547-556, julho/ agosto, 2000.

SILVA, P. *Farmacologia*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1374p.

YOON W. L., JEE R.D., CHARVILLA., LEE G., MOFFAT A. C. Application of near-infrared spectroscopy to the determination of the sites of manufacture of proprietary products. *J. pharm. Biomed. Anal.*, Amsterdam, v.34, n.5, p933-944, 2004.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)