

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS EM CASCAS, FOLHAS E TALOS DE
VEGETAIS PÓS-COLHEITA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO**

SURAYA ABDALLAH DA ROCHA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas, AC: Botânica

BOTUCATU-SP

2006

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS EM CASCAS, FOLHAS E TALOS DE
VEGETAIS PÓS-COLHEITA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO

SURAYA ABDALLAH DA ROCHA

PROF^a Dr^a GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
ORIENTADORA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas, AC: Botânica

Botucatu-SP
2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Rocha, Suraya Abdallah da.

Características bioquímicas em cascas, folhas e talos de vegetais pós-colheita em sistema de produção convencional e orgânico / Suraya Abdallah da Rocha. – 2006.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2006.

Orientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima

Assunto CAPES: 20303017

1. Química orgânica 2. Vegetais - Aspectos nutricionais 3. Produtos naturais

CDD 547.7

Palavras-chave: Análises bioquímicas; Casca; Folha; Semente; Talo

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira, pela orientação dedicada e amizade certa.

À Profa. Ana Maria Lopes pela orientação nas análises de fibras.

Ao Prof. Dr. Massanori Takaki pelos aconselhamentos e sugestões.

Aos funcionários do Departamento de Química e Bioquímica, em especial ao Luís Cláudio Correa e Ivalde Beluta, pela colaboração nas atividades de laboratório.

À técnica em Química Camila Cristina Bueno Sacomani e às alunas Vivian Ribeiro Cicone, Milena Galhardo Borguini pela colaboração nas atividades de laboratório.

À secretária do Departamento de Química e Bioquímica Maria Aparecida Nunes de Oliveira, pela atenção e auxílios prestados.

Ao Prof. Ass. Dr. Paulo Roberto Rodrigues Ramos e a técnica de laboratório Cilene do Carmo Ciderici Padilha do Departamento de Biofísica, pela orientação e auxílios prestados nas análises de quantificação das poliaminas.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação do Instituto de Biociências, Sérgio Primo Vicentini, Sônia Brasília Ribeiro Ciccone e a Luciene de Cássia Gerônimo Tobias, pelos auxílios prestados.

Ao produtor Sr. Baldini e os estabelecimentos Terra Viva e Quitanda do Cláudio, pelos produtos fornecidos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida.

À minha família pelo apoio e carinho em todas as fases desse trabalho, especialmente a minha irmã Raquel Abdallah da Rocha.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| I. Resumo:..... | iii |
| II. Abstract:..... | iv |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. Revisão de literatura | 2 |
| 3. Capítulo I..... | 10 |
| Comparação dos teores de poliaminas, fenóis e flavonóides em plantas cultivadas de modo convencional e orgânico | 10 |
| 4. CAPÍTULO II..... | 31 |
| Fibras e Lipídios em Vegetais Cultivados em Sistema Orgânico e Convencional..... | 31 |
| 5. Referências Bibliográficas..... | 46 |

ROCHA, S.A. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS EM CASCAS, FOLHAS E TALOS DE VEGETAIS PÓS-COLHEITA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO, 2006 63p. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Biociências, UNESP- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

I. Resumo:

Este trabalho objetivou determinar e comparar os teores de fibras e lipídios, de putrescina, espermidina e espermina, além de fenóis totais e flavonóides totais solúveis em partes de vegetais produzidos de forma orgânica e convencional, geralmente descartadas no preparo de alimentos, porém algumas vezes utilizados no consumo. Os alimentos foram adquiridos de produtores orgânicos certificados ou convencionais da região de Botucatu/SP. As análises foram realizadas em cascas (abóbora, banana, batata, berinjela, laranja, limão, manga, maracujá, rabanete), folhas (abóbora, brócolis, cenoura, couve, mandioca, rabanete e uva), talos (brócolis, couve e espinafre) e semente de abóbora. Os resultados mostraram que sementes de abóbora e talos de brócolis cultivados de forma convencional apresentaram maior teor de fibras. Cascas de banana e laranja orgânicos apresentaram maior teor de lipídios. Já as cascas de limão e rabanete, folhas de brócolis e mandioca e talos de couve, brócolis e espinafre não apresentaram dados que mostrem diferenças significativas entre si quanto ao teor de lipídios. A maior parte dos vegetais analisados mostrou uma tendência em apresentar teor mais elevado de poliaminas e fenóis totais em alimentos oriundos do cultivo orgânico ao contrário do observado para os flavonóides totais, possivelmente em função das práticas culturais adotadas durante o cultivo. A ingestão de alimentos vegetais contendo alto teor de poliaminas e compostos fenólicos devem ser cuidadosamente analisados como possível modulação de seqüelas patológicas. Grande parte dos alimentos geralmente descartados pelos consumidores é desperdiçada quanto ao seu valor nutricional.

Palavras-chave: putrescina, espermidina, espermina, casca, folha, talo e semente.

ROCHA, S.A. Characteristic biochemistry in skins, leaves and stems of post-harvest vegetables in system of conventional and not conventional production, 2006. 63p.- Dissertation (Mastership)- Instituto de Biociências, UNESP- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

II. Abstract:

The objective of this work was to determine and compare fibers and lipids, the contents of putrescine, spermidine and spermine, besides soluble total phenols and flavonoids in vegetables parts that grown in organic and conventional cultures, commonly discharged in food preparation, however, sometimes used in the consumption. The plants were obtained from certified organic or conventional producers of Botucatu/SP region. The analyses were made in skin (squash, banana, potato, eggplant, orange, lemon, mango, passion fruit, radish), leaves (squash, broccoli, carrot, kale, cassava, radish and grape), stems (broccoli, kale and spinach) and squash seeds. The results showed that squash seeds and broccoli stems from conventional culture presented higher fiber content. Organic banana and orange skins had higher lipids content. Lemon and radish skins, broccoli and cassava leaves and kale, broccoli and spinach stems presented no data showing significant differences for lipid content. Most of the analyzed vegetables tended to present higher content of polyamines and total phenols in organic culture, opposite to what was observed for total flavonoids, possibly due to the practices used during the culture. The ingestion of vegetables with high contents of polyamines and phenols compounds must be carefully analyzed as possible modulation of pathologic sequels. A great deal of food usually discharged by consumers is lost as for their nutritional value.

Key words: putrescine, spermidine, spermine, skin, leaves, stem, seed.

1. Introdução

Os produtos agrícolas (frutas e hortaliças) são importantes na alimentação humana e constituem boa fonte de energia, gorduras, carboidratos, incluindo fibras, minerais e vitaminas. Grande variedade de produtos agrícola é cultivada no mundo e contribui significativamente para a alimentação de seus habitantes. No entanto, a fome e a má nutrição são uma triste realidade (Yahia & Higuera, 1992).

As perdas que ocorrem das partes dos alimentos durante o seu preparo para o consumo, como talos, cascas, entre outras, são imensas, causando grandes perdas de nutrientes por falta de conhecimento. Além disso, há nos dias de hoje, grande preocupação com o tipo de cultivo. Nota-se nas gôndolas de supermercados, frutos e hortaliças produzidas de forma orgânica, como o cultivo orgânico, que vem ganhando o mercado com grande potencialidade.

Assim, o estudo dos nutrientes que compõem os alimentos consumidos com maior regularidade, aliado ao modo de produção (convencional e orgânico) é extremamente importante numa época onde luta-se contra a fome e a necessidade de produzir menos resíduos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar o conteúdo de alguns compostos químicos em cascas, folhas e talos de certos produtos de origem vegetal, produzidos de forma convencional e orgânico, no intuito de indicar seu uso na alimentação da população brasileira.

2. Revisão de literatura

A qualidade dos vegetais pós-colheita relaciona-se com o conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciáveis como alimento. Esses atributos dependem do mercado de destino, armazenamento, consumo *in natura* ou processamento. De modo abrangente, a qualidade pode ser definida como o conjunto de inúmeras características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação do comprador. Dessa forma, são considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição química (Chitarra, 1994).

Os dados sobre a composição química dos vegetais são bastante variáveis, em decorrência dos numerosos fatores de influência, tais como diferenças entre cultivares, grau de maturidade do produto, estação de colheita, local e clima (Chitarra, 1994).

Diversas substâncias são encontradas nos vegetais, tais como carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, além de muitas outras.

O amido é o carboidrato de reserva energética nos vegetais e sua conversão em açúcares solúveis tem efeito no sabor e na textura dos frutos e hortaliças. Após a colheita, ocorre elevação no teor de açúcares solúveis, que também ocasiona decréscimo na acidez e na adstringência (Eskin et al., 1971; Pantastico, 1975; Chitarra & Chitarra, 1976; Awad, 1993; Brody, 1996), redução nos teores de ácidos e fenólicos e aumento nas características de aroma, devido à emissão de compostos voláteis (Chitarra & Chitarra, 1990). Contudo, teores mais elevados de açúcares permanecem por curtos períodos durante o armazenamento, decrescendo com o tempo (Chitarra & Chitarra, 1990).

Enquanto que os açúcares simples são oxidados pelos vegetais e são também fontes de energia para o consumidor, as fibras que são polissacarídeos de origem vegetal (celulose, hemicelulose, lignina, mucilagem, goma, pectina) não são digeridas por enzimas humanas. Embora não seja um nutriente, atualmente há uma grande preocupação em se aumentar seu consumo na alimentação.

A comida ocidental contém baixa quantidade de fibras e este fato está relacionado com o alto índice de doenças do trato gastrointestinal. A fibra cereal é predominantemente ativa no cólon, resultando em mudança nos padrões de defecação. Vegetais e frutas têm ação menor quando se diz respeito a essas mudanças e interferem no processo de absorção do intestino delgado (Pikaar, 1981).

A ingestão de fibras dietéticas relaciona-se com aspectos fisiológicos, nutricionais e clínicos. As fibras insolúveis em água têm efeitos benéficos na prevenção de doenças (câncer de cólon, enfermidade diverticular do cólon) e também na redução da dor em doenças diverticulares do cólon (Spiller & Freeman, 1983). Pode-se destacar também seu importante papel na proteção contra doenças cardiovasculares (Alaoui, 1985), diabetes (Alaoui, 1985; Spiller, 1986), hiperlipidemia e cálculo biliar (Spiller, 1986). Além disso, apresentam efeitos no funcionamento gastrointestinal, na mobilidade, na microflora e na composição fecal (Spiller, 1986) e no metabolismo dos lipídios, controle da obesidade (Spiller & Freeman, 1983; Alaoui, 1985), bem como na redução dos níveis de colesterol.

Compondo uma família de biomoléculas estão os lipídios, que são substâncias orgânicas oleosas ou gordurosas, insolúveis em água, extraídas das células e tecidos por solventes não-polares como o clorofórmio ou éter. Os lipídios mais abundantes são as gorduras ou triglicerídeos, que são os principais combustíveis da maioria dos organismos. São os componentes de armazenamento ou depósito de gorduras nas células das plantas e animais, mas não são normalmente encontrados em membranas (Lehninger et al., 1995). Nas plantas, o excesso de energia é comumente armazenado como amido, e menos freqüentemente como óleo.

As gorduras por possuírem um grande número de ligações carbono-hidrogênio liberam maior quantidade de energia na oxidação do que outros compostos orgânicos. Na oxidação as gorduras liberam, em média, ao redor de 9,3 quilocalorias por grama, em comparação com a liberação de aproximadamente 3,8 quilocalorias por grama de carboidratos (Raven et al., 1996).

Os lipídios mais simples e abundantes que contêm os ácidos graxos como unidades fundamentais são os triacilgliceróis, também freqüentemente chamados de gorduras, gorduras neutras ou triglicerídeos (Lehninger et al., 1995). Gorduras e óleos têm estruturas químicas similares. Cada uma consiste em três ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol. Para cada ligação formada, uma molécula de água é liberada de uma maneira similar àquela associada à formação de um dissacarídeo. Na reação reversa, os ácidos graxos podem ser desligados do glicerol por hidrólise (Raven et al., 1996). Os triacilgliceróis são moléculas hidrofóbicas, não-polares, pois não contêm grupos funcionais eletricamente carregados ou altamente polares (Lehninger et al., 1995).

Os lipídios de origem vegetal são ricos em ácidos graxos insaturados, sendo que muitos deles contêm ácidos graxos ômega que apresentam efeitos benéficos para a saúde do consumidor, em relação a prevenção de doenças cardio-vasculares (Ahemd & Barmore, 1990; Rebollo et al., 1998).

O teor de lipídios em vegetais geralmente é baixo e os teores contidos nos alimentos são encontrados em tabelas nutricionais comparativas (Ribeiro et al., 1995). Citam-se, por exemplo, os valores de 1,09% em goiaba, 8,19% em maracujá, 3,44 % em caju (Almeida et al., 2003), 0,16% em carambola (Oliveira et al., 1989), entre outras. Geralmente, esses dados são obtidos em polpa e em partes comumente utilizadas no consumo humano. Valores de lipídios em cascas, talos, etc, isto é, em partes não consumidas, não são relatados na literatura.

Além de carboidratos, lipídeos, proteínas, outras substâncias estão presentes nos vegetais e contribuem grandemente para a qualidade de um alimento, pois fornecem um atributo extremamente explorado atualmente, o potencial antioxidante, muito relatado em vitaminas, porém outros constituintes apresentam estas propriedades, tais como as poliaminas e compostos fenólicos.

As poliaminas são substâncias presentes em todos os animais e vegetais e estão relacionadas desde o crescimento até a senescência. As aminas são formadas durante processos metabólicos normais em nosso organismo e estão presentes em todos os organismos (Flores & Galston, 1984; Bardócz, 1995). A biossíntese das aminas é regulada por duas enzimas chave, ornitina descarboxilase (ODC) e S-adenosilmetionina descarboxilase (AdoMetDC) e poliaminas são formadas por metionina, agmatina ou arginina. A principal rota para a formação da putrescina em células de mamíferos é a via da ornitina descarboxilase. Plantas e microorganismos podem também produzir putrescina via da descarboxilase arginina (ADC) (Kalac & Krausová, 2005).

As aminas naturais são compostos nitrogenados que possuem 1, 2 ou 3 átomos de hidrogênio substituídos por amônia e são classificados em monoaminas, diaminas e poliaminas de acordo com os grupos NH ou NH₂ presentes na molécula (Bagni & Tassoni, 2001), sendo putrescina (1,4-diaminobutano), espermidina (N-(3-aminopropil)-1,4-diaminobutano) e espermina (N, N'-bis-(3-aminopropil)-1,4-diaminobutano) as mais comuns (Kalac & Krausová, 2005).

Em plantas, as poliaminas estão envolvidas em diversos fatores como síntese de ácidos nucléicos e proteínas (Bardócz, 1995), na proliferação e crescimento celular (Jänne et al., 1978; Heby, 1981; Pegg & McCann, 1982; Canellakis, Marsh & Bondy,

1989; Sarhan et al., 1989; Heby et al., 1992; Bardócz, 1995) e tumoral (Sarhan et al., 1989; Bardócz, 1995; Seiler, 2003), estabilidade da membrana (Sarhan et al., 1989), resposta ao estresse e retardamento da senescência (Boucherau et al., 2000; Valero et al., 2002), entre outras.

Diversos são os usos das poliaminas pelo homem. São empregadas na preparação de cosméticos para crescer cabelo e proteção contra UV na pele, na recuperação pós-operatória, regeneração do fígado e crescimento compensatório do pulmão e do intestino (Bardócz, 1995). São recrutadas nas dietas e são também encontradas no trato intestinal (Osborne & Seidel, 1989; Sarhanetal, 1989; Moulinoux et al., 1991; Bardócz et al., 1993; Bardócz et al., 1996). Tanto as poliaminas provenientes de dietas quanto as produzidas no trato intestinal por microorganismos, participam do crescimento celular (Sarhanet, 1989). A concentração das poliaminas intracelulares é regulada pelas células intestinais (Milovic, 2001).

Poliaminas derivadas de alimentos tem um importante papel no crescimento e desenvolvimento do sistema digestório de mamíferos recém-nascidos, e elas também parecem ser necessárias para a manutenção do crescimento normal e propriedades gerais do trato digestório adulto (Löser et al., 1999; Deloyer et al., 2001).

Aminas biogênicas livres em frutas e vegetais formam o típico e característico sabor de alimento maduro, além de serem precursores de certos componentes aromáticos (Askar & Treptow, 1989).

A dieta humana contém mais putrescina do que espermidina ou espermina, derivadas de queijo e vegetais que não possuem clorofila, em particular batatas e alguns frutos (Bardócz et al., 1995). Comparando os alimentos de origem animal e vegetal, a quantidade de espermina é mais baixa nos vegetais (Kalac et al., 2005; Lima et al., 2006). Frutas e sucos de frutas são particularmente ricos em putrescina (Maxa & Brandes, 1993; Shalaby, 1996). Knut et al. (2002) também encontraram em sucos de laranja e tangerina altas quantidades de putrescina.

Os vegetais verdes são ricos em espermidina (Valero et al., 2002), enquanto que a cenoura apresenta concentração baixa de todas as poliaminas, e a quantidade de espermidina em brócolis e couve-flor é alta comparada com carne e peixe (Knut et al., 2002). Alguns testes em alimentos, como laranja, suco de laranja, tangerina, suco de *grapefruit* tem mostrado considerável teor de putrescina (Bardócz et al., 1993).

Em alimentos processados como chucrute, catchup, ervilhas verdes e produtos fermentados de soja, encontram-se altos teores de putrescina. Legumes, principalmente

feijão-soja, pêra, couve-flor e brócolis correspondem aos itens de alimentos com alta quantidade de espermidina (Kalac & Krausová, 2005).

Os níveis de amins nos produtos de origem vegetal podem variar de acordo com o grau de amadurecimento, armazenamento ou condições de crescimento, assim como, os níveis de quaisquer outras substâncias orgânicas ou inorgânicas. As amins biogênicas podem, também, ser formadas durante o processo de armazenamento pós-colheita (Halász et al., 1994; Mulas et al., 1998). Segundo Klausen & Lund (1986) e Luten et al. (1992), o armazenamento, o transporte e a manipulação dos alimentos influenciam na variedade e concentração de poliaminas.

A espermidina contida em vegetais frescos decresce após três semanas de estocagem (Moret et al., 2005). De acordo com alguns autores, o processo do cozimento e tratamentos de calor pode influenciar na quantidade de poliaminas (Shalaby, 2000; Cirilo et al., 2003). Segundo Knut, et al. (2002), o cozimento dos alimentos não altera a composição e concentração de poliaminas.

Em baixas concentrações, as poliaminas são essenciais para a renovação e crescimento celular, mas podem ser prejudiciais quando consumidas em altos teores através da dieta, pois podem promover juntamente com outros fatores de crescimento, células anormais, tais como patologias cancerosas (Pryme et al., 1998; Bardócz et al., 1999). Porém, segundo Moret et al., 2005, as amins biogênicas contidas em vegetais frescos não representam riscos para a saúde do consumidor. Com exceção dos produtos fermentados (chucrute), vegetais conservados que mostram uma baixa quantidade de poliaminas.

Alternando o tratamento com drogas citotóxicas e privação de poliaminas, pode ocorrer aumento da eficiência na quimioterapia (Quemener et al., 1992). A inibição da biossíntese de poliaminas em tecidos cancerosos é uma meta a ser atingida por alguns estudiosos europeus e americanos, envolvendo estudos de bloqueadores *in vitro* da proliferação celular. Para este propósito, é essencial determinar o teor de poliaminas em diferentes componentes da dieta para poder prevenir possíveis problemas de ingestão em excesso de poliaminas, que possa vir ser prejudicial.

As poliaminas podem ocorrer na forma livre ou conjugada, com radicais como o cafeil, cumaril, entre outros, sendo que o nível destas poliaminas em algumas plantas pode exceder aquelas na forma livre. Acredita-se que 30% do total das poliaminas encontradas nas plantas estão na forma conjugada. Em pH fisiológico as poliaminas livres apresentam-se protonadas, atuando como carregador orgânico. Células em divisão

têm apresentado níveis mais elevados de poliaminas livres, quando comparadas com células em expansão (Walden et al., 1997). As poliaminas na forma conjugada apresentam-se ligadas a compostos fenólicos, substâncias com baixo peso molecular, ou ainda macromoléculas (Galston & Kaur-Sawhney, 1990).

Outros compostos pouco pesquisados em alimentos consumidos na dieta são os compostos fenólicos e seu estudo é importante, pela sua ação antioxidante (Kähkönen et al., 1999). Diversos compostos fenólicos são encontrados nas plantas como derivados de ácido cinâmico, cumarinas, ácidos orgânicos polifuncionais e flavonóides (Pratt & Hudson, 1990). Pearson et al. (1999), demonstraram que os fenólicos presentes em suco comercial e extrato fresco de maçãs (casca, polpa e fruta inteira) inibiram, *in vitro*, a oxidação de LDL (proteína de baixa densidade) humana. A atividade antioxidante apresentada por vários vegetais, incluindo frutos, folhas, sementes e plantas medicinais, está correlacionada ao seu teor de compostos fenólicos totais (Velioglu et al., 1998).

Dentre os compostos fenólicos com propriedade antioxidante, destacam-se os flavonóides que quimicamente, englobam as antocianinas e os flavonóis. As antocianinas são pigmentos solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas, vegetais, flores, folhas e raízes (Francis, 1989). Os flavonóides são pigmentos de cores branca ou amarela clara, encontrados nesses alimentos. Os últimos pigmentos citados são importantes por atuarem na co-pigmentação das antocianinas (Bobbio & Bobbio, 1995).

Nos últimos anos tem-se observado um interesse crescente no estudo da atividade biológica de plantas que contém flavonóides. Neste sentido, vários trabalhos têm sido realizados analisando a ação dos flavonóides na biologia das plantas, bioquímica ecológica, quimiotaxonomia, tecnologia de alimentos e farmacologia. Levando em consideração esses fatores, tornam-se relevantes os conhecimentos sobre as fontes naturais de flavonóides. Os flavonóides por serem compostos fenólicos agem como potentes antioxidantes e formam quelatos com os metais. Eles agem contra vírus, bactérias, fungos e na alimentação, reprodução e desenvolvimento animal. Podem também interferir na germinação de sementes e reprodução de mudas. Devido a importância e potencialidade química dos flavonóides, evidencia-se a necessidade da intensificação das investigações de diversos substratos de plantas que contenham essas substâncias (Oliveira et al., 1999). Tais compostos parecem também estar em, praticamente, qualquer interação da planta com o ambiente abiótico. Fatores abióticos

naturais como irradiação solar, luz UV, seca, nutrientes e estações do ano influenciam no metabolismo e na produção desses compostos (Glyphis & Puttick, 1988).

Os fenóis vegetais são numerosos, estando representados em quase todas as classes de metabólitos secundários (Smith, 1976). Na classificação de Waterman & Mole (1994) são descritos fenóis simples (com um único anel aromático), metabólitos mais complexos baseados no esqueleto C₆C₃, metabólitos com o esqueleto carbônico C₆C₀-2C₆, metabólitos com o esqueleto C₆C₃C₆, quinonas, benzofenonas e substâncias afins, alcalóides, terpenos e finalmente, fenóis mascarados. Os flavonóides também são compostos fenólicos e têm sua estrutura baseada em 2-fenil-benzopirano (C₆C₃C₆), sendo representado por várias classes, de acordo com o grau de oxidação do anel central (Harbone, 1973; Ikan, 1991).

Atualmente, existe uma tendência mundial em usar pigmentos naturais como corantes para alimentos e entre eles destacam-se as antocianinas. Esse interesse é também influenciado pelas observações promissoras de seu potencial benéfico à saúde decorrente de sua ação antioxidante (Wang et al., 1997; Espín et al., 2000).

O consumo de vegetais somado a boas características nutricionais, isto é, que apresentem grandes quantidades de certas substâncias químicas nobres, importantes para o metabolismo normal das células deve estar aliado ao modo de cultivo, principalmente a um modo de produção que tenha baixa quantidade de pesticidas.

Atualmente o consumidor é usualmente mais interessado no valor nutricional do alimento do que em conveniência ou processamento e estocagem. É também orientado para aspectos negativos como resíduos de pesticidas, presença de aditivos e gorduras em excesso nos alimentos, entre outros (Lampkin, 1990).

A agricultura orgânica é um sistema de produção que busca a harmonia entre o meio ambiente e a produção agrícola (Borguini et al., 2003) e de acordo com Pentead (2000), para alcançar seus objetivos dispensa o uso de adubos e defensivos químicos que podem causar desequilíbrios ecológicos ou que sejam, agressivos ao organismo humano, se utilizados indiscriminadamente. É um sistema que adota normas para produzir um alimento com suas características originais e que atenda as expectativas do consumidor.

Diversos estudos mostram diferenças nos alimentos produzidos de forma orgânica e convencional. Segundo Aubert (1981), a análise de hortaliças obtidas por meio de produção biológica em comparação com as outras formas, revela um acréscimo

de 26% de matéria seca, 49 % de magnésio, 290% de ferro, 35 % de aminoácidos essenciais e, inversamente, uma redução de 69% de nitrato.

Por outro lado, comparando-se trigo cultivado de modo orgânico e convencional, foi demonstrado que o primeiro tem um menor conteúdo de proteínas. Tal fato, pode condicionar prejuízos para as características de cocção da farinha de trigo, pois as proteínas do trigo atuam de forma importante no comportamento reológico da massa (FAO, 2000).

Além disso, nos últimos tempos, tem havido um grande incentivo para o consumo de partes de vegetais geralmente descartadas durante o preparo de pratos, tais como cascas, talos, entre outras, que podem conter grande quantidade de substâncias importantes para o metabolismo humano e que são desperdiçadas, gerando um impacto na natureza, que é o lixo. Assim, o uso racional dos alimentos é uma realidade, mostrada para a população através de diversos programas sociais, tais como: Alimente-se Bem, onde são fornecidas receitas baseadas em material vegetal descartado e que apresentam bom valor nutricional.

Dessa forma, considerando que existem poucos estudos comparando o teor de substâncias químicas entre alimentos cultivados de forma orgânica e convencional, este estudo objetivou comparar os teores de lipídios, fibras, poliaminas, fenóis e flavonóides presentes em partes geralmente descartadas de vegetais cultivados orgânica ou convencionalmente, como subsídio à indicação de consumo de partes descartadas, visando a utilização racional de alimentos.

3. Capítulo I

Comparação dos teores de poliaminas, fenóis e flavonóides em plantas cultivadas de modo convencional e orgânico¹

Suraya Abdallah da Rocha², Giuseppina Pace Pereira Lima²

RESUMO

Este trabalho objetivou comparar os teores de poliaminas (putrescina, espermidina, espermina), fenóis e flavonóides totais, em partes de plantas produzidas de forma orgânica e convencional, geralmente descartadas no preparo de alimentos. Analisaram-se os teores de poliaminas, fenóis e flavonóides em cascas (abóbora, banana, batata, berinjela, laranja, limão, manga, maracujá, rabanete), folhas (abóbora, brócolis, cenoura, couve, mandioca, rabanete e uva), talos (brócolis, couve e espinafre) e semente de abóbora. A maior parte das análises mostraram uma tendência em apresentar teores mais elevado de poliaminas e fenóis em plantas orgânicas, ao contrário do observado para os flavonóides, possivelmente em função das práticas culturais adotadas durante o cultivo.

Palavras-chave: putrescina, espermidina, espermina, cascas, folhas, talo e semente.

¹ Recebido para publicação em

² Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Dep. Química e Bioquímica, CP 510, CEP 18618-000, Botucatu, SP, E-mail: gpplima@ibb.unesp.br, surayaib@yahoo.com.br

ABSTRACT

COMPARISON OF POLYAMINES, PHENOLICS AND FLAVONOIDS CONTENTS IN PLANTS FROM CONVENTIONAL AND ORGANIC

The objective of this work was to compare the contents of polyamines (putrescine, spermidine and spermine), and soluble total phenolics and flavonoids in parts of plants grown in organic and conventional cultures, commonly discharged in food preparation. Contents of free polyamines, total phenolics and soluble total flavonoids in skin (squash, banana, potato, eggplant, orange, lemon, mango, passion fruit, radish), leaves (squash, broccoli, carrot, kale, cassava, radish and grape), stems (broccoli, kale and spinach) and squash seeds were analyzed. Most of the analyzed vegetables presented higher content of polyamines and total phenols in organic culture, opposite to what was observed for total flavonoids, possibly due to the culture practices.

Key words: putrescine, spermidine, spermine, skin, leaves, stem, seed.

1. INTRODUÇÃO

Uma parte crescente da população está dando preferência para produtos oriundos do cultivo orgânico, devido principalmente, à ausência de contaminantes no modo de produção (Pussemier et al., 2006). O crescimento de áreas rurais voltadas para a agricultura orgânica tem aumentado no mundo. De acordo com o Stifung Okologie and Landbau 3), aproximadamente 23 milhões de hectares são cultivados de forma orgânica. A América Latina possui aproximadamente 4,7 milhões de hectares de cultivo orgânico ou não convencional (incluindo biodinâmico), sendo 3,2 milhões de hectares somente na Argentina (Yussefi e Willer, 2003).

Assim, o mercado está se voltando para o consumo de produtos orgânicos e diversos estudos têm sido realizados sobre esse assunto, porém pouca atenção ainda é dada para a qualidade dos alimentos. Muitas pesquisas revelam maior valor nutricional para os alimentos orgânicos (Aubert, 1981; Woese et al., 1997; Siderer et al., 2005), os quais também possuem menores teores de nitrato (Schuphan, 1974; Lairon, 1985; Siderer et al., 2005) e melhor qualidade organoléptica (Borguini et al., 2003). Contudo, estes produtos foram pouco avaliados quanto ao teor de outras substâncias importantes para o metabolismo, tais como poliaminas e compostos fenólicos.

As poliaminas são moléculas que possuem dois ou mais grupos amina e incluem principalmente putrescina, espermidina e espermina. Podem ser sintetizadas *in situ* ou obtidas da dieta e dos microorganismos da flora intestinal (Bardócz et al., 1993; Bardócz et al., 1996). A absorção de poliaminas pelas células intestinais tem sido sugerida como um mecanismo regulador de suas concentrações endógenas (Bardócz et al., 1993; Seiler, 1998; Eliassen et al., 2002). Acredita-se que as poliaminas estejam relacionadas com o crescimento, agindo possivelmente na proliferação e diferenciação celular (Bardócz et al., 1993; Bardócz et al., 1995; Bardócz et al., 1996), além de relacionarem-se intimamente com o crescimento de tumores (Bardócz et al., 1993; Seiler, 1998; Eliassen et al., 2002). Níveis significantes de poliaminas vêm da dieta (Bardócz et al., 1995) e em face da importância destas substâncias para o desenvolvimento do câncer e também para o crescimento, é de interesse geral que se proceda à análise de conteúdo destas nos alimentos (Lima et al., 2006).

Poucos trabalhos têm sido realizados com a finalidade de se verificar o impacto de forma de cultivo, orgânica ou convencional, no metabolismo secundário (Asami et al., 2003). Diversos fatores interferem na qualidade dos alimentos, entre eles encontram-se os compostos fenólicos, os quais têm sido amplamente estudados devido a sua influência na

qualidade dos alimentos. A presença destes compostos em plantas tem sido muito estudada por apresentarem propriedades farmacológicas e antinutricionais e ainda, por inibirem a oxidação de lipídios e a proliferação de fungos (Fernandez et al., 1998; Hollman e Katan, 1998).

Entre os compostos fenólicos, tem-se verificado interesse crescente no estudo da atividade dos flavonóides, os quais desempenham importante papel na saúde humana. As propriedades dos flavonóides são conhecidas nos processos antioxidativos, antimicrobianos, antimutagênicos e anticarcinogênicos. Levando em consideração esses fatores, tornam-se relevantes os estudos sobre as fontes naturais de flavonóides (Oliveira et al., 1999).

É comum que as análises bioquímicas em vegetais sejam realizadas em polpa ou em folhas; neste trabalho foram analisadas as partes geralmente descartadas pelo consumidor no momento do preparo das refeições, como cascas, talos, folhas, face à intenção de aproveitá-las como fonte nutricional, por fazer parte do projeto **Alimente-se Bem**, realizado pelo SESI/SP (Serviço Social da Indústria, São Paulo).

O aproveitamento destas partes, que normalmente são descartadas, pode significar a ingestão de substâncias essenciais para o metabolismo celular, assim, propôs-se a análise de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina), fenóis e flavonóides em cascas, talos e folhas de plantas cultivadas de forma orgânica e convencional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas partes de alimentos de origem vegetal, mais consumidos pela população brasileira (Estado de São Paulo) e que são geralmente, descartados diariamente.

Amostras de cascas de abóbora paulistinha (*Cucurbita pepo* L.), banana nanica (*Musa* sp sub-grupo Cavendish), batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), berinjela (*Solanum melongena* L.), laranja pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limão tahiti (*Citrus limon* L.), manga (*Mangifera indica* L.), maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), folhas de abóbora paulistinha (*Cucurbita pepo* L.), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acéfala* L.), mandioca amarela (*Manihot esculenta* Crantz), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e uva (*Vitis vinifera* L.) e talos de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acéfala* L.) e espinafre (*Spinacia oleracea* L.) e semente de abóbora paulistinha (*Cucurbita pepo* L.), divididas em lotes, contendo 4 repetições formada por três exemplares cada, foram adquiridas diretamente dos produtores, oriundas de cultivo convencional e orgânico (Associação de Certificação “Instituto Biodinâmico”, Botucatu, São Paulo), lavadas em água corrente com o auxílio de uma escova e imersas em solução clorada (20 mL de hipoclorito de sódio para 1 litro de água destilada, 2% de cloro ativo) por 15 minutos e então preparadas para as análises propostas.

Para determinação de poliaminas e flavonóides as amostras foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer para análise posterior. Para fenóis totais, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até peso constante. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Teor de Poliaminas - Amostras de cada alimento foram analisadas de acordo com o método proposto por Flores e Galston (1982) e Lima et al. (1999), com modificações, como segue. Material fresco foi homogeneizado por um minuto, em ácido perclórico gelado 5 % (v/v), usando homogeneizador de alimentos. Após centrifugação por 20 minutos a 4°C, ao sobrenadante foram adicionados cloreto de dansila e carbonato de sódio saturado. Após

uma hora a 60°C, foi adicionada prolina e a mistura foi mantida por 30 minutos no escuro, à temperatura ambiente. Tolueno foi usado para extrair as poliaminas dansiladas e alíquotas foram aplicadas em placas de cromatografia de camada delgada (placas de vidro recobertas por sílica Gel 60G – Merck (20 x 20 cm)) e submetidas à separação em cubas contendo clorofórmio: trietilamina (10:1). Padrões de putrescina, espermidina e espermina foram submetidos ao mesmo processo. Todo o procedimento foi acompanhado com luz UV (254 nm). As poliaminas foram quantificadas, por comparação com os padrões, também aplicados nas placas, por espectroscopia de emissão de fluorescência (excitação em 350 nm e medida de emissão em 495 nm), no Video Documentation System, utilizando o programa Software Image Master, versão 2.0 da Amersham Pharmacia Biotech 1995, 1996. Os teores de poliaminas livres foram expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria fresca.

Teor de Fenóis Totais - A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico com o uso do reativo de Folin-Denis (Horwitz, 1995). Amostras de material seco e moído foram pesadas e colocadas em tubos de centrífuga. Em cada tubo foi adicionada acetona 70% em água destilada. Em seguida foram levados para banho ultrassônico por 20 minutos e posteriormente centrifugados durante 10 minutos. O sobrenadante foi colocado em frascos e mantido em gelo. Alíquotas foram transferidas para tubos de ensaio e o volume completado com água destilada. Adicionou-se reagente Folin-Denis e solução saturada de Na_2CO_3 . Os tubos foram mantidos em repouso por 45 minutos e a leitura realizada a seguir em $A_{725 \text{ nm}}$. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g fenóis g}^{-1}$ ms equivalente em ácido tânico

Teor de Flavonóides Totais - A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad et al. (2000). Amostras de material fresco foram pesadas e em seguida maceradas em solução composta por metanol 70% e ácido acético a 10%. Posteriormente foram levados ao banho ultrassônico durante

30 minutos e após filtração, centrifugados por 20 minutos a 12.500 x g. Ocorrida a transferência do sobrenadante para tubos de ensaio foram acrescentados cloreto de alumínio e o volume completado com ácido acético 10%, sendo em seguida agitados e mantidos em repouso durante 30 minutos. A leitura da absorbância foi realizada a 425 nm e os resultados expressos em μg flavonóides g^{-1} massa fresca equivalente de rutina.

As amostras foram submetidas à análise de variância, com a utilização do programa Minitab (versão 11).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aparentemente, uma das razões primárias para o consumo de produtos orgânicos é a percepção que são mais nutritivos quando comparados com aqueles cultivados de modo convencional (Magkos et al., 2003), porém os estudos se concentram em análises de vitaminas e minerais, não apresentando referências a algumas substâncias importantes para a nutrição, tais como poliaminas e compostos fenólicos.

Poliaminas podem apresentar níveis alterados em vegetais, dependendo dos tratamentos culturais (Bouchereau et al., 1999). Os teores de poliaminas encontrados neste trabalho apresentaram variações em relação ao modo de cultivo (orgânico ou convencional), com exceção de casca de manga, onde os níveis de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) foram muito baixos (traço). Notou-se que em vegetais provenientes de cultivo convencional, o teor de putrescina (Tabela 1) foi maior apenas nas cascas de banana, berinjela e rabanete, semente de abóbora e em folha de mandioca. Em folhas de abóbora, não ocorreu diferença significativa. Nas demais amostras, o cultivo orgânico incrementou o nível de putrescina.

A análise de espermidina mostrou maiores níveis apenas em casca de banana e berinjela (Tabela 2) oriundas de cultivo convencional. Não ocorreu diferença significativa

entre essa triamina em casca de rabanete, semente de abóbora e folhas de mandioca e uva, porém notou-se tendência de maiores concentrações no cultivo orgânico.

Para espermina (Tabela 3), verificou-se maiores concentrações nas cascas de abóbora e banana, semente de abóbora e folha de mandioca, sendo que apenas folhas de abóbora não apresentaram diferenças significativas entre os valores encontrados. Nesta análise, assim como nas demais poliaminas estudadas, também pode ser observada a tendência de maiores teores em vegetais cultivados de modo orgânico. Essa tendência pode ser possivelmente atribuída ao fato dos vegetais cultivados de forma orgânica apresentarem maiores níveis de estresse, já que geralmente, não recebem tratamento fitossanitário, ficando mais suscetíveis ao ataque de patógenos e outros danos (Legaz et al., 1998).

Diversos trabalhos relatam o aumento dos níveis de poliaminas em resposta a diferentes tipos de estresse (Flores e Galston, 1984; Walters, 2003). Possivelmente, estas plantas estudadas tenham sofrido algum dano, seja por ataque de patógenos (Legaz et al., 1998), seja por danos mecânicos e tenham mostrado maiores níveis dessas substâncias.

A tendência observada de maiores níveis de poliaminas nos alimentos cultivados de forma orgânica pode ser ainda atribuída à maior longevidade, uma afirmação popular muito comum entre os consumidores. Geralmente, as poliaminas têm sido consideradas como possíveis inibidoras da senescência e parecem diminuir durante a maturação de alguns frutos, assim como a aplicação exógena pode atrasar a perda da clorofila em folhas de *Raphanus sativus* L. (Altman, 1982). Por outro lado, em outros frutos como tomate e cherimoya, ocorreu aumento destas substâncias, sugerindo que as mudanças nas poliaminas após a colheita dependem da espécie (Escribano e Merodio, 1994).

Níveis altos de poliaminas podem ser prejudiciais para a saúde humana em alguns casos, como certos tipos de câncer, pois sabe-se que são substâncias relacionadas com crescimento de tumores (Thomas e Thomas, 2003). As poliaminas podem ser absorvidas e

distribuídas através do corpo e então utilizadas durante o crescimento celular em órgãos e tecidos (Milovic, 2001), sendo que uma das poliaminas mais abundantes no corpo humano é a putrescina, que pode ser metabolizada em espermidina e espermina (Kalac e Krausová, 2005).

A literatura apresenta diversos trabalhos sobre teores de poliaminas em frutos e hortaliças e a putrescina parece ser a mais comum e a encontrada em maior quantidade entre as mais estudadas (Eliassen et al., 2002; Lima et al., 2006). Para a dieta, Bardócz et al. (1995) afirmam que todos os alimentos contribuem de forma similar para os teores de espermidina, sendo que os maiores níveis encontram-se nas folhosas e hortaliças verdes, observou-se que a putrescina é encontrada em maior teor e a mais comum em frutos e hortaliças não verdes. Resultados diferentes são encontrados na análise das poliaminas neste trabalho.

Bardócz et al. (1995) afirmam que mais de 80 % da putrescina ingerida pode ser convertida em outras poliaminas e outros metabólitos, tais como aminoácidos e para espermidina e espermina cerca de 70 a 80 % da dose ingerida permaneceu na forma original. As amplas variações observadas nos teores de poliaminas neste trabalho induzem a afirmar que devem ser tomados cuidados no preparo de dietas para pessoas portadoras de certas doenças, já que essas substâncias estão relacionadas com a potencialização do crescimento de tumores (Quemener et al., 1994) e estudos mais aprofundados com vegetais cultivados, sejam da forma orgânica ou convencional, devem ser realizados no Brasil.

Verificou-se maior teor de fenóis totais medidos como mg equivalente de ácido tânico . g⁻¹ matéria fresca, em casca de abóbora, banana e manga, semente de abóbora, folhas de mandioca e de uva cultivados de modo orgânico, enquanto que na casca de berinjela, folhas de brócolis e rabanete e nos talos oriundos de cultivo convencional, os valores foram maiores. Nos demais alimentos analisados, não ocorreram diferenças

significativas, porém observou-se tendência dos alimentos produzidos de forma orgânica apresentarem maiores teores de fenóis totais (Tabela 5).

Em relação aos teores de flavonóides totais (Tabela 4), algumas espécies não mostram diferenças significativas entre os modos de cultivo estudados, tais como casca de abóbora, berinjela, laranja e maracujá, folha de rabanete e talos de brócolis e couve. Apenas casca de banana, folha de cenoura e de uva, cultivadas de modo orgânico apresentaram maiores teores de flavonóides.

Flavonóides, tais como quercetina e kaempferol, são compostos fenólicos que podem ser sintetizados pelas plantas em resposta ao ataque de patógenos (Dixon e Paiva, 1995) e o nível de compostos fenólicos em vegetais depende do estágio de maturidade, variedade, armazenamento e fatores genéticos, entre outros (Nicolas et al., 1994) e podem se apresentar em diferentes níveis na mesma planta (Pietta, 2000). Neste trabalho, são encontradas variações entre as espécies estudadas, mas nota-se que poucas apresentaram maiores teores de flavonóides em cultivo orgânico. Mitchell e Chassy (2006) relatam que encontraram maior teor de quercetina em duas variedades de tomate cultivadas de forma orgânica. Resultados semelhantes são descritos por Ren et al. (2001) em espinafre, cebola e abóbora, onde os autores encontraram tendência de maiores teores de flavonóides em espécies cultivadas de forma orgânica. Alguns trabalhos também relatam diferenças em compostos fenólicos, entre as práticas agrícolas usadas em algumas espécies (Asami et al., 2003).

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que ocorreram variações entre os alimentos analisados, tanto em relação ao teor de fenóis totais, como de flavonóides, que podem ter sido influenciados não só pelas condições de cultivo (orgânico e convencional), mas também pelo fato dos alimentos terem sido adquiridos simulando o consumidor, isto é, com maturidade fisiológica ideal para o consumo. Estudos mostram que a composição de

compostos fenólicos em pêssego, pêras e maçãs apresentam diferenças quanto à maturidade comercial (Lee et al., 1990; Nicolas et al., 1994; Amiot et al., 1995).

Os dados do presente trabalho demonstram a tendência de maior teor de fenóis totais em cultivo orgânico, corroborando hipótese (Daniel et al., 1999; Carbonaro e Mattera, 2001; Asami et al., 2003), isto é, de que alimentos orgânicos apresentam maiores teores de fenóis endógenos devido ao modo de cultivo, com baixa quantidade ou mesmo isento de pesticidas, prática comum na agricultura convencional, já que em muitas plantas, o uso de pesticidas e fertilizantes tem sido o responsável pela significativa diminuição de fenóis em maçãs (Lea e Beech, 1978; Nicolas et al., 1994). Por outro lado, Hakkinen e Torronen (2000) relataram que o cultivo orgânico não mostrou efeito positivo nos níveis de compostos fenólicos em morangos.

Esses dados encontrados, de maiores teores de fenóis em quase todos os vegetais analisados e sua possível relação com um estresse na planta, poderia confirmar os dados encontrados para poliaminas nestas plantas, possíveis indicadoras de estresse.

Frutos e vegetais são fontes de compostos fenólicos antioxidantes para o homem. Estudos epidemiológicos indicam que há uma correlação inversa entre o consumo de certos vegetais e doenças, como câncer, problemas cardiovasculares, diabetes e envelhecimento precoce (Hollman et al., 1996). Os compostos fenólicos antioxidantes, principalmente flavonóides, neutralizam as espécies reativas de oxigênio (ROS), antes de causarem danos às células e o modo de cultivo pode interferir no teor desses compostos (Mitchell e Chassy, 2006), porém poucos estudos têm sido realizados sobre essas diferenças. Knekt (1997) encontraram relação inversa entre o consumo de flavonóides na dieta e o desenvolvimento de tumores. Assim, o consumo de alimentos isentos de pesticidas e que contenham maior teor de compostos antioxidantes seria recomendável.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que a maior parte dos vegetais analisados apresentou tendência de teores mais elevados de poliaminas e fenóis totais em alimentos oriundos do cultivo orgânico, ao contrário do observado para os flavonóides totais.

5. AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão de bolsa de Mestrado para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ALTMAN, A. Retardation of radish leaf senescence by polyamines. **Physiologia Plantarum**, v.54, p.189-193, 1982.
- AMIOT, M.J.; TACCHINI, M.; AUBERT, S.; NICOLAS, J. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. **Journal of Food Science**, v.7, p.958-962, 1992.
- AUBERT, C. Palestra. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ALTERNATIVA 1, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba: Federação dos Engenheiros Agrônomos do Brasil/Associação dos Engenheiros Agrônomos do Paraná, p.161-190, 1981.
- ASAMI, D.K.; HONG, Y-J.; BARRETT, D.M.; MITCHELL, A.E. Comparison of the total phenolics and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, p.1237-1241, 2003.
- AWAD, A.M.; JAGER, A. de; WESTING, L.M. van. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, v.83, p.249-263, 2000.
- BARDÓCZ, S.; WHITE, A.; GRANT, G.; BROWN, D.S.; DUGUID, T.J.; PUSZTAI, A. Effects of dietary polyamines and clofibrate on metabolism of polyamines in rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.10, p.700-708, 1996.

BARDÓCZ, S.; DUGUID, T.J.; BROWN, D.S.; GRANT, G.; PUSZTAI, A.; RALPH, A. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. **British Journal of Nutrition**, v.73, p.819-828, 1995.

BARDÓCZ, S.; GRANT, G.; BROWN, D.S.; RALPH, A.; PUSZTAI, A. Polyamines in food - implications for growth and health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.4, p.66-71, 1993.

BORGUINI, R.G.; OETTERER, M.; DILVA, M.V. Qualidade nutricional de hortaliças orgânicas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, n.1, p.28-35, 2003.

BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F.; MARTIN-TANGUY, J. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Science**, v.140, p.103-125, 1999.

CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels inorganically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina Bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v.72, p.419-424, 2001.

DANIEL, O.; MEIER, M.S.; SCHLATTER, J.; FRISCHKNECHT, P. Select phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. **Environmental and Health Perspectives**, v.107, p.10114, 1999.

DIXON, R.A.; PAIVA, N.L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. **Plant Cell**, v.7, p.1085-197, 1995.

ELIASSEN, K.A.; REISTAD, R.; RISOEN, U.; RONNING. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, v.78, p.273-280, 2002.

ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. The relevance of polyamine levels in cherimoya (*annona cherimola* Mill.) fruit ripening. **Plant Physiology**, v.143, p.207-212, 1994.

FERNANDEZ, M.A.; SAENZ, M.T.; GARCIA, M.D. Antiinflammatory activity in rats and mice of phenolic acids isolated from *Scrophularia frutescens*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.50, n.10, p.1183-1186, 1998.

FLORES, H.E.; GALSTON. A.W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, v. 69, p.701-706, 1982.

FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Osmotic stress-induced polyamine accumulation in cereal leaves. II. Relation to amino acid pools. **Plant Physiology**, v. 75, p. 110-113, 1984.

HAKKINEN, S.H.; TORRONEN, A.R. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. **Food Research International**, v.33, p.517-524, 2000.

HOLLMAN, P.C.; KATAN, M.B. Bioavailability and health effects of dietary flavonoids in man. **Archives of Toxicology Supplement**, v.20, p.237-248, 1998.

HOLLMAN, P.C.; HERTOOG, M.G.; KATAN, M.B. Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. **Biochemical Society Transactions**, v.24, p.785-789, 1996.

HORWITZ, H. Official method of analysis of the association of official agricultural chemists. 8 ed. **As. Agricultural Chemistry**, Washington, p.144, 1995.

KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v.90, p.219-230, 2005.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JARVINEN, R. Flavonoid intake and risk of chronic disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, p.560-569, 2002.

LAIRO, D. Efecto de las fertilizaciones orgánicas y minerales sobre el valor nutritivo de las producciones agrícolas. In: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica, Madrid, 1985. Ponencias y Comunicaciones Madrid: IFOAM/ Asociación Vida Sano, 1985. p.252-271.

LEA, A.G.H.; BEECH, F.W. The phenolic of ciders: effect of cultured conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.29, p.493-496, 1978.

LEE, C.Y.; KAGAN, V.; JAWORSKI, A.W.; BROWN, S.K. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.38, p.99-101, 1990.

LEGAZ, M.E.; ARMAS, R.de; PINON, D.; VICENTE, C. Relationships between phenolics-conjugated polyamines and sensitivity of sugarcane to smut (*Ustilago scitaminea*). **Journal of Experimental Botany**, v.49, p.1723-1728, 1998.

LIMA, G.P.P, BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, v.56, n.1, p.21-26, 1999.

LIMA, G.P.P.; ROCHA, S.A.; TAKAKI, M.; RAMOS, P.R.R. Teores de poliaminas em alguns alimentos da dieta básica do povo brasileiro. **Ciência Rural**, v.34, n.4, 2006.

MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic food: nutritious food or food for though. A review of evidence. **Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.54, p.357-371, 2003.

MILOVIC, V. Polyamines in the gut lumen: Bioavailability and biodistribution. **European Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v.13, p.1021-1025, 2001.

MITCHELL, A.E.; CHASSY, A.W. Antioxidants and the nutritional quality of organic agriculture. Communiqué, Inc. <http://mitchell.ucdavis.edu/Is%20Organic%20Better.pdf>. Consultado em março de 2006.

NICOLAS, J.J.; RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; AMIOT, M.J.; AUBERT, S. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.34, p.109-157, 1994.

OLIVEIRA, M.C.C.; CARVALHO, M.G.; FERREIRA, D.T.; FILHO, R.B. Flavonóides das folhas de *Stiffitia chrysantha* Mikan. **Química Nova**, v.22, n.2, 1999.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v.63, p.1035-1042, 2000.

PUSSEMIER, L.; LARONDELLE, Y.; PETEGHEM, C.V.; HUYGHEBAERT, A. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: A tentative comparison under Belgian conditions. **Food Control**, v.17, p.14-21, 2006.

QUEMENER, V.; BLANCHARD, Y.; CHAMAILLARD, L.; HAVOUIIS, R.; CIPOLLA, B.; MOULINOX, J.P. Polyamine deprivation: a new tool in cancer treatment. **Anticancer Research**, v.14, p.443-448, 1994.

REN, H.; BAO, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoids contents of organically cultivated vegetables. **Nippon Shokuhin Kagaku Kagaku Kaushi**, v.48, p.246-252, 2001.

SANTOS, M.D.; BLATT, C.T.T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.2, p.135-140,1998.

SCHUPHAN, W. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizes treatments. **Qualitas Plantarum**, v.13, n.4, p.333-358, 1974.

SEILER, N.; ATANOSSOV, C.L.; RAUL, F. Polyamine metabolism as target fir cancer chemoprevention (review). **International Journal of Oncology**, v.13, p.993-1006, 1998.

SIDERER, Y.; MAQUET, A.; ANKLAM, E. Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. **Trends in Food Science e Technology**, v.16, p.332-343, 2005.

THOMAS, T.; THOMAS, T.J. Polyamine metabolism and cancer. **Journal of Cellular and Molecular Medicine**, v.7, p.113-126, 2003.

WALTERS, D. Polyamines and environmental challenges: recent development. **New Phytologist**, v.159, p.109-115, 2003.

WOESE, K.; LANGE, D.; BOESS, C.; BOGL, K.W. A comparison of organically and conventionally grown foods - Results of a review of the relevant literature. **Journal Science Food Agriculture**, v.74, p.281-293, 1997.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. The world of organic agriculture statistics and future prospect, 2003. www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s.74.

Tabela 1. Putrescina ($\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria fresca) em vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Vegetais | Convencional | Orgânico |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Casca de abóbora | 95,88 \pm 24,81 b | 213,11 a |
| Casca de banana | 665,92 \pm 5,19 a | 570,64 \pm 13,20 b |
| Casca de batata | 327,11 \pm 0,71 b | 407,61 \pm 45,90 a |
| Casca de berinjela | 416,40 \pm 221,80 a | 275,50 \pm 20,30 b |
| Casca de laranja | 493 \pm 40 b | 8795 \pm 1167 a |
| Casca de limão | 88,78 \pm 27,86 b | 590,25 \pm 69,13 a |
| Casca de manga | nd | 268,15 \pm 31,42 |
| Casca de maracujá | 411,40 b | 1508,70 \pm 63,90 a |
| Casca de rabanete | 348,60 \pm 22,19 a | 238,76 \pm 17,10 b |
| Semente de abóbora | 169,39 \pm 37,67 a | 64,11 \pm 15,12 b |
| Folha de abóbora | 301,58 \pm 55,99 ns | 381,50 \pm 45,51 ns |
| Folha de brócolis | 485,90 \pm 124,20 b | 1917,20 a |
| Folha de cenoura | 122,50 \pm 18,82 b | 240,50 \pm 55,04 a |
| Folha de couve | 187,06 \pm 45,12 b | 597,49 \pm 49,76 a |
| Folha de mandioca | 349,82 \pm 64,65 a | 195,18 \pm 18,31 b |
| Folha de rabanete | 276,66 \pm 45,70 b | 616,69 \pm 9,84 a |
| Folha de uva | 539,55 \pm 9,47 b | 684,96 \pm 9,39 a |
| Talo de brócolis | 293,60b | 1026 \pm 250,90 a |
| Talo de couve | 123,67 \pm 15,27 b | 421,43 \pm 27,03 a |
| Talo de espinafre | 82,07 b | 354,45 \pm 8,21 a |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias nd – não determinado (traços) e ns – não significativo.

Tabela 2. Espermidina ($\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria fresca) em vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Partes de vegetais | Convencional | Orgânico |
|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Casca de abóbora | 374,58 \pm 73,89 n.s. | 435,51 n.s. |
| Casca de banana | 961,70 \pm 442,30 a | 332,80 \pm 3,70 b |
| Casca de batata | 556,10 \pm 79,10 b | 828,90 \pm 151,20 a |
| Casca de berinjela | 600,20 \pm 146,10 ns | 447,40 \pm 72,60 ns |
| Casca de laranja | 254,3 \pm 77,6 b | 1289,8 \pm 294,2 a |
| Casca de limão | 117,37 \pm 8,97 b | 750,07 \pm 53,98 a |
| Casca de manga | nd | 467,22 \pm 32,70 |
| Casca de maracujá | 874,9 b | 2442,2 \pm 169,10 a |
| Casca de rabanete | 512 \pm 71,27 ns | 515,53 \pm 120,50 ns |
| Semente de abóbora | 364,69 \pm 116,32 ns | 314,36 \pm 55,76 ns |
| Folha de abóbora | 834,90 \pm 140,40 b | 1070,20 \pm 1,70 a |
| Folha de brócolis | 358,70 \pm 57,90 b | 1657,50 a |
| Folha de cenoura | 257,0 \pm 34,60 b | 528,90 \pm 215,60 a |
| Folha de couve | 201,70 \pm 15,40 b | 966,60 \pm 59,70 a |
| Folha de mandioca | 485,70 \pm 221,60 ns | 466,30 \pm 54,80 ns |
| Folha de rabanete | 397,0 \pm 54,90 b | 939,50 \pm 45,70 a |
| Folha de uva | 899,10 \pm 43,80 ns | 968,30 \pm 51,40 ns |
| Talo de brócolis | 613,42 b | 793,34 \pm 30,25 a |
| Talo de couve | 128,47 \pm 9,27 b | 669,19 \pm 8,70 a |
| Talo de espinafre | 97,52 b | 616,54 \pm 90,03 a |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. nd – não determinado (traços). ns – não significativo.

Tabela 3. Espermina ($\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria fresca) em vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Partes de vegetais | Convencional | Orgânico |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| Casca de abóbora | 1000,20 \pm 246,50 a | 383,50 b |
| Casca de banana | 1966,50 \pm 249,90 a | 1274,60 \pm 4,50 b |
| Casca de batata | 593,40 \pm 10,30 b | 1149,70 \pm 18,50 a |
| Casca de berinjela | 545,29 \pm 11,79 ns | 557,08 \pm 13,92 ns |
| Casca de laranja | 130 \pm 29 b | 5804 \pm 1422 a |
| Casca de limão | 131,40 \pm 1,60 b | 946,70 \pm 50,60 a |
| Casca de manga | nd | 614,35 \pm 106,40 |
| Casca de maracujá | 676 | 3596 \pm 1562 a |
| Casca de rabanete | 594,50 \pm 71,60 b | 751,6 \pm 186,30a |
| Semente de abóbora | 268,97 \pm 63,53 a | 165,65 \pm 68,24 b |
| Folha de abóbora | 579,93 \pm 15,20 b | 749,37 \pm 7,26 a |
| Folha de brócolis | 289,20 \pm 48,70 b | 4541,80 a |
| Folha de cenoura | 235,84 \pm 16,65 b | 495,60 \pm 119,74 a |
| Folha de couve | 85,80 \pm 38,50 b | 1209,40 \pm 168,30 a |
| Folha de mandioca | 616,60 \pm 218 a | 288,70 \pm 61,60 b |
| Folha de rabanete | 508,30 \pm 7,70 b | 1288,30 \pm 99,50 a |
| Folha de uva | 1204,70 \pm 122,30 b | 1999,10 \pm 299,30 a |
| Talo de brócolis | 676,50b | 2156,80 \pm 506,40 a |
| Talo de couve | 143,49 \pm 50,23 b | 813,99 \pm 7,25 a |
| Talo de espinafre | 70,84 b | 798,68 \pm 84,87 a |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. nd – não determinado (traços). ns – não significativo.

Tabela 4. Flavonóides (μg flavonóides (rutina) g^{-1} massa fresca) em vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Partes de vegetais | Convencional | Orgânico |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| Casca de abóbora | 1,26 \pm 0,13 ns | 1,40 \pm 0,26 ns |
| Casca de banana | 0,04 \pm 0,07 b | 0,63 \pm 0,05 a |
| Casca de batata | 0,47 \pm 0,08 a | 0,25 \pm 0,007 b |
| Casca de berinjela | 2,55 \pm 0,79 ns | 2,66 \pm 0,32 ns |
| Casca de laranja | 11,43 \pm 1,29 ns | 11,38 \pm 1,18 ns |
| Casca de limão | 13,86 \pm 0,47 a | 6,62 \pm 0,57 b |
| Casca de manga | 6,11 \pm 0,79 a | 3,28 \pm 0,18 b |
| Casca de maracujá | 0,10 \pm 0,18 n.s | 0,33 \pm 0,05 n.s |
| Casca de rabanete | 4,38 \pm 0,23 a | 1,87 \pm 0,98 b |
| Semente de abóbora | 6,51 \pm 1,15 a | 2,43 \pm 0,29 b |
| Folha de abóbora | 4,72 \pm 0,37 a | 3,20 \pm 0,63 b |
| Folha de brócolis | 6,51 \pm 1,15 a | 3,98 \pm 0,82 b |
| Folha de cenoura | 3,00 \pm 0,29 b | 6,24 \pm 0,26 a |
| Folha de couve | 7,36 \pm 1,07 a | 1,63 \pm 0,58 b |
| Folha de mandioca | 10,29 \pm 0,87 b | 11,78 \pm 0,15 a |
| Folha de rabanete | 6,37 \pm 0,91 ns | 5,41 \pm 0,49 ns |
| Folha de uva | 5,22 \pm 0,19 b | 10,96 \pm 0,48 a |
| Talo de brócolis | 2,71 \pm 0,23 ns | 1,63 \pm 0,72 ns |
| Talo de couve | 0,30 \pm 0,14 ns | 0,17 \pm 0,04 ns |
| Talo de espinafre | 1,65 \pm 0,36 a | 0,56 \pm 0,08 b |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. ns – não significativo.

Tabela 5. Fenóis totais (μg fenóis (ácido tânico) g^{-1} massa seca) em vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Partes de vegetais | Convencional | Orgânico |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| Casca de abóbora | 12,65 \pm 0,55 b | 18,67 \pm 2,87 a |
| Casca de banana | 33,15 \pm 5,69 b | 60,89 \pm 4,24 a |
| Casca de batata | 42,57 \pm 5,56 ns | 48,42 \pm 8,44 ns |
| Casca de berinjela | 63,17 \pm 1,23 a | 50,83 \pm 6,68 b |
| Casca de laranja | 51,71 \pm 10,17 ns | 47,73 \pm 3,52 ns |
| Casca de limão | 55,79 \pm 7,27 ns | 61,88 \pm 2,00 ns |
| Casca de manga | 58,15 \pm 1,32 b | 62,80 \pm 0,62 a |
| Casca de maracujá | 48,92 \pm 3,77 | 46,44 \pm 11,85 |
| Casca de rabanete | 54,74 \pm 9,45 ns | 62,87 \pm 2,10 ns |
| Semente de abóbora | 9,32 \pm 0,75 b | 35,70 \pm 3,65 a |
| Folha de abóbora | 47,34 \pm 4,06 ns | 52,05 \pm 8,77 ns |
| Folha de brócolis | 55,17 \pm 9,25 a | 36,98 \pm 3,01 b |
| Folha de cenoura | 49,58 \pm 13,92 ns | 63,47 \pm 1,61 ns |
| Folha de couve | 52,76 \pm 6,62 ns | 60,22 \pm 4,58 ns |
| Folha de mandioca | 36,50 \pm 5,71 b | 62,91 \pm 1,83 a |
| Folha de rabanete | 48,72 \pm 4,76 a | 29,62 \pm 8,00 b |
| Folha de uva | 40,12 \pm 1,29b | 52,70 \pm 9,36 a |
| Talo de brócolis | 61,92 \pm 3,36 a | 50,57 \pm 70,77 b |
| Talo de couve | 52,76 \pm 6,62 ns | 42,31 \pm 2,97 ns |
| Talo de espinafre | 56,93 \pm 3,87 ns | 57,32 \pm 6,37 ns |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. ns – não significativo.

4. CAPÍTULO II

Fibras e Lipídios em Vegetais Cultivados em Sistema Orgânico e Convencional

Suraya A. da Rocha¹; Giuseppina Pace Pereira Lima¹

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi determinar e comparar o teor de fibras e lipídios em vegetais comumente consumidos pela população brasileira, cultivados de forma convencional e orgânica. Foram utilizadas amostras do cultivo convencional e orgânico certificado, da região de Botucatu, SP. Para as análises, as amostras passaram por um processo asséptico de solução clorada, seguido de secagem em estufa a 60 °C e moídas. Sementes de abóbora e talos de brócolis cultivados de forma convencional apresentaram maiores teores de fibras. Cascas de banana e laranja orgânicos apresentaram maiores teores de lipídios. Já as cascas de limão e rabanete, folhas de brócolis e mandioca e talos de couve, brócolis e espinafre não apresentaram dados que mostrassem diferenças significativas entre si quanto aos teores de lipídios. Grande parte dos alimentos geralmente descartados pelos consumidores é desperdiçada quanto ao seu valor nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: casca, talos, folhas, semente

¹ Departamento de Química e Bioquímica, Instituto de Biociências (IB), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Caixa Postal 510, Cep 18618-000 Botucatu-

SP. E-mail: gpplima@ibb.unesp.br

Fibers and Lipids Content in Vegetables from Organic and Conventional Cultures

SUMMARY

This work aimed at determining and comparing fibers and lipids contents in vegetables grown in conventional and organic cultures consumed by the Brazilian population. Samples from conventional and certified organic cultures of Botucatu, SP region were used. For the analysis, the samples received an aseptic process of chloride solution, were dried in oven at 60 °C and then ground. Squash seeds and broccoli stems from conventional culture presented higher fiber content. Organics bananas and oranges skin had higher lipids content. Lemon and radish skin, broccoli and cassava leaves and kale, broccoli and spinach stems presented data showing no significant differences for lipid content. A great deal of food usually discharged by consumers is lost as for their nutritional value.

KEY WORDS: skin, stem, leaves, seeds.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos produzidos durante o processamento industrial dos vegetais, especialmente as cascas, as folhas e os talos poderiam ter uma finalidade mais benéfica ao homem e ao meio ambiente na medida que sejam utilizados na alimentação humana. É fundamental que desde logo haja uma

preocupação com o tipo de resíduo que será utilizado, já que muitos vegetais são cultivados de modo convencional, recebendo doses grandes de pesticidas que podem se acumular na casca, contrariamente ao que ocorre com aqueles produzidos de forma orgânica. Assim, o aproveitamento dos resíduos deve ser feito conscientemente, pois a fonte de alimento alternativa pode estar contaminada (SIDERER *et al.*, 2005). MAGKOS *et al.* (2003) referiram-se à falta de estudos comparativos sobre a qualidade nutricional entre alimentos orgânicos e convencionais, os quais poderiam dar ao consumidor uma maior segurança na aquisição dos produtos.

Muitos frutos e hortaliças que são processados para a fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doces em conserva, polpas e extratos (KOBORI; JORGE, 2005) produzem resíduos que poderiam ser utilizados como fonte de alimento alternativo. Estes resíduos possuem qualidades nutricionais importantes para a saúde humana e ao descartá-los são perdidas vitaminas, minerais, proteínas, fibras, lipídios, entre outros.

Fibras são combinações de substâncias químicas de composição e estrutura distintas de polissacarídeos não amiláceos, tais como celulose, hemicelulose e lignina (CUMMINGS, 1991; HEREDIA *et al.*, 2002). São espécies biologicamente não ativas como vitaminas ou minerais, mas são fundamentais para diversos processos metabólicos humanos (NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005).

Dietas contendo altos teores de fibras estão associadas com a prevenção, redução e tratamento de algumas doenças, tais como diverticulite e doenças coronárias (GORINSTEIN *et al.*, 2001; VILLANUEVA-SUAREZ *et al.*, 2003). As fibras exercem poder tampão e se ligam aos excessos de ácido

clorídrico do estômago, aumentam o bolo fecal e estimulam os movimentos peristálticos do intestino, assim como fornecem meio favorável ao crescimento da flora intestinal (VELDMAN *et al.*, 1997; JIMÉNEZ-ESCRIG; SÁNCHEZ-MUNIZ, 2000). Tanto a hemicelulose como a pectina, assim como a celulose e lignina, são hábeis por se ligarem a metais pesados (SANGNARK; NOOMHORM, 2003).

Os lipídios são moléculas altamente energéticas e geralmente, aparecem em quantidades baixas em frutos e hortaliças. Os maiores teores são encontrados em sementes, principalmente nas oleaginosas (SOMERVILLE *et al.*, 2000).

Encontrados em tecidos vegetais e animais são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Atuam no organismo como portadores de elétrons, transportadores de substâncias nas reações enzimáticas, compõem as membranas biológicas e servem como reserva energética (MCDONALD *et al.*, 1999).

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de analisar e comparar o teor de fibras e lipídios presentes nas partes geralmente descartadas dos vegetais comumente consumidos pela população brasileira, cultivados de forma convencional e orgânica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas partes de vegetais, mais consumidos pela população brasileira (Estado de São Paulo) e que são geralmente, descartados diariamente.

Amostras de cascas de abóbora paulistinha (*Cucurbita* sp), banana nanica (*Musa paradisiaca*), batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), berinjela (*Solanum melongena*), laranja pêra (*Citrus aurantium*), limão tahiti (*Citrus limon*), manga (*Mangifera indica*), maracujá azedo (*Passiflora incarnata* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), folhas de abóbora paulistinha (*Cucurbita pepo* L.), brócolis (*Brassica oleracea* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* L), mandioca amarela (*Manihot esculenta* Crantz), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e uva (*Vitis vinifera* L.) e talos de brócolis (*Brassica oleracea* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* L) e espinafre (*Spinacia oleracea*) e semente de abóbora paulistinha (*Cucurbita pepo* L.) do cultivo convencional e orgânico certificado, da região de Botucatu, SP), adquiridas de fornecedores idôneos, foram lavadas em água corrente com o auxílio de uma escova e depois imersas em solução clorada (20 mL de hipoclorito de sódio para 1 litro de água destilada, 2% de cloro ativo) por 15 minutos. Após a assepsia, as amostras foram levadas para estufa de circulação forçada de ar (60 °C) até peso constante, moídas (moinho tipo Wiley) e então preparadas para as análises dos teores de fibras e lipídios.

Para as determinações utilizaram-se três repetições e cada amostra foi analisada em triplicata.

As fibras foram analisadas submetendo as amostras, previamente pesadas, à digestão ácida, com solução de ácido sulfúrico de 1,25 %, seguida por digestão alcalina com hidróxido de sódio 1,25 % (IAL, 1985).

Os lipídios foram analisados de acordo com o método proposto por BLIGHT; DYER, 1959. Em amostras previamente pesadas adicionou-se clorofórmio, metanol e água destilada, seguido de agitação (30 min.).

Clorofórmio, e solução aquosa de sulfato de sódio foram acrescentados na solução e agitados. Os tubos contendo as soluções foram centrifugados a 3300 rpm à 25 °C. Retirou-se o sobrenadante e a amostra foi submetida a diversas filtrações. O filtrado foi transferido para um becker, previamente pesado. Posteriormente, o becker permaneceu em estufa a 110 °C por 20min e depois foi resfriado em dessecador para posterior pesagem. A quantidade de lipídios totais foi determinada em porcentagem.

As amostras foram submetidas a análise de variância, com a utilização do programa Minitab (versão 11).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos teores de fibras analisados (Tabela 1), nota-se que os valores encontrados para os alimentos oriundos do cultivo convencional, tendem a ser maiores do que os de cultivo orgânico em cascas de abóbora, banana, berinjela, manga, maracujá, semente de abóbora e em talos de espinafre. Em casca de batata, laranja, limão e rabanete, em todas as folhas analisadas e em talos de couve e espinafre, não foram observadas diferenças significativas entre os cultivos orgânico e convencional.

Em cascas, os teores de fibras totais obtidos apresentaram-se maiores em laranja e rabanete oriundos de cultivo orgânico, mesmo não apresentando diferença significativa. Em folhas e talos não foi notada diferença significativa entre os modos de cultivo, com exceção da semente de abóbora e talos de brócolis cultivados de forma convencional, que mostraram maior teor de fibras.

Em relação às cascas, o maior teor de fibras ocorre na casca de maracujá, enquanto que as sementes de abóbora cultivadas de forma

convencional exibiram o maior valor quando comparadas com os demais alimentos analisados.

Aparentemente, a razão principal do consumo de produtos orgânicos é a percepção que apresentam maior valor nutricional em relação aos cultivados de forma convencional, embora poucas evidências possam ser identificadas, a não ser nas análises de vitaminas, cinzas e minerais (BORDELEAU et al., 2002).

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) de fibras (g/100g) em cascas, talos, folhas e semente de vegetais cultivados em sistema de produção convencional e orgânico.

| Alimentos | Convencional | Orgânico |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| Casca de abóbora | 30,43 \pm 0,38 a | 22,10 \pm 1,48 b |
| Casca de banana | 24,55 \pm 2,06 a | 18,29 \pm 2,36 b |
| Casca de batata | 25,26 \pm 5,12 ns | 22,61 \pm 3,39 ns |
| Casca de berinjela | 30,40 \pm 1,58 a | 26,23 \pm 0,21 b |
| Casca de laranja | 16,23 \pm 0,87 ns | 16,49 \pm 1,23 ns |
| Casca de limão | 19,58 \pm 1,79 ns | 18,90 \pm 0,53 ns |
| Casca de manga | 19,56 \pm 1,98 a | 12,56 \pm 1,45 b |
| Casca de maracujá | 38,88 \pm 0,31 a | 34,90 \pm 1,20 b |
| Casca de rabanete | 16,67 \pm 1,76 ns | 17,14 \pm 0,95 ns |
| Semente de abóbora | 50,32 \pm 2,88 a | 24,26 \pm 0,54 b |
| Folha de abóbora | 11,24 \pm 0,62 ns | 12,55 \pm 1,04 ns |
| Folha de brócolis | 15,38 \pm 1,44 ns | 14,63 \pm 1,25 ns |
| Folha de cenoura | 18,35 \pm 0,15 ns | 18,24 \pm 1,25 ns |
| Folha de couve | 14,14 \pm 2,42 ns | 13,20 \pm 1,61 ns |
| Folha de mandioca | 20,34 \pm 2,01 ns | 20,03 \pm 2,84 ns |
| Folha de rabanete | 14,92 \pm 0,74 ns | 14,65 \pm 0,82 ns |
| Folha de uva | 15,85 \pm 0,96 ns | 14,29 \pm 1,50 ns |
| Talo de brócolis | 16,50 \pm 1,85 a | 22,31 \pm 1,03 b |
| Talo de couve | 20,18 \pm 0,28 ns | 20,43 \pm 1,13 ns |
| Talo de espinafre | 23,64 \pm 1,28 ns | 21,75 \pm 1,35 ns |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. ns – não significativo

Neste trabalho, ao se analisar os teores de fibras, comparando-se os alimentos produzidos das duas formas de cultivo, diferenças puderam ser observadas. Ocorreu uma tendência dos alimentos cultivados de forma convencional apresentarem maiores teores de fibras, mesmo sem ter ocorrido diferença significativa. A lignina faz parte da fibra total e sua estrutura contém fenóis, e possivelmente o tipo de cultivo pode interferir no aumento de lignina (DANIEL *et al.*, 1999), contribuindo para que ocorra diferença entre os tipos de cultivo. O aumento de compostos fenólicos pode ser atribuído como uma forma de defesa da planta em reação ao ataque de insetos (YOUNG *et al.*, 2005), o que poderia contribuir para o aumento do teor de fibras, porém este fato não foi observado neste trabalho. DANIEL *et al.* (1999) encontraram que a aplicação de alguns herbicidas pode incrementar ou diminuir o teor de metabólitos secundários, incluindo fenóis totais, o que poderia ter colaborado nos valores encontrados para os vegetais cultivados de modo convencional.

Muitos vegetais usados diariamente, tais como laranja e limões, de onde são extraídos o suco, são importantes fontes de fibra, devido à presença de pectinas (ASKAR, 1998). Esses vegetais, juntamente com outros, tais como, uvas, maçãs, bananas, manga, goiabas, geram sub-produtos como cascas e sementes, os quais poderiam ser usados como fonte de fibras, pois contêm tanto fibras solúveis como insolúveis, que poderiam ser usadas como alimentos funcionais (SCHIEBER *et al.*, 2002; RODRIGUEZ *et al.*, 2006). Estes materiais (cascas, talos, etc.) geralmente descartados, além de serem fontes de fibras, contêm pectinas, polifenóis, carotenóides, e estas fibras associadas com compostos antioxidantes (comumente presentes nas cascas), poderiam constituir um suplemento para a dieta (RODRIGUEZ *et al.*, 2006).

Em relação aos teores de lipídios totais (Tabela 2) encontrados entre os vegetais produzidos de forma convencional e orgânica, notou-se que apenas cascas de banana e laranja orgânicos e folha de rabanete apresentaram maiores teores de lipídios. Cascas de abóbora, limão e rabanete, folhas de brócolis e mandioca e talos de couve e brócolis não apresentaram diferenças significativas entre si.

Geralmente, o consumidor espera que os alimentos orgânicos ou convencionais sejam boa fonte de nutrientes, porém não é comum o consumo de cascas, talos, folhas e sementes comumente descartadas de alguns vegetais. Nota-se pequena diferença entre os orgânicos e os convencionais, porém os valores observados não diminuem a qualidade dos alimentos orgânicos, isto é, não inviabilizam o seu consumo, pois o consumidor deve se preocupar também com outro problema encontrado nos alimentos produzidos de forma convencional, que é a possibilidade de conter resíduos de agroquímicos.

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão de lipídios (%) em cascas, talos, folhas e semente de vegetais cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico.

| Alimentos | Convencional | Orgânico |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Casca de abóbora | 3,65 \pm 0,11 ns | 4,37 \pm 0,59 ns |
| Casca de banana | 2,90 \pm 0,43 b | 7,01 \pm 0,22 a |
| Casca de batata | 1,17 a | 0,40 b |
| Casca de berinjela | 0,69 \pm 0,11 a | 0,18 b |
| Casca de laranja | 2,58 \pm 0,41 b | 3,52 \pm 0,015 a |
| Casca de limão | 1,71 \pm 0,63 ns | 2,14 \pm 0,07 ns |
| Casca de manga | 2,33 \pm 0,02 a | 1,37 \pm 0,29 b |
| Casca de maracujá | 0,86 \pm 0,006 a | 0,16 \pm 0,08 b |
| Casca de rabanete | 1,34 \pm 0,25 ns | 1,28 ns |
| Semente de abóbora | 21,32 \pm 0,11 a | 2,41 \pm 0,26 b |
| Folha de abóbora | 3,81 \pm 0,10 b | 4,90 a |
| Folha de brócolis | 3,52 \pm 0,32 ns | 3,85 \pm 0,25 ns |
| Folha de cenoura | 3,28 \pm 0,06 a | 1,43 \pm 0,18 b |
| Folha de couve | 3,93 \pm 0,32 a | 2,56 \pm 0,42 b |
| Folha de mandioca | 5,87 \pm 0,09 ns | 5,46 \pm 0,46 ns |
| Folha de rabanete | 1,85 \pm 0,19 a | 3,19 \pm 0,23 b |
| Folha de uva | 2,93 \pm 0,20 a | 1,48 \pm 0,55 b |
| Talo de brócolis | 1,80 \pm 0,56 ns | 1,82 \pm 0,09 ns |
| Talo de couve | 3,28 \pm 0,11 ns | 3,25 ns |
| Talo de espinafre | 1,61 \pm 0,10 a | 1,29 \pm 0,08 b |

Letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias. ns – não significativo

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão de bolsa a primeira autora e a FUNDUNESP pelo auxílio.

5 - REFERÊNCIAS

- ASKAR, A. Importance and characteristics of tropical fruits. **Fruit in processing**, v.8, p.273-276, 1998.
- BLIGHT, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification use in determining vitamin E–lipid ratios. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
- BORDELEAU, G.; MYERS-SMITH, I.; MIDAK, M.; SZEREMETA, A. Food quality: A comparison of organic and conventional fruits and vegetables. **Ecological Agriculture**. p.1-82, 2002.
- CUMMINGS, J.H. What is dietary fiber? **Trends in food Science and Technology**, v.2, p.99 -103, 1991.
- DANIEL, O.; MEIER, M.S.; SCHLATTER, J.; FRISCHKNECHT, P. Select phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. **Environmental and Health Perspectives**, v.107, p.10114, 1999.
- GORINSTEIN, S.; ZACHWIEJA, Z.; FOLTA, M.; BARTON, H.; PIOTROWICZ, J.; ZEMSER, M.; WEISZ, M.; TRAKHTENBERG, S.; MÀRTÍN-BELLOSO, O. Comparative Contents of Dietary Fiber, Total

- Phenolics, and Minerals in Persimmons and Apples . **Agricultural Food Chemistry**, v.49, n.2, p.952 -957, 2001.
- HEREDIA, A.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; RODRÍGUEZ, R. Fibra Alimentaria. Biblioteca de Ciencias, pp. 1-117. 2002.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos 3. ed. São Paulo, 1985. v.1.
- JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J. Dietary fiber from Edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. **Nutrition Research**, v.20, p.585-589, 2000.
- KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.1008-1014, 2005.
- MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic food: nutritious food or food for thought. A review of evidence. **Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.54, p.357-371, 2003.
- MCDONALD, P. EDWARD, R.A.; GREENHALGH, J.E.D. **Nutrición animal**. E Ed. Zaragoza: Acríbia, 1999, 576p.
- NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v.91, p. 221-225, 2005.
- RODRIGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNANDEZ-BOLANOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibers from vegetable products as source of

- functional ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v.17, p.3-15, 2006.
- SANGNARK, A.; NOOMHORM, A. Effects of particle size on in vitro calcium and magnesium binding capacity of prepared dietary fiber. **Food Research International**, v.36, p.91-96, 2003.
- SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds: Recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 12, p.401-413, 2002.
- SIDERER, Y.; MAQUET, A.; ANKLAM, E. Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, p.332-343, 2005.
- SOMERVILLE, C. C.; BROWSE, J.; JAWORSKI, J.G.; OHLROGGE, J.B. Lipids. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.456-458.
- VELDMAN, F.J.; NAIR, CH. H.; VORSTER, H. H.; VERAACK, W. J. H.; JERLING, J.C.; OOSTHUIZEN, W.; VENTER, CH. S. Dietary Pectin influences fibrin network structure in hypercholesterolaemic subjects. **Thrombosis Research**, v.86, p.183-196, 1997.
- VILLANUEVA-SUAREZ, M.J.; REDONDO-CUENCA, A.; RODRIGUEZ-SEVILLA, M.D.; LAS HERAS, M. Characterization of nonstarch polysaccharids content from different edible organs of some vegetables, determined by GC and HPLC: Comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.5950-5955, 2003.

YOUNG, J. E.; ZHAO, X.; CAREY, E. E.; WELTI, R.; YANG, S-S; WANG, W.

Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. **Molecular**

Nutrition & Food Research, v.49, n.12, p.1136-1142, 2005.

5. Referências Bibliográficas

- AHMED, E. M.; BARMORE, C. R. Avocado. In: NAGY, S.; SHAW, P.E.; WARDOWSKI, W.F. (Ed.) *Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses*. Lake Alfred: AVI Publishing. p. 121-156, 1990.
- ALAOUI, A. Les fibres alimentaires en nutrition humaine. Actes-de-l'Institut-Agronomique-et-Veterinaire-Hassan-2 (Morocco). **Revue Scientifique et Technique Multidisciplinaire**. v. 5, p. 65-70, 1985.
- ALMEIDA, M.M.B.; LOPES, M.F.G.; SOUSA, P.H.M.; NOGUEIRA, C.M.D.; MAGALHÃES, C.E.C. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim Ceppa**, v. 21, n.2, p. 343-350, 2003.
- ALTMAN, A. Retardation of radish leaf senescence by polyamines. **Physiologia Plantarum**, v. 54, p. 189-193, 1982.
- AMIOT, M.J.; TACCHINI, M.; AUBERT, S.; NICOLAS, J. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. **Journal of Food Science**, v. 7, p. 958-962, 1992.
- ASAMI, D.K.; HONG, Y-J.; BARRETT, D.M.; MITCHELL, A.E. Comparison of the total phenolics and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried maionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 1237-1241, 2003.
- ASKAR, A. Importance and characteristics of tropical fruits. **Fruit in processing**, v. 8, p. 273-276, 1998.
- ASKAR, A.; TREPTOW, H. Biogene amine in Fleisch-producten. **Ernahrung/Nutrition**, p. 341-346, 1989.
- AUBERT, C. Palestra. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ALTERNATIVA 1, Curitiba, 1981. Anais. Curitiba: Federação dos Engenheiros Agrônomos do Brasil/Associação dos Engenheiros Agrônomos do Paraná, p. 161-190, 1981.
- AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

- AWAD, A.M.; JAGER, A.; WESTING, L.M. van. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, v. 83, p. 249-263, 2000.
- BAGNI, N.; TASSONI, A. Biosynthesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plants. **Amino Acids**, v. 20, p. 301-317, 2001.
- BARDÓCZ, S.; GRANT, G.; BROWN, D. S.; RALPH, A.; PUSZTAI, A. Polyamines in food-implications for growth and health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 4, p. 66-71, 1993.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trend. Food Science Technology**. v. 6, p. 341-346, 1995.
- BARDÓCZ, S.; WHITE, A.; GRANT, G.; BROWN, D.S.; DUGUID, T.J.; PUSZTAI, A. Uptake and bioavailability of dietary polyamines. **Biochemical Society Transactions**, v. 24, p. 226 S, 1996.
- BARDÓCZ, S.; EWEN, S.W.B.; GRANT, G.; WHITE, A.; WALKER, T.J.; McDONALD, A.; RALPH, A.; PUSZTAI, A.; PRYME, I.F. Dietary polyamines in tumour growth. In S. Bardócz, J. Koninix, M. Grillo, & A. White (Eds.), **COST917 Biogenically active amines in food (vol.III, pp. 73-77)**. Bruxelles: European Communities, 1999.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology** v. 37, p. 911, 1959.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. *Introdução à química de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Varela, 223 p, 1995.
- BORDELEAU, G.; MYERS-SMITH, I.; MIDAK, M.; SZEREMETA, A. Food quality: A comparison of organic and conventional fruits and vegetables. **Ecological Agriculture**. p. 1-82, 2002.
- BORGUINI, R.G.; OETTERER, M.; DILVA, M.V. Qualidade nutricional de hortaliças orgânicas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, p. 28-35, 2003.
- BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F.; MARTIN-TANGUY, J. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Science**, v. 140, p. 103-125, 1999.
- BOUCHEREAU, A.; GUÉNOT, P.; LARHER, F. Analysis of amines in plant material. **Journal of chromatography**. v. 747, p. 49-67, 2000.

- BRODY, A.L. Envazado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y a vacio. Zaragoza: Acribia, 220p, 1996.
- CANELLAKIS, Z. N.; MARSH, L. L.; BONDY, P. K. Polyamines and their derivations as modulators in growth and differentiation. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 62, p. 481-491, 1989.
- CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels inorganically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina Bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v. 72, p. 19-424, 2001.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Composições químicas do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) em diferentes estágios de maturação. **Revista Oleric.**, v. 16, p. 194-98, 1976.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Armazenamento. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 293p, 1990.
- CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, v. 17, p. 8-18, 1994.
- CIRILO, M. P. G.; COELHO, A. F. S.; ARAÚJO, C. M.; GONÇALVES, F.R.B.; NOGUEIRA, F. D.; GLORIA, M.B.A. Profile and levels of bioactive amines in green and roasted coffee. **Food Chemistry**. v. 82, p. 397-402, 2003.
- CUMMINGS, J.H. What is dietary fiber. **Trends in food Science and Technology**, v. 2, p. 99-103, 1991.
- DANIEL, O.; MEIER, M.S.; SCHLATTER, J.; FRISCHKNECHT, P. Select phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. **Environmental and Health Perspectives**, v. 107, p. 10114, 1999.
- DELOYER, P.; PEULEN, O.; DANDRIFOSSE, G. Dietary polyamines and non-neoplastic growth and disease. **European Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 13, p. 1027-1032, 2001.
- DIXON, R.A.; PAIVA, N.L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. **Plant Cell**, v. 7, p. 1085-197, 1995.
- ELIASSEN, K.A.; REISTAD, R.; RISOEN, U.; RONNING. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, v. 78, p. 273-280, 2002.

- ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. The relevance of polyamine levels in cherimoya (*annona cherimola* Mill.) fruit ripening. **Plant Physiology**, v. 143, p. 207-212, 1994.
- ESKIN, N.A.M.; HENDERSON, H.M.; TOWNSEN, R.J. Biochemical changes in foods: Plant-postharvest changes in fruits and vegetables. New York: **Academic Press**, p. 31-68, 1971.
- ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H.J.; GARCÍA-VIGUERA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1588-1592, 2000.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Codex Alimentarius commission. **Proposed draft codex standard for tomatoes**. Joint FAO/OMS food standards programme. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/c10/ff02-01e.htm>, 2000.
- FERNANDEZ, M.A.; SAENZ, M.T.; GARCIA, M.D. Antiinflammatory activity in rats and mice of phenolic acids isolated from *Scrophularia frutescens*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 50, p. 1183-1186, 1998.
- FLORES, H.E.; GALSTON, A.W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, v. 69, p. 701-706, 1982.
- FLORES, H.E.; GALSTON, A.W. Osmotic stress-induced polyamine accumulation in cereal leaves. II. Relation to amino acid pools. **Plant Physiology**, v. 75, p. 110-113, 1984.
- FRANCIS, F.J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.
[[Medline](#)]
- GALSTON, A.W.; SAWHENEY, R.K. Polyamines in plant physiology. **Plant Physiology**, v. 92, p. 406-419, 1990.
- GLYPHIS, J.P.; PUTTICK, G.M. Phenolics in some Southern African Mediterranean shrubland plants. **Phytochemistry**, v. 27, p. 743-751, 1988.
- GORINSTEIN, S.; ZACHWIEJA, Z.; FOLTA, M.; BARTON, H.; PIOTROWICZ, J.; ZEMSER, M.; WEISZ, M.; TRAKHTENBERG, S.; MÀRTÍN-BELLOSO, O. Comparative Contents of Dietary Fiber, Total Phenolics, and Minerals in Persimmons and Apples. **Agricultural Food Chemical**, v. 49, p. 52-957, 2001.

- HAKKINEN, S.H.; TORRONEN, A.R. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. **Food Research International**, v. 33, p. 517-524, 2000.
- HALÁSY, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends in Food Science and Technology**, v. 5, p. 29-42, 1994.
- HARBORNE, J.B. Flavonoids. In *Phytochemistry VII*. (L.P. Miller, ed.). Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1973.
- HEBY, O. Role of polyamines in the control of cell proliferation and differentiation. **Differentiation**, v. 19, p. 1-20, 1981.
- HEBY, O.; HOLA, I.; FROSTESJO, L.; COLLIN, H.; GRAHN, B.; REHNHOLM, A.; STJERNBORG, L.; ASK, A.; PERSSON, L. Polyamines: regulators of mammalian cell growth and differentiation. In R. H.Dowling, U.R. Fölsch, & C. Löser (Eds.), *Polyamines in the gastrointestinal tract, falk symposium 62* (pp. 19-28). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1992.
- HEREDIA, A.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDES-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; RODRÍGUEZ, R. *Fibra Alimentaria. Biblioteca de Ciências*, pp. 1-117, 2002.
- HOLLMAN, P.C.; HERTOOG, M.G.; KATAN, M.B. Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. **Biochemical Society Transactions**, v. 24, p. 785-789, 1996.
- HOLLMAN, P.C.; KATAN, M.B. Bioavailability and health effects of dietary flavonoids in man. **Archives of Toxicology Supplement**, v. 20, p. 237-248, 1998.
- HORWITZ, H. Official method of analysis of the association of official agricultural chemists. 8 ed. **As. Agr. Chem.**, p.144, 1995.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos 3. ed. São Paulo, 1985. v.1.
- IKAN, R. Natural products. **Edition Academic Press**, Inc., 1991.
- JANNE, J.; PÖSÖ, H.; RAINA, A. Polyamines in rapid growth and cancer. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 473, p. 241-293, 1978.
- JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J. Dietary fiber from Edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. **Nutrition Research**, v. 20, p. 585-589, 2000.

- KÄHKÖNEN, M.P.; HOPIA, A.I.; VUORELA, H.J.; RAUHA, J.P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T.S.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3954-3962, 1999.
- KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v. 90, p. 219-230, 2005.
- KALAC, P., KRIZEK, M., PELIKÁNOVÁ, M. L., ONDREJ, V. Contents of polyamines in selected foods. **Food Chemistry**, v. 90, p. 561-564, 2005.
- KLAUSEN, N.K.; LUND, E. Formation of biogenic amines in herring and mackerel. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**, v. 182, p. 459-463, 1986.
- KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JARVINEN, R. Flavonoid intake and risk of chronic disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 560-569, 2002.
- KNUT, A. E.; RAGNHILD, R.; UNNI, R.; HELLE, F.R. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, v. 78, p. 273-280, 2002.
- KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 1008-1014, 2005.
- LAIRON, D. Efecto de las fertilizaciones orgánicas y minerales sobre el valor nutritivo de las producciones agrícolas. In: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológicas, Madrid, Ponencias y Comunicaciones Madrid: IFOAM/ Asociación Vida Sano, p. 252-271, 1985.
- LAMPKIN, N. Organic farming. Cambridge: **Farming Press**, 1990, 715p.
- LEA, A.G.H.; BEECH, F.W. The phenolic of ciders: effect of cultured conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 29, p. 493-496, 1978.
- LEE, C.Y.; KAGAN, V.; JAWORSKI, A.W.; BROWN, S.K. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, p. 99-101, 1990.

- LEGAZ, M.E.; ARMAS, R.; PINON, D.; VICENTE, C. Relationships between phenolics-conjugated polyamines and sensitivity of sugarcane to smut (*Ustilago scitaminea*). **Journal of Experimental Botany**, v. 49, p. 1723-1728, 1998.
- LEHNINGER, L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica. **Sarvier Editora**, 1995.
- LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, v. 56, p. 21-26, 1999.
- LIMA, D.M.; COLUGNATI, F.A.B.; PADOVANI, R.M.; RODRIGUES-AMAYA, D.B.; GALEAZZI, M.A.M.; PETENATE, A.J., Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação-Nepa, 2004. e-mail: taco@unicamp.br
- LIMA, G.P.P.; ROCHA, S.A.; TAKAKI, M.; RAMOS, P.R.R. Teores de poliaminas em alguns alimentos da dieta básica do povo brasileiro. **Ciência Rural**, 2006. *in press*.
- LÖSER, C.; EISEL, A.; HARMS, D.; FOLSCH, U.R. Dietary polyamines are essential luminal growth factors for small intestinal and colonic mucosal growth and development. *Gut*, v. 44, p. 12-16, 1999.
- LUTEN, J.B.; BOUQUET, W.; SEUREN, L.A.J.; BURGGRAAF, M.M.; RIEKWEL-BOOY, G.; DURAND, P.; ETIENNE, M.; GOUYOU, J.P.; LANDREIN, A.; RITCHIE, A.; LECLERQ, M.; GUINET, R. Biogenic amines in fishery products: standardization methods within EC. In H. H. Huss, M. Jakobsen, & J. Liston (Eds.), *Quality assurance in the fish industry Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, 26-30, 1991* (pp. 427-439). **Elsevier Science Publishers B.V.**, 1992.
- MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic food: nutritious food or food for thought. A review of evidence. **Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 54, p. 357-371, 2003.
- MAXA, E.; BRANDES, W. Biogene amine in fruchtsäften. **Mitteilungen Kbsterneuburg**. v. 43, p. 101-106, 1993.
- MCDONALD, P.; EDWARD, R.A.; GREENHALGH, J.E.D. **Nutrición animal**. E Ed. Zaragoza: Acríbia, 576p, 1999.

- MILOVIC, V. Polyamines in the gut lumen: Bioavailability and biodistribution. **European Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 13, p. 1021-1025, 2001.
- MITCHELL, A.E.; CHASSY, A.W. Antioxidants and the nutritional quality of organic agriculture. **Communique**, Inc. <http://mitchell.ucdavis.edu/Is%20Organic%20Better.pdf>. Consultado em março de 2006.
- MORET, S.; SMELA, D.; POPULIN, T.; CONTE, L.S. A survey on free biogenic amine content of fresh and preserved vegetables. **Food Chemistry**, v. 89, p. 355-361, 2005.
- MOULINOX, J.P.; DARCEL, F.; QUEMENER, V.; HAVOUI, R.; SEILER, N. Inhibition of the growth of U-251 human glioblastoma in nude mice by polyamine deprivation. **Anticancer Research**, v. 11, p. 175-180, 1991.
- MULAS, M.; GONZALES-AQUILAR, G.; LAFUENTE, M.T.; ZACARIAS, L. Polyamine biosynthesis in flavedo of *Fortune mandarins* as influenced by temperature of postharvest hot water dips. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 377-384, 1998.
- NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v. 91, p. 221-225, 2005.
- NICOLAS, J.J.; RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; AMIOT, M.J.; AUBERT, S. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, p. 109-157, 1994.
- OLIVEIRA, M.N.; MAIA, G.A.; GUEDES, Z.B.L.; GUIMARÃES, A.C.L.; FIGUEIREDO, R.W. de. Características químicas e físico-químicas da carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Ciência Agrônômica**, v. 20, p. 129-133, 1989.
- OLIVEIRA, M.C.C.; CARVALHO, M.G.; FERREIRA, D.T.; FILHO, R.B. Flavonóides das folhas de *Stiffitia chrysantha* Mikan, **Química Nova**, v. 22, 1999.
- OSBORNE, D.L.; SEIDEL, E.R. Microflora-derived polyamines modulate obstruction-induced colonic mucosal hypertrophy. **American Journal of Physiology**, v. 256, G1049-G1057, 1989.
- PANTASTICO, E.B. Harvest indices. In: Pantastico, E.B. (Ed.) *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport: The AVI Publishing Company Inc., cap. 4 e 5. 1975.

- PEARSON, D.A.; TAN, C.H.; GERMAN, J.B.; DAVIS, P.A.; GERSHWIN, M.E.
Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. **Life Sciences**, v. 64,
p. 1913-1920, 1999.
- PENTEADO, S.R. Introdução à agricultura orgânica, normas e técnicas de cultivo. **Ed. Grafimagem**, 2000, 110p.
- PEGG, A.E; MCCAN, P.P. Polyamine metabolism and function. **American Journal of Physiology**, v. 243, p. C212-221, 1982.
- PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.
- PIKAAR, N.A. Het belang van voedingsvezel en de rol van brood. Voeding (Netherlands), v. 42, p. 114-117, 1981.
- PRATT D.; HUDSON, B. Natural antioxidants. In: Food antioxidants. **Elsevier Science**, p. 171-191, 1990.
- PRYME, I.F.; TIBURCIO, A.F.; FLORES, D.; MATTSSON, B. Mice fed a diet based on an oat variety with low polyamine content developed smaller lymphosarcosoma tumours than animals fed a standart pelled diet. In S. Bardócz, A. White, & A.F. Tiburcio (Eds.), COST917 Biogenically active amines in food (vol. I, pp. 69-73). Bruxelles: **European Communities**, 1998.
- PUSSEMIER, L.; LARONDELLE, Y.; PETEGHEM, C.V.; HUYGHEBAERT, A. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: A tentative comparison under Belgian conditions. **Food Control**, v. 17, p. 14-21, 2006.
- QUEMENER, V.; MOULINOX, J.P. HAVOUIS, R.; SEILER, N. Polyamine deprivation enhances antitumoral efficacy of chemotherapy. **Anticancer Research**. v. 12, p. 1447-1454, 1992.
- QUEMENER, V.; BLANCHARD, Y.; CHAMAILLARD, L.; HAVOUIS, R.; CIPOLLA, B.; MOULINOX, J.P. Polyamine deprivation: a new tool in cancer treatment. **Anticancer Research**, v.14, p.443-448, 1994.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. 5 ed. **Guanabara Kogan**, 728p. 1996.
- REBOLLO, A.J.G.; BOTEJA, E. M.; CANSADO, A. O.; BLANCO, P.J.M.; RIBEIRO, Marisilda A., STAMFORD, T. L. M.; C. FILHO, J. E.. Valor nutritivo de refeições coletivas: tabelas de composição de alimentos versus análises em laboratório. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, p. 120-126, 1998.

- REN, H.; BAO, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoids contents of organically cultivated vegetables. **Nippon Shokuhin Kagaku Kagaku Kaushi**, v. 48, p. 246-252, 2001.
- RIBEIRO M.A.; STAMFORD, T.L.M.; FILHO, J.E.C. Valor nutritivo de refeições coletivas: tabela de composição de alimentos versus análises em laboratório. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, 1995.
- RODRIGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNANDEZ-BOLANOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibers from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, p. 3-15, 2006.
- SANTOS, M.D.; BLATT, C.T.T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p. 135-140, 1998.
- SARHAN, S.; KNÖDGEN, B.; SEILER, N. The gastrointestinal tract as polyamine source for tumour growth. **Anticancer Research**. v. 9, p. 215-224, 1989.
- SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds: Recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 12, p. 401-413, 2002.
- SCHUPHAN, W. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizes treatments. **Qualitas Plantarum**. v. 13, p. 333-358, 1974.
- SEILER, N.; ATANOSSOV, C.L.; RAUL, F. Polyamine metabolism as target for cancer chemoprevention (review). **International Journal of Oncology**, v. 13, p. 993-1006, 1998.
- SEILER, N. Thirty years of polyamine –related approaches to cancer therapy. Retrospect and prospect. 1. Selective enzyme inhibitors. **Current Drug Targets**, v. 4, p. 537-564, 2003.
- SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, v. 29, p. 675-690, 1996.
- SHALABY, A. R. Changes in biogenic amine in mature and germinating legume seeds and their behaviour during cooking. **Nahrung**, v. 44, p. 23-27, 2000.
- SIDERER, Y.; MAQUET, A.; ANKLAM, E. Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. **Trends in Food Science e Technology**, v. 16, p. 332-343, 2005.
- SMITH, P.M. The chemotaxonomy of plants. Edward Arnold, Bristol, 1976.

- SOMERVILLE, C. C.; BROWSE, J.; JAWORSKI, J.G.; OHLROGGE, J.B. Lipids. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 456-458.
- SPILLER, G.A.; FREEMAN, H.J. Dietary fiber in human nutrition. Nutrition update. New York (USA). John Wiley, p. 163-176, 1983.
- SPILLER, G.A. CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition. **Boca Raton**, Fla.(USA). CRC Press 1986, 483p.
- THOMAS, T.; THOMAS, T.J. Polyamine metabolism and cancer. **Journal of Cellular and Molecular Medicine**, v. 7, p. 113-126, 2003.
- VALERO, D.; MARTINEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. **Trends in Food Science and Technology**. v. 13, p. 228-234, 2002.
- VELDMAN, F.J.; NAIR, CH.H.; VORSTER, H.H.; VERAACK, W.J.H.; JERLING, J.C.; OOSTHUIZEN, W.; VENTER, CH.S. Dietary Pectin influences fibrin network structure in hypercholesterolaemic subjects. **Thrombosis Research**, v. 86, p. 183-196, 1997.
- VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4113-4117, 1998.
- VILLANUEVA-SUAREZ, M.J.; REDONDO-CUENCA, A.; RODRIGUEZ-SEVILLA, M.D.; las HERAS, M. Characterization of nonstarch polyssacarids content from different edible organs of some vegetables, determined by GC and HPLC: Comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 5950-5955, 2003.
- WALDEN R, CORDEIRO A, TIBURCIO AF (1997) Polyamines: small molecules triggering pathways in plant-growth and development. **Plant Physiology** **113**: 1009–1013.
- WALTERS, D. Polyamines and environmental challenges: recent development. **New Phytologist**, v. 159, p. 109-115, 2003.
- WANG, H., CAO, G.; PRIOR, R.L Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 304-309, 1997.

- WATERMAN, P.G. & MOLE, S. Analysis of phenolic plant metabolites. **Blackwell Scientific Publications**, London, 1994.
- WOESE, K.; LANGE, D.; BOESS, C.; BOGL, K.W. A comparison of organically and conventionally grown foods - Results of a review of the relevant literature. **Journal Science Food Agricultural**, v. 74 p. 281-293, 1997.
- YAHIA, E.M.; HIGUERA, I. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. México: Acribia, 1992, 300p.
- YOUNG, J. E.; ZHAO, X.; CAREY, E.E.; WELTI, R.; YANG, S-S; WANG, W. Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, p. 1136-1142, 2005.
- YUSSEFI, M.; WILLER, H. The world of organic agriculture statistics and future prospect, 2003. www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s.74.