

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**QUALIDADE DO SOLO E DE HORTALIÇAS FOLHOSAS
PRODUZIDAS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E
CONVENCIONAIS EM MUNICÍPIOS DO TERRITÓRIO DE
IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE DA BAHIA**

ALEXANDRA PEREIRA DOS SANTOS

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
JULHO – 2019**

**QUALIDADE DO SOLO E DE HORTALIÇAS FOLHOSAS
PRODUZIDAS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E
CONVENCIONAIS EM MUNICÍPIOS DO TERRITÓRIO DE
IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE DA BAHIA**

ALEXANDRA PEREIRA DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal da Bahia, 2006

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof^ª D.Sc. Carla da Silva Sousa

Coorientadora: Prof^ª D.Sc. Ivina Paula Almeida dos Santos

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO – 2019

635 S237q	<p>SANTOS, Alexandra Pereira Dos.</p> <p>Qualidade do solo e de hortaliças folhosas produzidas em sistemas agroecológicos e convencionais em municípios do território de identidade do médio sudoeste da Bahia. – Alexandra Pereira dos Santos. – Cruz das Almas, BA: UFRB/Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2019. 135p. Ilustr.</p> <p>Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Agrárias, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, da Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB); Área de concentração em Fitotecnia; sob a orientação da Profª D.Sc. Carla da Silva Sousa e Coorientação da Profª D.Sc. Ivina Paula Almeida dos Santos.</p> <p>1. Fitotecnia – Hortaliças Folhosas – Qualidade do Solo. 2. Agroecologia – Alface – Microbiologia 3. Produtores Rurais – Perfil Socioeconômico. I. Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. II. SOUSA, Carla da Silva (Orient.) III. SANTOS, Ivina Paula Almeida dos (Coorient.). VI. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD(22): 635</p>
--------------	--

Catálogo na Fonte:

Rogério Pinto de Paula – CRB 1654 – 5ª Reg.
Diretor da Biblioteca Regina Célia Ferreira Silva – BIRCEFS
Profº do Curso de Metodologia do Trabalho Técnico e Acadêmico
UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramentos por Assunto:

1. Fitotecnia – Hortaliças folhosas – Qualidade do solo;
2. Agroecologia – Alface - Microbiologia;
3. Produtores Rurais – Perfil Socioeconômico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**QUALIDADE DO SOLO E DE HORTALIÇAS FOLHOSAS
PRODUZIDAS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E
CONVENCIONAIS EM MUNICÍPIOS DO TERRITÓRIO DE
IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE DA BAHIA**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE
ALEXANDRA PEREIRA DOS SANTOS**

Realizada 30 de Julho de 2019

Prof^a *D.Sc.* Carla da Silva Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-IFBAIANO
Examinador Interno (Orientadora)

Prof^a *D.Sc.* Franceli da Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examinador Interno

Prof^a *D.Sc.* Cristina Ferreira Nepomuceno
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examinador Interno

Prof^o *D.Sc.* Jorge Luiz Peixoto Bispo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-IFBAIANO
Examinador Externo

D.Sc. Rosana Moura de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-IFBAIANO
Examinador Externo

*Á minha mãe, Ivanise "in memoria",
pela incansável dedicação e amor e ao meu filho, Arthur, um novo recomeço.*

DEDICO!

Á Deus que é a razão de tudo;

À minha família pelo apoio incondicional durante toda a minha vida;

Á Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade de realização do curso de Doutorado em Ciência Agrárias;

Á Profª D.Sc. Carla Silva Sousa pela orientação, dedicação e amizade;

A coorientadora Profª D.Sc Ivina Paula Almeida dos Santos pelo apoio e dedicação, transmitindo conhecimentos nos momentos de dúvidas;

A Coordenação do Programa de Doutorado em Ciência Agrárias, na pessoa do Profº D.Sc. Carlos Alfredo Carvalho;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Agrárias pelo apoio e ensinamentos oferecidos durante o curso, meu respeito e admiração;

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo apoio na realização das análises;

Aos produtores rurais entrevistados pela disponibilidade de ouvir e nos ensinar;

Ao técnico em agropecuária Ancelmo, pela valiosa ajuda nas visitas as comunidades;

Á representante da associação de pequenas produtoras Jucy, pela contribuição na realização das entrevistas;

Ao Profº D.Sc. Sc. Leonardo Rodrigues, as mestrandas em Engenharia de Alimentos Joseane Cardin e Keila Correia e ao discente do Curso Técnico em Alimentos Loran, pela valiosa ajuda nas análises microbiológicas;

Ao Profº D.Sc. Leonardo Soares pelo auxílio nas análises estatísticas;

A Capes, pelo apoio financeiro ao projeto;

Aos colegas de doutorado: Rilvaynia, Sérgio, Aurélio, José Renato, Emanuel, Larissa, Rosane e José Raimundo pela convivência e troca de experiências;

Aos colegas do IFBAIANO Flávio Mendes e Marcella pelo apoio nas coletas de amostras e análises físico-químicas;

Aos servidores do IF Baiano Cláudio e Fábio, pelo apoio e dedicação nas viagens de coleta de dados para a pesquisa;

A todos os funcionários da IFBAINO, pela ajuda;

Á todos aqueles que ajudaram na realização desse trabalho.

O MEU MUITO OBRIGADA!

AGRADEÇO!

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	
ABSTRACT	
REFERENCIAL TEÓRICO.....	09
ARTIGO 1	
PERFIL SOCIOECONÔMICO DOS PRODUTORES E QUALIDADE QUÍMICA DOS SOLOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS DE HORTALIÇAS.....	42
ARTIGO 2	
QUALIDADE DE PLANTAS DE ALFACE PRODUZIDOS SOB SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS.....	73
ARTIGO 3	
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS EM CULTIVOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM COMUNIDADES RURAIS DO SUDOESTE DA BAHIA.....	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
ANEXOS	131

QUALIDADE DO SOLO E DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM MUNICÍPIOS DO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE DA BAHIA

Autora: Alexandra Pereira dos Santos

Orientadora: *D.Sc.* Carla da Silva Sousa

RESUMO: A produção de alimentos nutritivos em sistemas alimentares sustentáveis é essencial para segurança alimentar. Os cultivos agroecológicos buscam o equilíbrio ambiental na produção agrícola, abrangendo todos os elementos ambientais e humanos e suas inter-relações, proporcionando um ambiente equilibrado, com alimentos saudáveis e conservando a fertilidade do solo. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil socioeconômicos dos produtores de hortaliças, qualidade química do solo, qualidade nutricional em plantas de alface e a qualidade microbiológica de hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula), bem como do seu ambiente de produção em sistemas agroecológicos e convencionais localizados no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. Nas propriedades rurais visitadas foram aplicados questionários estruturados e coletadas amostras de solo da camada (0 – 20 cm) de profundidade, hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula), fertilizantes orgânicos e água utilizada na irrigação para avaliação da qualidade química e microbiológica. As propriedades foram classificadas de acordo com tipo de insumos utilizados em: 1) convencionais (utilizam NPK + compostos orgânicos e defensivos químicos) e 2) agroecológicos (utilizam esterco bovino e defensivos alternativos). Os dados obtidos foram submetidos a análises descritivas, univariadas e multivariadas. Os resultados demonstram que o cultivo de hortaliças é realizado em sua maioria, no sistema convencional, por homens, com idade acima de 40 anos, em estabelecimentos rurais menores que um hectare. Os tratos culturais são reduzidos e com pouca assistência técnica. Os solos sob cultivo agroecológico apresentam maiores teores de Fe, Mn, Cu e B e menor CE. As plantas de alface produzidas em sistemas agroecológicos têm maiores teores lipídios, proteínas, fibra alimentar, N, K, Fe e Cu e menores valores de nitrato e Ba. As hortaliças folhosas cultivadas em sistemas agroecológicos apresentam menor contaminação por patógenos entéricos. Os resultados desse estudo demonstram que as práticas agroecológicas contribuem para produção de alimentos com características nutricionais e microbiológicas superiores que por sua vez é a base para segurança alimentar.

Palavras-chave: Olerícolas, agroecologia, análise química, fertilizantes orgânicos, análise microbiológica.

**QUALITY OF SOIL AND LEAFY VEGETABLES PRODUCED IN
AGROECOLOGICAL AND CONVENTIONAL SYSTEMS IN MUNICIPALITIES OF
THE SOUTHWEST MIDDLE EAST OF BAHIA**

Author: Alexandra Pereira dos Santos

Adviser: *D.Sc.* Carla da Silva Sousa

ABSTRACT: The production of nutritious food in sustainable alimentary systems is essential for food security. Agroecological crops seek environmental balance in agricultural production, encompassing all environmental and human elements and their interrelationships, providing a balanced environment with healthy food and conserving soil fertility. The present study aimed to evaluate the socioeconomic profile of vegetable producers, chemical soil quality, nutritional quality in lettuce plants and the microbiological quality of leafy vegetables (lettuce, cauliflower and arugula), as well as their production environment in agroecological and conventional systems located in the Middle Southwest Identity Territory of Bahia. Structured questionnaires were applied to the visited farms and soil layer samples (0 - 20 cm deep), leafy vegetables (lettuce, cabbage and arugula), organic fertilizers and irrigation water for chemical and microbiological quality evaluation were collected. The properties were classified according to the type of inputs used in: 1) conventional (use NPK + organic compounds and chemical pesticides) and 2) agroecological (use cattle manure and alternative pesticides). The data obtained were submitted to descriptive, univariate and multivariate analyzes. The results show that the cultivation of vegetables is mostly done in the conventional system by men over 40 years old, in rural establishments smaller than one hectare. Cultural treatment is low and with little technical assistance. The soils under agroecological cultivation have higher Fe, Mn, Cu and B contents and lower EC. Lettuce plants produced in agroecological systems have higher levels of N, K, Fe and Cu and lower values of nitrate and Ba. Leafy vegetables cultivated in agroecological systems have minor contamination by enteric pathogens. The results of this study demonstrate that agroecological practices contribute to food production with superior nutritional and microbiological characteristics which is the basis for food safety.

Keywords: Oleraceous, agroecology, chemical analyzis, organic fertilization, microbiological analyzis.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE

O Território de Identidade Médio Sudoeste da Bahia (TI) é composto por treze municípios: Caatiba, Firmino Alves, Ibicuí, Iguaí, Itambé, Itapetinga, Itarantim, Itororó, Macarani, Maiquinique, Nova Canaã, Potiguará, Santa Cruz da Vitória e está localizado majoritariamente no centro Sul Baiano, entre as coordenadas aproximadas de 14°20' a 16° de latitude Sul e 39°30' a 40°50' de longitude Oeste e ocupa uma área de 11.763,0 km², equivalente a 2,1% do território do estado (SEI, 2015).

A maior parte da região está inserida no Semiárido, com exceção dos municípios de Firmino Alves, Ibicuí e Santa Cruz da Vitória. A bacia hidrográfica mais importante é a do Rio Pardo onde fazem parte também os rios Alegria, Bonito e Catolé Grande. Na extensão do TI predomina os solos Argissolos Eutróficos, além de Chernossolos Háplicos, na faixa leste e Latossolos Distróficos, na faixa oeste. A vegetação tem ambiente variado, com ocorrência de Florestas Estacionárias Decíduas, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacionária Semidecidual e Fragmentos de Caatinga. A altitude varia de 100 a 400 m no Tabuleiro do Rio Pardo, 500 a 1000 m na porção central do TI (SEI, 2015).

De acordo com o Censo Demográfico de 2018 a população total da região é de 253.488 habitantes, equivalente a 1,7% da população do estado (IBGE, 2018). Os arranjos produtivos rurais mais importantes para o TI são a apicultura e a bovinocultura. As lavouras permanentes destacam-se a banana, cacau, café e lavouras temporárias a cana-de-açúcar e a mandioca (BARRETO, 2014).

O cultivo de hortaliças tem ganhado destaque nas propriedades rurais do TI por ser uma atividade que demanda menos espaço para a produção e apresenta ciclo fenológico mais curto que as outras culturas, além disso, a busca por uma alimentação saudável tem favorecido o aumento do consumo.

2. PRODUÇÃO E CONSUMO DE HORTALIÇAS

A produção brasileira de hortaliças em 2018 atingiu 16,62 milhões de toneladas com uma área plantada de 237.511 mil hectares, gerando 2,4 milhões de empregos, com um crescimento de 60% ao ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2018). Na Bahia a quantidade produzida foi superior a 500 mil toneladas de hortaliças, com a geração de mais de 5 mil empregos diretos (SEBRAE, 2017).

No Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia as culturas olerícolas com maior destaque estão: alface, coentro, cebolinha, batata-doce, chuchu, quiabo, maxixe, pimenta, pimentão e jiló, com uma produção superior a 13 mil toneladas em 2017 (IBGE, 2017)

Estudos realizados no Brasil demonstram que a frequência de consumo de hortaliças é maior entre as mulheres e aumenta com a idade, escolaridade do indivíduo (JORGE et al., 2008; FIGUEIREDO et al., 2008; JAIME et al., 2009; NEUTZLING et al., 2009) e as condições econômicas (VIEBIG et al., 2009; CLARO E MONTEIRO, 2010). As principais barreiras ao consumo de hortaliças é o comércio inadequado, baixo poder aquisitivo dos consumidores, carência de políticas públicas, enquanto como principais fatores promotores do consumo está a alimentação saudável e a prevenção e controle de doenças (FIGUEIRA et al., 2016).

3. SEGURANÇA ALIMENTAR

A segurança alimentar, conforme a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), parte do princípio de que as pessoas possam produzir suficientes alimentos, ou comprá-los, para satisfazer suas necessidades diárias a fim de levar uma vida ativa e saudável, tornando o acesso a alimentos nutritivos e livres de contaminantes essencial para a segurança alimentar (FAO, 2012). Contudo a qualidade das culturas está relacionada com o sistema de cultivo (ORSINI et al., 2016).

Um sistema alimentar sustentável, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) é aquele que fornece alimentos

acessíveis para todos e em que a gestão dos recursos naturais preserve os ecossistemas para atender não só a necessidades humanas atuais e futuras, mas também a entrega de produtos alimentares econômicos, ambientais e nutricionais, tornando a integrado da agricultura com a nutrição fundamental para a melhoria do funcionamento dos sistemas alimentares e garantia de uma boa nutrição, que por sua vez é a base para o desenvolvimento físico, cognitivo e bem-estar dos seres humanos (FAO, 2017).

Os sistemas agrícolas convencionais com o uso intenso dos solos e das águas subterrâneas provocam profundas consequências para os ecossistemas do mundo e sua capacidade de preservação à biodiversidade, comprometendo a produção de alimentos nutritivos, gerando insegurança alimentar (CHAPPELL e LA VALLE, 2011).

Os cultivos agroecológicos buscam uma nova forma de produção que envolve a transformação de prática agrícolas com participação de agricultores em processos locais de produção com inovação de conhecimento buscando sistemas agrícolas sustentáveis (LACOMBE e HAZARD, 2018). Essas diferentes formas de cultivo influenciam na qualidade das hortaliças e conseqüentemente na segurança alimentar e nutricional com observado por diversos autores: ARAÚJO et al., 2014; LAHOZ et al., 2016; DAS et al., 2017; LOMBARDO et al., 2017; KAPOULAS et al., 2017; PRADEEPKUMAR et al., 2017; SILVA et al.; 2018).

O restabelecimento da racionalidade mais ecológica na produção agrícola, abrangendo todos os elementos ambientais e humanos e suas inter-relações, promovida pelos sistemas de produção agroecológico, proporcionam um ambiente equilibrado, com alimentos saudáveis e conservando a fertilidade do solo, demandando para isso um manejo com intensificação da ciclagem de nutrientes e de matéria orgânica, otimização dos fluxos de energia, conservação da água e do solo e o equilíbrio das população de pragas e doenças (ALTIERI, 2012).

4. QUALIDADE QUÍMICA DAS HORTALIÇAS

A qualidade das culturas hortícolas está relacionada com o processo de cultivo que, em um dado ambiente, pode aumentar a concentração de nutrientes na planta (ORSINI et al., 2016). Os estudos demonstram que os insumos agrícolas utilizados na produção de hortaliças interferem na composição das plantas em relação ao valor nutricional (HERENCIA et al., 2011; YU et al., 2018); teores de minerais (SOFO et al., 2016; KAPOULAS et al., 2017; POPA et al., 2018); nitratos (PAVLOU et al., 2007; KONRDÖRFER et al., 2014) e metais pesados (KREJCOVÁ et al., 2016; SCHWEIZER et al., 2018).

Os teores de minerais presentes na composição das culturas hortícolas são influenciados por numerosos fatores como genótipo de planta, propriedades do solo, composição dos fertilizantes, condições e interações dos nutrientes (HERENCIA et al., 2011). Os macroelementos encontrados nesses vegetais são essenciais para o funcionamento do organismo, realizando funções como: formação de ossos e tecidos, absorção de glicose e proteínas e dilatação dos vasos sanguíneos (Ca e Mg); participação da composição de proteínas hemoglobina e mioglobina necessárias para o transporte de oxigênio (Fe) e atuação no crescimento e sistema imunológico (Zn, Cu, Co, Mo, Mn e Se) (ALI e AL-QAHTANI, 2012; ALZHRAN et al., 2017).

O consumo máximo de mineral para atender às necessidades diárias da maior parte dos indivíduos ou grupo de pessoas de uma população sadia é denominada de Ingestão Diária Recomendada (IDR), tendo os seus limites estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária por meio da Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (ANVISA, 2005), conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Ingestão diária máxima de minerais.

Nutrientes	Unidades	Adulto
Cálcio	mg/d	1000
Ferro	mg/d	14
Magnésio	mg/d	260
Zinco	mg/d	7
Fósforo	mg/d	700
Cobre	mcg/d	900
Selênio	mcg/d	34
Molibdênio	mcg/d	45
Cromo	mcg/d	35
Manganês	mg/d	2,3

Fonte: ANVISA, 2005.

Entre as práticas adotadas nos sistemas de cultivo, a adubação mineral dos vegetais apresenta importância fundamental no equilíbrio dos macros e micronutrientes nas plantas. Os minerais nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (CHITARRA e CHITARRA, 2005) exercem funções primordiais no crescimento vegetativo e formação de novas folhas, caules, raízes, expansão da área fotossintética ativa e elevação do potencial produtivo das culturas hortícolas (Quadro 1)

Quadro 1. Nutrientes e suas funções nos tecidos vegetais.

Nutrientes	Função
Nitrogênio	Síntese proteica.
Fósforo	Armazenamento e utilização de energia química.
Potássio	Ativador de enzimas; controle de abertura e fechamento de estômatos; transporte de carboidratos.
Cálcio	Funcionamento de membranas celulares, estrutura das paredes celulares; transporte de carboidratos das folhas para as raízes.
Magnésio	Estrutura da molécula de clorofila; ativação de reações enzimáticas; auxílio na absorção e translocação de fósforo.
Enxofre	Estrutura de aminoácidos, óleos e proteínas; ativação de enzimas proteolíticas.
Boro	Regulação de membranas e paredes celulares; divisão e expansão celulares.
Cobre	Ativação de enzimas
Ferro	Formação da clorofila; absorção de nitrogênio; ativação de enzimas
Molibdênio	Absorção, transporte e fixação de nitrogênio
Manganês	Crescimento vegetal e fotossíntese

Fonte: CHITARRA e CHITARRA, 2005.

Os fertilizantes químicos fornecem nutrientes que são mais facilmente solubilizados na solução do solo, tornando-se disponíveis as plantas. As fontes orgânicas proporcionam nutrição mais equilibrada pela disponibilização mais lenta e estável dos nutrientes, resultando em fornecimento durante todo o ciclo fenológico da cultura (RAKSHIT et al., 2008). O uso crescente de fertilizantes nitrogenados contribui no aumento do teor de nitrato nos vegetais aumentando as preocupações sobre os efeitos na dieta da população (BAHADORAN et al., 2015). No entanto, o uso de altas concentrações de matéria orgânica também pode elevar os teores de nitratos nos vegetais, como observado por Kapoulas et al. (2017) em estudo com plantas de alface.

A principal fonte de contaminação por nitrato na alimentação humana (cerca de 80 a 95% de ingestão diária de nitrato) é atribuída aos vegetais verdes como a alface (BAHADORAN et al., 2015). Os prejuízos à saúde humana ocorre quando o nitrato após ingerido é reduzindo a nitrito no organismo humano, podendo se combinar com as amins e formar compostos carcinogênicos (BUTLER, 2015); provocar a redução da captação de iodo pela glândula da tireoide, ocasionando o bócio e hipertireoidismo (BAHADORAN et al., 2015); produzir metahemoglobina, quando o nitrito reage com a hemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio, provocando insuficiência de oxigênio do sangue (hipoxemia) (CHAN, 2011; BEDALE et al., 2016).

O acúmulo de nitrato acontece de forma natural quando absorção é maior que a assimilação pela planta, concentrando-se nas folhas, mais especificamente em vacúolos das células do mesófilo, por isso a importância do seu estudo em hortaliças folhosas (POPA et al., 2018). A absorção e concentração de nitrato nas plantas é influenciada pelas formas de cultivo, variedade e idade da planta, clima, tipo e quantidade de adubação e tempo de colheita (WANG et al., 2017; ALMASI et al., 2018; DING et al., 2018).

Yu et al. (2018) em estudo comparativo observaram que o uso de adubação orgânica em substituição a mineral reduz os níveis de nitrato em plantas na ordem de 20 a 50%. Kapoulas et al. (2017) constataram maiores teores de nitrato em alface em comparação com a cebola, variando também em função da estação do ano. Herencia et al. (2011) encontraram concentrações significativamente menores de nitrato em alface adubadas organicamente em comparação às plantas adubadas com fertilizante mineral.

Margenat et al. (2018) observaram influência do local de cultivo nos teores de nitrato em plantas de alface. Manojlović et al. (2017) relataram que a aplicação de esterco de curral aumentou a concentração de nitrato nas folhas de alface.

A contaminação e acúmulo de metais pesados (As, Cd, Cr, Hg e Ba) em hortaliças sobre influência dos fatores de produção como solo (ALI e AL-QAHTANI, 2012), água de irrigação (MAHMOOD e MALIK, 2014), fertilizantes (CORGUINHA et al., 2015) e pesticidas, podendo comprometer a saúde da população por ocasionar danos a vários órgãos humanos, mesmo em baixas concentrações (HADAYAT et al., 2018).

O consumo diário de vegetais contaminados pode levar ao acúmulo de metais pesados no fígado e nos rins dos seres humanos provocando um mal funcionamento desses órgãos (MAHMOOD e MALIK, 2014). De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013 os limites de metais pesados para hortaliças folhosas são de 0,30 mg.kg⁻¹ para As e Pb e 0,20 mg.kg⁻¹ para o Cd (ANVISA, 2013).

Os estudos sobre traços de metais pesados foram relatados em vegetais folhosos (BI et al., 2018); batatas (CORGUINHA et al., 2015), quiabo (MAHMOOD e MALIK, 2014) e frutas (ALZHRANI et al., 2017). Ali e Al-Qahtani (2012) observaram maiores concentrações de metais pesados em hortaliças folhosas em comparação às hortaliças tuberosas, herbáceas e fruto, demonstrando a importância do controle dos processos produtivos das hortaliças folhosas, principalmente porque são consumidas preferencialmente *in natura*.

4.1 Parâmetros Utilizados para Avaliar a Qualidade Nutricional das Hortaliças

Na determinação o conteúdo de umidade e teores de cinzas e comumente utilizando o método gravimétrico (SHEN et al., 2013). Os teores de proteínas totais podem ser determinados pelo método de Kjeldahl que baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico p.a. e posterior destilação com liberação da amônia que é fixada em solução ácida e titulada, o teor de proteína e dada multiplicando o valor do nitrogênio total por 6,25 para material vegetal (AOAC, 2016).

O conteúdo de lipídios pode ser quantificado pela extração contínua em aparelho de Soxhlet, usando éter como solvente (AOAC, 2016). A fibra bruta pode

ser determinada por métodos gravimétricos com extração a quente em ácido sulfúrico e hidróxido de sódio seguindo de filtração e pesagem (AOAC, 2016).

Os metais pesados podem ser determinados pelo método SW-846, 3051 da United States Environmental Protection Agency - USEPA, que se baseia na extração pela utilização de ácido concentrado e aquecimento em micro-ondas (USEPA, 2007). O teor de nitrato pode ser quantificados em amostras de vegetais secas por diferentes metodologias: coluna redutora contendo cádmio; destilação em microdestilador Kjeldahl, complexação do ácido salicílico pelo íon nitrato e mistura redutora contendo Zn, sendo que a diferenciação dos métodos se dá pelo custos e eficiência na quantificação do nitrato no tecido vegetal (MANTOVANI et al., 2005).

5. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS HORTALIÇAS

No cultivo de hortaliças o emprego da adubação orgânica é uma importante fonte de reposição dos nutrientes no solo e nas plantas, contudo, também é uma das principais causas de contaminação com patógenos entéricos (KUAN et al., 2017), pois as fezes dos animais podem abrigar microrganismos como *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* (MAFFEI et al., 2016). Além disso, a utilização de esterco mal compostado pode contaminar o solo e a água utilizada na irrigação das hortaliças (HOLVOET et al., 2014; NIGUMA et al., 2017).

A contaminação das hortaliças pode acontecer em todas as etapas do processo produtivo (PANG et al., 2018), contudo, a maioria dos estudos realizados avaliaram as hortaliças prontas para o consumo (KLINGBEIL et al., 2016; MAFFEI et al., 2016; NOUSIAINEN et al., 2016; IBANEZ e ALLEND et al., 2017; ZHANG e YANG, 2017) desconsiderando fatores de cultivo como solo, água de irrigação e os fertilizantes orgânicos que contribuem para ocorrência de contaminações.

Estudos demonstram que a *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* podem sobreviver por longos períodos no estrume dependendo das condições ambientais (OLAIMAT e HOLLEY, 2012). Os vários autores relatam que a contaminação microbiológica de hortaliças é um importante fator de risco para

saúde humana (MAISTRO et al., 2012; CEUPPENS et al., 2014; HOLVOET et al.; 2014; DENIS et al., 2016; MAFFEI et al., 2016; SSEMANDA et al., 2017).

A *Escherichia coli* é um microrganismo encontrado normalmente na flora intestinal de humanos e animais, o risco de infecção gastrointestinais aumenta quando a contaminação acontece pelas estirpes enterohemorrágicas. As estirpes de *E. coli* O157: H7 pode causar doença hemorrágica e morte em humanos (ISLAM et al., 2004). A *Salmonella* sp, por outro lado, é o principal microrganismo envolvido em sintomas de contaminação gastrintestinal que normalmente aparecem entre 06 a 48 horas após a contaminação, e incluem febre, dor de cabeça, cólicas abdominais, diarreias, náuseas e vômitos (SILVA et al., 2017).

As hortaliças folhosas se destacam como uma importante fonte transmissora de doenças entéricas pela produção em contato como o solo, água de irrigação e adubos animais, e principalmente em virtude da sua forma de consumo preferencialmente *in natura* (QUANSAH et al., 2018; SANTARELLI et al. 2018; SZCZECH et al., 2018).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001 estabelece o limite de 102 UFC.g⁻¹ de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp em 25 g de amostras de hortaliças (ANVISA, 2001).

Além das determinações preconizadas pela ANVISA, são realizadas outras análises para avaliar a qualidade microbiológica das hortaliças, como determinação de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras. A quantificação das bactérias aeróbias mesófilas fornecem informações sobre a matéria prima, qualidade das práticas de produção, manipulação e vida de prateleira, enquanto que a contagem dos bolores e leveduras indica a deterioração dos alimentos e produção de metabolitos tóxicos que são perigosos à saúde humana (MAFFEI et al., 2013; SILVA et al., 2017).

5.1 Avaliação da Qualidade Microbiológicas das Hortaliças

Os microrganismos aeróbios mesófilos abrangem bactérias, fungos, vírus e protozoários. A contagem é realizada pelo método ISO 48331 que consiste na deposição de uma quantidade da amostra em placas de Petri contendo o meio de cultura, ágar de contagem total (Plate Count Agar–PCA), seguida da incubação em condições anaeróbicas a 30°C por 72 horas. A contagem do número de

microrganismos por gramas ou número de microrganismo por mililitros de amostras é realizado a partir do número de colônias crescidas nas placas (ISO, 2013).

As leveduras são microrganismos mesófilos que após cultivadas a 25°C utilizando o meio de cultura ágar Batata Dextrose (BDA), desenvolvem colônias redondas mate ou brilhantes na superfície do meio, geralmente com o contorno regular e uma superfície mais ou menos convexas. Os bolores por sua vez são microrganismos filamentosos aeróbios mesófilos que crescem na superfície do meio de cultura ágar Batata Dextrose (BDA), apresentando, geralmente disseminação plana ou fofa dos propágulos ou colônias com estruturas, frequentemente coloridas. Na contagem de bolores e leveduras em alimentos com a atividade de água maior que 0,95 é utilizado o método ISO 21527-1. A técnica consiste em inocular diluições das amostras em meio seletivo e incubar aerobicamente a 25°C por um a cinco dias. O número de leveduras e bolores por grama ou por mililitro de amostra é calculado a partir do número de colônias crescidas nas placas (ISO, 2008).

A *E. coli* está incluída tanto no grupo dos coliformes totais quanto no grupo dos coliformes termotolerantes, podendo habitar no trato intestinal de animais de sangue quente, bem como, em reservatórios ambientais. Dentre as técnicas de determinação da *E. coli* em alimentos está o método de plaqueamento descrito pela American Public Health Association (APHA) que consiste na inoculação das amostras em Ágar Vermelho Violeta Bile (VRB) a 35°C por 18 a 24 horas e contagem presuntiva de *E. coli* em Caldo EC a 44°C por 24 horas (SILVA et al., 2017).

A *Salmonella* sp pode estar presente em pequenas quantidades ou acompanhadas de outras Enterobactérias. A determinação da *Salmonella* sp é realizada em quatro etapas de acordo com o método ISO 6579-1: pré-enriquecimento em meio líquido não seletivo (a água peptonada tamponada é inoculada à temperatura ambiente com a porção de teste e em seguida é incubada a 37 ° C ± 1 ° C por 18 h ± 2 h); enriquecimento em meio líquido seletivo (caldo Rappaport-Vassiliadis (RVS) é incubado a 41,5 ° C ± 1 ° C por 24 h ± 3 h e o caldo Tetrionato (TT) a 37 ° C ± 1 ° C por 24 h ± 3 h); plaqueamento e identificação das culturas obtidas nos dois meios sólidos seletivos são inoculados a 37 ° C ± 1 ° C e examinado após 24 h ± 3 h com ágar Desoxicolato de Lisina

Xilose (ágar XLD), confirmação e identificação (as colônias presumíveis de *Salmonella spp* são subcultivadas, depois plaqueadas e sua identidade e confirmação é realizada por meio de testes bioquímicos e sorológicos) (ISO, 2017).

6. SISTEMAS DE CULTIVO

A agricultura moderna historicamente surgiu entre os séculos XVIII e XIX, a partir de novas descobertas científicas e avanços tecnológicos, como fertilizantes químicos, melhoramento genético das plantas e motores de combustão interna que possibilitaram a produção de alimentos em larga escala. Além disso, as descobertas do químico alemão Justus Von Liebig (1803-1873) que demonstrou, com base em experimentos laboratoriais, que a nutrição das plantas se dá essencialmente por substâncias químicas presentes no solo (quimismo), desprezando o papel da matéria orgânica, impulsionou o mercado de fertilizantes sintéticos (EHLERS, 1999).

As práticas de cultivo convencional foram responsáveis por aumentos significativos de produção das culturas agrícolas, mas contribuiu para muitos problemas ambientais como compactação do solo, erosão, modificação na biomassa microbiana do solo, perda de matéria orgânica, poluição da água, ar e solo, surgimento de novas pragas e doenças, contaminação de alimentos e agricultores, dentre outros (EHLERS, 1999; SOUZA et al., 2011).

Assim, os sistemas de produção agroecológicas surgem em resposta aos questionamentos da sociedade sobre os problemas ambientais que estavam ocorrendo, como resultado dos sistemas convencionais de produção agrícola. Dentre os sistemas alternativos, cita-se o orgânico criado entre os anos de 1925 e 1930 a partir dos estudos de Sir Albert Howard, pesquisador inglês, com a publicação das obras *Manufacture of Húmus by Indore Process* e na *Agricultural Testament*. Contudo, em virtude da visão contrária a quimista que predominava no meio agrônômico na época, sofreu rejeição por parte dos pesquisadores. Só a partir da década de 60 com o aumento da preocupação ambiental e do consumo de alimentos saudáveis seus estudos ganharam repercussão, sendo Howard, considerado o “pai da agricultura orgânica” (EHLERS, 1999).

No entanto, para ser considerado um sistema orgânico de produção agrícola, existem critérios rigorosos e onerosos que os produtores têm que cumprir o que torna para muitos, inviável a implantação de cultivos orgânicos certificados. A produção orgânica no Brasil representa apenas 0,2% do total de terras cultivadas, cerca de 750.000 há, enquanto na Argentina estas áreas representam 7,0% (IFOAM, 2017). Por esta razão, muitos sistemas de cultivos são classificados como agroecológicos quando segundo Altieri (2004) se baseiam na manutenção da produtividade agrícola com o mínimo possível de impactos ambientais.

Nestes cultivos, são adotadas práticas como policultivos e criação de animais com o aproveitamento dos dejetos para adubação orgânica, rotação de culturas, uso de defensivos alternativos, dentre outras (LACOMBE et al., 2018).

A agroecologia representa fundamentos metodológicos e tecnológicos que buscam sistemas de produção resilientes, energeticamente eficientes, biodiversos e socialmente justos (CHAVARRIA et al., 2018).

As interações agroecológicas se baseiam na rotação de cultura, adição de matéria orgânica na forma de adubos verdes e estrumes animais, além de evitar o uso de fertilizantes sintéticos e pesticidas, contribuindo assim para a redução da contaminação do meio ambiente, principalmente com N e P, aumento da matéria orgânica do solo, diminuição da erosão, manutenção dos níveis de nutrientes no solo, redução dos custos com fertilizantes químicos e a reciclagem dos resíduos orgânicos (NICOLETTO et al., 2014; XIN et al., 2018).

Essas diferentes formas de manejo influenciam na qualidade do solo (NESBITT e ADL, 2014; ARNHOLD et al., 2014; ASKARI e HOLDEN, 2015; CHOCANO et al., 2016; SCHWEIZER et al., 2018) e das plantas (ARAÚJO et al., 2014; LAHOZ et al., 2016; LOMBARDO et al., 2017; DAS et al., 2017; KAPOULAS et al., 2017; PRADEEPKUMAR et al., 2017; SILVA et al., 2018). Em função disso, estudos que avaliam esses efeitos são importantes para entender e aprimorar os conhecimentos existentes.

7. QUALIDADE DO SOLO

O solo é um recurso natural não renovável, pois, uma vez degradado o processo de regeneração é extremamente lento, por isso a manutenção da sua qualidade é de primordial importância para garantir a produção agrícola e pecuária, bem como no fornecimento de serviços ecossistêmicos para a sociedade global (MI et al., 2018).

A qualidade do solo implica na sua capacidade de funcionar como sistema vivo, sustentando a produtividade de plantas e animais, dentro dos limites do ecossistema, sem comprometer a qualidade ambiental, exercendo função primordial no atendimento às necessidades básicas da humanidade como a produção de alimentos e a preservação da biodiversidade, tornando a manutenção da sua qualidade fundamental para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar (DORAN E ZEISS, 2000; OBADE E LAL, 2016; VINCENT et al., 2018).

A avaliação da influência do manejo sobre a qualidade do solo necessita incluir valores de referências, pois os solos reagem lentamente às mudanças no uso da terra (BÜNEMANN et al., 2018). O estudo dos atributos químicos do solo pode contribuir para avaliar a eficiência do manejo na sustentabilidade dos sistemas agrícolas (NESBITT E ADL, 2014), pois o cultivo pode afetar a qualidade do solo de várias maneiras (RAIESI e KABIRI, 2016).

A qualidade do solo é a base para o desenvolvimento da agricultura que pode ser avaliada através de indicadores sensíveis ao manejo e que demonstram a capacidade do solo de sustentar e promover a qualidade ambiental (GONG et al., 2015; LISBÔA et al., 2016; PANICO et al., 2018). Os indicadores de qualidade do solo não podem ser específicos para um determinado tipo de solo e nem ser influenciados por condições climáticas de curto prazo, a fim de serem usados para monitorar as condições dos solos de forma geral (ASKARI e HOLDEN, 2015).

As propriedades químicas dos solos como pH, CTC, teor de matéria orgânica e nutrientes e condutividade elétrica (OBADE E LAL, 2016; PÂNICO et al., 2018) são utilizados como indicadores químicos de qualidade dos solos. Esses parâmetros são utilizados para avaliar a aptidão dos solos em fornecer nutrientes para as plantas e/ou impedir a absorção de aditivos químicos pela sua capacidade tamponante (PINTO et al., 2014; MI et al., 2018). Bünemann et al. (2018) em estudo comparativo relataram que o teor de matéria orgânica, carbono

orgânico total, seguidos dos teores de fósforo disponível, textura, teores de potássio e nitrogênio total são os indicadores químicos e físicos mais utilizados para a avaliação da qualidade do solo.

O teor de carbono orgânico nos solos representa um importante fator para a regulação do clima (WIESMEIER et al., 2019), sofrendo influência da adição de resíduos orgânicos e pelas raízes das plantas cultivadas e seus exsudados (DAS et al., 2017). A concentração de carbono orgânico do solo reflete à dinâmica da biota do solo e desempenha um papel importante na fertilidade, disponibilidade de água e estabilidade dos agregados, constituindo num atributo chave que indica uma maior capacidade de troca catiônica (CTC) e disponibilidade de nutrientes para as plantas (OBADE E LA, 2016; MI et al., 2018).

O pH do solo é um componente fundamental que interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas, sendo influenciado pelas práticas de manejo como a aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos (BAI et al., 2018). Com o aumento dos teores de sais no solo as raízes das plantas absorvem água da solução do solo com maior dificuldade, interferindo no desenvolvimento da planta, podendo ser agravada sob condições de clima mais seco (BERNERT et al., 2015).

O teor de sais no solo é determinado pelo extrato saturado do solo e recebe o nome de condutibilidade elétrica (CE), sendo que cada cultura possui um limite de tolerância a salinidade onde não há perda de produtividade. Para as culturas hortícolas esse índice varia, sem perda de produtividade, de 0,7 a 2,7 dS.m⁻¹ de acordo do Maynard e Hochmuth (2007).

A textura do solo representa a proporção de areia, silte e argila, sendo um dos fatores que indicam o armazenamento de carbono orgânico do solo, pois a fração mineral fina contém grande parte do carbono orgânico total da maioria dos solos (WIESMEIER et al., 2018).

7.1 Atributos Usados para Determinar a Qualidade Química e Física dos Solos

Os métodos comumente utilizados para medir os atributos químicos de qualidade do solo são: pH por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido (água ou CaCl₂); fósforo (P) por colorimetria com solução de Mehlich; potássio por espectrofotômetro de emissão atômica com solução de Mehlich;

cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por espectrofotômetro de emissão atômica e extração com solução de KCl 1mol.L^{-1} ; alumínio com extração com solução de KCl 1mol.L^{-1} e titulometria com NaOH; acidez potencial (H+Al) por titulometria e extração com solução acetato de cálcio ($0,5\text{ mol.L}^{-1}$); nitrogênio total pelo método de Kjeldahl; sulfato (S-SO₄) por colorimetria solução de fosfato de cálcio $0,01\text{ mol.L}^{-1}$ (EMBRAPA, 2017).

O carbono orgânico total é determinado pela oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de sódio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido. A condutibilidade elétrica mede a velocidade com que água se movimenta no solo e é determinada por meio da leitura direta do extrato saturado em condutivímetro (EMBRAPA, 2017).

A classificação granulométrica adotada no Brasil é a United States Department of Agriculture (USDA) que é determinada pelo método densiométrico de Bouyoucos que se baseia na quantidade de sólidos em suspensão e considera: a fração areia total (partículas entre 0,05 a 2 mm); a fração silte (partículas entre 0,002 a 0,05 mm) e a fração argila (partículas < 0,002 mm) (USDA, 2004).

8. ANÁLISE MULTIVARIADA

A análise multivariada define um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais diversas variáveis são medidas simultaneamente em cada elemento amostral, englobando dentre esses métodos a análise de componentes principais (ACP) e análises de agrupamentos ou análise de Cluster (AAH) que consistem em técnicas exploratórias de simplificação de variabilidade dos dados (MINGOTI, 2017).

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica usada para transformar as variáveis originais em latentes, de maneira que as semelhanças e diferenças possam ser observadas reduzindo a dimensionalidade sem perder informações (SOUZA et al., 2016). O primeiro componente principal (CP1) representa a maior variação dos dados e o CP2 demonstra a variação máxima não explicada por PC1 (OLIVEIRA et al., 2014).

A análise de agrupamento hierárquico ou análise de Cluster (AAH) caracteriza similiaridades entre as amostras por meio do exame da distância entre os pontos de todos os possíveis pares da amostra no espaço amostral alto, utilizando o dendograma para representar os resultados em grupos (OLIVEIRA et al., 2014; SOUZA et al., 2016).

Essas ferramentas estatísticas têm sido utilizadas para avaliação a qualidade das hortaliças e do solo.

Souza et al. (2016) avaliaram a composição química de amostras de frutapão (*Artocarpus altilis*) cruas, cozidas no fogão e no micro-ondas de diferentes localidades por meio da ACP e AHH. Oliveira et al. (2014) determinaram a composição química de frutos de maxixe (*Cyclanthera pedata*) de diferentes localidades e utilizaram a técnicas multivariadas e ACP e AHH para detectar as diferenças entre as amostras. Margenat et al. (2018) estudaram a ocorrência de contaminantes no solo e folhas de alface de quatro campos agrícolas na área periurbana da cidade de Barcelona realizando a ACP. Oliveira et al. (2010) avaliaram a composição microbiológicas de plantas de alface em sistemas orgânicos e convencionais usando ACP.

Zuber et al. (2017) utilizaram a ACP para variar os parâmetros do solo de dois locais que foram sensíveis ao manejo. Bretzel et al. (2016) analisaram diferença na qualidade do solo de duas áreas destinadas a produção de hortaliça

por meio da análise de componentes principais. Purcena et al. (2014) avaliaram o efeito do manejo orgânico e convencional na qualidade físico-química dos solos do cerrado brasileiros aplicando a ACP.

REFERÊNCIAS

ALI, M. H. H.; AL-QAHTAN, K. M. Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets. **Egyptian Journal of Aquatic Research**. v. 38, p. 31–37. 2012.

ALMASI, A.; MOHAMMADI, M.; DARGAHI, A.; AMIRIAN, F.; MOTLAGH, Z. J.; AHMADIDOUST, G.; NOORI, M. Nitrogenous Contamination in Iranian Vegetables: A Review. **Polish Journal of Environmental Studies**. v. 27, n. 6, p. 2405-2016, 2018.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para a agricultura sustentável**. Guaíba: Editora Expressão Popular, 2004, 592p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 400p.

ALZHRANI, H. R.; KUMAKLI, H.; AMPIAH, E.; MEHARI, T.; THORNTON, A. J.; BABYAK, C. M.; FAKAYODE, S. O. Determination of macro, essential trace elements, toxic heavy metal concentrations, crude oil extracts and ash composition from Saudi Arabian fruits and vegetables having medicinal values. **Arabian Journal of Chemistry**. v. 10, p. 906–913, 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS 2018-2019. **Um presente para você: hortifruti no Brasil de cara nova**. Edição especial, v. 17, n. 185, 2018. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>. Acesso em: 17 de outubro de 2019.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Brasília: ANVISA, 2001.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Brasília: ANVISA, 2013.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Resolução - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Brasília: ANVISA, 2005.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, 2016. 1141p.

ARAÚJO, D. F.; SILVA, A. M. R. B.; LIMA, L. L. A.; VASCONCELOS, M. A. S.; ANDRADE, S. A. C.; SARUBBO, L. A. The concentration of minerals and physico chemical contaminants in conventional and organic vegetables. **Food Control**. v. 44, p. 242-248, 2014.

ARNHOLD, S.; LINDNER, S.; LEE, B.; MARTIN, E.; KETTERING, J.; NGUYEN, T. T.; KOELLNER, T.; OK, Y. S.; HUWE, B. Conventional and organic farming: soil erosion and conservation potential for row crop cultivation. **Geoderma**. v. 219–220, p. 89–105, 2014.

ASKARI, M. S.; HOLDEN, M. N. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems. **Soil & Tillage Research**. v. 150, p. 57–67, 2015.

BAHADORAN, Z.; MIRMIRAN, P.; GHASEMI, A.; KABIR, A.; AZIZI, F.; HADAEGH, F. Is dietary nitrate/nitrite exposure a risk factor for development of thyroid abnormality? A systematic review and meta-analysis. **Nitric Oxide**. v. 47, p. 65–76, 2015.

BAI, Z.; CASPARI, T.; GONZALEZ, M. R.; BATJES, N. H.; MÄDER, P.; BÜNEMANN, E. K.; GOEDE, R.; BRUSSAARD, L.; XU, M.; FERREIRA, C. S.; REINTAM, E.; FAN, H.; MIHELIČ, R.; GLAVAN, M.; TÓTH, Z. Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 265, p. 1–7, 2018.

BARRETO, R. M. Bahia 2000-2013. **Estudos Estados Brasileiros**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2014. 152p.

BEDALE, W.; SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**. v. 120, p. 85–92, 2016.

BERNERT, M, R.; ESCHEMBACK, V.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A, S.; POTT, C. A. Características do pH e condutividade elétrica no manejo de fertirrigação. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 8, n. 1, p. 80-87, 2015.

BI, C.; ZHOU, Y.; CHEN, Z.; JIA, J.; BAO, X. Heavy metals and lead isotopes in soils, road dust and leafy vegetables and health risks via vegetable consumption in the industrial areas of Shanghai, China. **Science of the Total Environment**. v. 619–620, p. 1349–1357, 2018.

BRETZEL, F.; CALDERISI, M.; SCATENA, M.; PINI, R. Soil quality is key for planning and managing urban allotments intended for the sustainable production of home-consumption vegetables. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 23, p. 17753–17760, 2016.

BÜNEMANNA, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DE DEYN, G.; GOEDEB, R.; FLESKENS, L.; GEISSEN, V.; KUYPER, T. W.; MÄDERA, P.; PULLEMAN, M.; SUKKEL, W.; VAN GROENIGEN, J. W.; BRUSSAARD, L. Soil quality: a critical review. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 120, p. 105–125, 2018.

BUTLER, A. Nitrites and nitrates in the human diet: carcinogens or beneficial hypotensive agents? **Journal of Ethnopharmacology**. v.167, p. 105–107, 2015.

CEUPPENS, S.; HESSEL, C. T.; RODRIGUE, R. Q.; BARTZ, S.; TONDO, E. C.; UYTENDAELE, M. Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**. v. 181, p. 67–76, 2014.

CHAN, T. Y. K. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. **Toxicology Letters**. v. 200, p. 107–108, 2011.

CHAPPELL, M. J.; LAVALLE, L. A. Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. **Agriculture and Human Values**. v. 28, p. 3-26, 2011.

CHAVARRIA, D. N.; BRANDAN, C. P.; SERRI, D. L.; MERILES, J. M.; RESTOVICH, S. B.; ANDRIULO, A. E.; JACQUELIN, L. GILA, S. V. Response of soil microbial communities to agroecological versus conventional systems of extensive agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 264, p. 1-8, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia do manuseio**. 2 ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785p.

CHOCANO, C.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ, D.; AGUILAR, J. M.; HERNÁNDEZ, T.; Organic plum cultivation in the Mediterranean region: The medium-term effect of five different organic soil management practices on crop production and microbiological soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 221, p. 60–70, 2016.

CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. **Revista de Saúde Pública**. v. 44. p. 1014-20, 2010.

CORGUINHA, A. P. B.; SOUZA, G. A.; GONCALVES, V. C.; CARVALHO, C. A.; LIMA, W. E. A.; MARTINS, F. A. D.; YAMANAKA, C, H.; FRANCISCO, E. A. B.; GUILHERME, L. R. G. Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 37, p. 143–150, 2015.

DAS, A.; PATEL, D. P.; KUMAR, M.; RAMKRUSHNA, G. I.; MUKHERJEE, A.; LAYEK, J.; NGACHAN, S. V.; BURAGOHAJIN, J. Impact of seven years of organic farming on soil and produce quality and crop yields in eastern Himalayas, India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 236, p. 142–153, 2017.

DENIS, N.; ZHANG, H.; LEROUX, A.; TRUDEL, R.; BIETLOT, H. Prevalence and trends of bacterial contamination in fresh fruits and vegetables sold at retail in Canadá. **Food Control**. v. 67, p. 225-234, 2016.

DING, Z.; JOHANNINGSMEIER, S. D.; PRICE, R.; REYNOLDS, R.; TRUONG, V. D.; PAYTON, S. C.; BREIDT, F. Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. **Food Control**. v. 90, p. 304-311, 2018.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**. v. 15, p. 3–11, 2000.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2017. 574p.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **América Latina e o Caribe: panorama da segurança alimentar, nutricional e sistemas alimentares sustentáveis para acabar com a fome e a má nutrição**. FAO, Santiago, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i6977o.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Criar cidades verdes**. Roma: FAO, 2012. 20p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1610p/i1610p00.pdf>. Acesso em: 25 de agosto de 2019.

FIGUEIRA, T. R.; LOPES, A. C. S.; MODENA, C. M. Barreiras e fatores promotores do consumo de frutas e hortaliças entre usuários do Programa Academia da Saúde. **Revista de Nutrição**. v. 29, n. 1, p. 85-95, 2016.

FIGUEIREDO, I. C. R.; JAIME, P. C.; MONTEIRO, C. A. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos da cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. v. 42. p. 777-85, 2008.

GONG, L.; RAN, Q.; HE, G.; TIYIP, T. A soil quality assessment under different land use types in Keriya river basin, Southern Xinjiang, China. **Soil & Tillage Research**. v. 146, p. 223–229, 2015.

HADAYAT, N.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, E.; HAN, L.; HUSSAIN, M.; LIU, X.; MA, L. Q. Assessment of trace metals in five most-consumed vegetables in the US: conventional vs. organic. **Environmental Pollution**. v. 243, p. 292-300, 2018.

HERENCIA, J. F.; GALAVÍS, P. A. G.; DORADO, J. A. R.; MAQUEDA, C. Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. **Scientia Horticulturae**. v. 129, p. 882-888, 2011.

HOLVOET, K.; SAMPERS, I.; SEYNNAEVE, M.; UYTENDAELE, M. Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production. **International Journal of Food Microbiology**. v. 171, p. 21–31, 2014.

IBANEZ, C. I.; GIL, M. I.; ALLENDE, A. Ready-to-eat vegetables: current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain. **Food Science and Technology**. v. 85, p. 284-292, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário, 2017**. Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619>. Acesso em: 30 de agosto de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico, 2018**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama>. Acesso em: 21 de agosto de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150p.

IFOAM – Organics International. **The world of organic agriculture statistics and emerging trends**. 2017. Disponível em: <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/785/?ref=1>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

ISLAM, M.; DOYLE, M. P. D.; PHATAK, S. C.; MILLNER, P.; JIANG, X. Persistence of enterohemorrhagic escherichia coli O157:H7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. **Journal of Food Protection**. v. 67, n. 7, p. 1365–1370, 2004.

ISO. International Standard. **Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds**. ISO 21527-1, p. 1-2, 2008.

ISO. International Standard. **Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli***. ISO 7251, 2005. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7251:ed-3:v1:en>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2019.

ISO. International Standard. **Microbiology of the food chain: horizontal method for the enumeration of microorganisms**. ISO: 4833-2, p. 1-4, 2013.

ISO. International Standard. **Microbiology of the food chain: horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella***. ISO: 6579-1, 2017. 48p.

JAIME, P. C.; FIGUEIREDO, I. C. R.; MOURA, E. C.; MALTA, D. C. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil, 2006. **Revista de Saúde Pública**. v. 43, p. 57-64, 2009.

JORGE, M. I. E.; MARTINS, I. S.; ARAÚJO, E. A. C. Diferenciais socioeconômicos e comportamentais no consumo de hortaliças e frutas em mulheres residentes em município da região metropolitana de São Paulo. **Revista de Nutrição**. v. 21, p. 695-703, 2008.

KAPOULAS, N.; KOUKOUNARAS, A.; ILIC, Z. S. Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. **Scientia Horticulturae**. v. 219, p. 310–318, 2017.

KLINGBEIL, D. F.; MURTADA, M.; KURI, V.; TODD, E. C. D. Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. **Food Control**. v. 62, p. 125–133, 2016.

KONRDÖRFER, K.; WEIZENMANN, M.; KREUTZ, D. H.; MACIEL, M. J.; SOUZA, C. F. V.; LEHN, D. N. Quantificação de minerais, nitratos e nitritos em hortaliças orgânicas e convencionais. **Revista de Ciência Exatas Aplicadas e Tecnologias – CIATEC**. v. 6, p. 31-39, 2014.

KREJCOVÁ, A.; NÁVESNÍK, J.; JICÍNSKÁ, J.; CERNOHORSKY, T. An elemental analysis of conventionally, organically and self-grown carrots. **Food Chemistry**. v. 192, p. 242–249, 2016.

KUAN, C.; RUKAYADI, Y.; AHMAD, S. H.; RADZI, C. W. J. W. M.; THUNG, T.; PREMARATHNE, J. M. K. J. K.; CHANG, W.; LOO, Y.; TAN, C.; RAMZI, O. B.; FADZIL, S. N. M.; KUAN, C.; YEO, S.; NISHIBUCHI, M.; RADU, S. Comparison of the microbiological quality and safety between conventional and organic

vegetables sold in Malaysia. **Frontiers in Microbiology**. v. 8, art. 1433, p. 1-10, 2017.

LACOMBE, C.; COUIX, N.; HAZARD, L. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 208–220, 2018.

LAHOZ, I.; BRONDO, M. M.; MARTÍ, R.; MACUA, J. I.; CAMPILLO, C.; SALVADOR ROSELLÓ, S.; CORN EJO, J. C. Influence of high lycopene varieties and organic farming on the production and quality of processing tomato. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 128–137, 2016.

LI, S.; LI, J.; ZHANG, B.; LI, D.; LI, G.; LI, Y. Effect of different organic fertilizers application on growth and environmental risk of nitrate under a vegetable field. **Scientific Reports**. v. 7, 2017.

LISBÔA, F. M.; DONAGEMMA, G. K.; BURAK, D. L.; PASSOS, R. R.; MENDONÇA, E. S. Indicadores de qualidade de Latossolo relacionados à degradação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n. 9, p. 1184-1193, 2016.

LOMBARDO, S.; PANDINO, G.; MAUROMICALE, G. The effect on tuber quality of an organic versus a conventional cultivation system in the early crop potato. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 62, p. 189–196, 2017.

MAFFEI, D. F.; BATALHA, E. Y.; LANDGRAF, M.; SCHAFFNER, D. W.; FRANCO, B. D. G. M. Microbiology of organic and conventionally grown fresh produce. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 47, p. 99-105, 2016.

MAFFEI, D. F.; SILVEIRA, N. F. A.; CATANOZI, M. P. L. M. Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. **Food Control**. v. 29. p. 226-230, 2013.

MAGGIO, A.; PASCALE, S.; PARADISO, R.; BARBIERI, G. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. **Scientia Horticulturae**. v. 164, p. 532–539, 2013.

MAHMOOD, A.; MALIK, R. N. Human health risk assessment of heavy metals via consumption of contaminated vegetables collected from different irrigation sources in Lahore, Pakistan. **Arabian Journal of Chemistry**. v. 7, p. 91–99, 2014.

MAISTRO, L. C.; MIYA, N. T. N.; SANT'ANA, A. S.; PEREIRA, J. L. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP e Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. **Food Control**. v. 28, p. 258-264, 2012.

MANOJLOVIĆ, M.; ČABILOVSKI, R.; NIKOLIĆ, L.; DŽIGURSKI, D.; ŠEREMEŠIĆ, S.; BAVEC, M. Ground cover management and farmyard manure effects on soil nitrogen dynamics, productivity and economics of organically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. subsp. *secalina*). **Journal of Integrative Agriculture** v. 16, n. 4, p. 947–958, 2017.

MANTOVANI, J. R.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

MARGENAT, A.; MATAMOROS, V.; DÍEZ, S.; CAÑAMERAS, N.; COMAS, J.; BAYONA, J. M. Occurrence and bioaccumulation of chemical contaminants in lettuce grown in peri-urban horticulture. **Science of the Total Environment**. v. 637–638, p. 1166–1174, 2018.

MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G. J. **Knott's handbook for vegetable growers**. 5 ed. Flórida: John wiley & sons, inc., 2017. 621p.

MI, W.; SUN, Y.; XIA, S.; ZHAO, H.; MID, W.; BROOKES, P. C.; LIU, Y.; WU, L. Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in a low-productivity paddy soil. **Geoderma**. v. 320, p. 23–29, 2018.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. 3 ed. Belo Horizonte: [s/edit.], 2017. 300p.

NACHIMUTHU, G.; KRISTIANSEN, P.; GUPPY, C.; LOCKWOOD, P.; KING, K. Organic vegetable farms are not nutritionally disadvantaged compared with adjacent conventional or integrated vegetable farms in Eastern Australia. **Scientia Horticulturae**. v. 146, p. 164–168, 2012.

NESBITT, C. J. E; ADLA, S. M. Differences in soil quality indicators between organic and sustainably managed potato fields in Eastern Canada. **Ecological Indicators**. v. 37, p. 119-130, 2014.

NEUTZLING, M. B.; ROMBALDI, A. J.; AZEVEDO, M. R.; HALLAL, P. C. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v. 25. p. 2365-2374, 2009.

NICOLETTO, C.; SANTAGATA, S.; ZANIN, G.; SAMBO, P. Effect of the anaerobic digestion residues use on lettuce yield and quality. **Scientia Horticulturae**. v. 180, p. 207–213, 2014.

NIGUMA, N. H.; PELAYO, J. S.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Microbiological evaluation of lettuce produced by conventional and organic systems in farms of Londrina, PR. **Semina Ciências Agrárias**. v. 38, n. 1, p. 175-184, 2017.

NOUSIAINEN, L. L.; JOUTSEN, S.; LUNDEN, J.; HÄNNINEN, M. L.; FREDRIKSSON-AHOMAA, M. Bacterial quality and safety of packaged fresh leafy vegetables at the retail level in Finland. **International Journal of Food Microbiology**. v. 232, p. 73–79, 2016.

OBADÉ, V. P.; LAL, R. A standardized soil quality index for diverse field conditions. **Science of the Total Environment**. v. 541, p. 424–434, 2016.

OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. **Food Microbiology**. v. 32, p. 1-19, 2012.

OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, V. S.; SANTOS, D. C.; CARVALHO, R. D. S.; SOUZA, A. S.; FERREIRA, S. L. C. Determination of the mineral composition of Caigua (*Cyclanthera pedata*) and evaluation using multivariate analysis. **Food Chemistry**. v. 152, p. 619–623, 2014.

OLIVEIRA, M.; USALL, J.; VIÑAS, I.; ANGUERA, M.; GATIUS, F.; ABADIAS, M. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. **Food Microbiology**. v. 27. p. 679-684. 2010.

ORSINI, F.; MAGGIO, A.; ROUPHAEL, Y.; PASCALE, S. Physiological quality of organically grown vegetables. **Scientia Horticulturae**. v. 208, p. 131–139, 2016.

PANG, H.; MCEGAN, R.; MICALLEF, S. A.; PRADHAN, A. K. Evaluation of meteorological factors associated with pre-harvest contamination risk of generic *Escherichia coli* in a mixed produce and dairy farm. **Food Control**. v. 85, p. 135-143, 2018.

PANICO, S. C.; MEMOLI, V.; ESPOSITO, F.; MAISTO, G.; DE MARCO, A. Plant cover and management practices as drivers of soil quality. **Applied Soil Ecology**. p. 1-9, 2018.

PINTO, E.; ALMEIDA, A. A.; AGUIAR, A. A. R. M.; FERREIRA, I. M. P. V. O. Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: influence of soil composition. **Food Chemistry**. v. 152, p. 603–611, 2014.

POPA, M. E.; MITELUT, A. C.; POPA, E. E.; STAN, A.; POPA, V. I. Organic foods contribution to nutritional quality and value. **Trends in Food Science & Technology**. 2018.

PRADEEPKUMAR, T.; BONNY, B. P.; MIDHILA, R.; JOHN, J.; DIVYA, M. R.; ROCHA, C. V. Effect of organic and inorganic nutrient sources on the yield of selected tropical vegetables. **Scientia Horticulturae**. v. 224, p. 84–92, 2017.

PURCENA, L. L. A.; Di MEDEIROS, M. C. B.; LEANDRO, W. M.; FERNANDES, K. F. Effects of Organic and conventional management of sugar cane crop on soil physicochemical characteristics and phosphomonoesterase activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 62, p. 1456–1463, 2014.

QI, Y.; DARILEK, J. L.; HUANG, B.; ZHAO, Y.; SUN, W.; GU, Z. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. **Geoderma**. v. 149, p. 325–334, 2009.

QUANSAH, J. K.; KUNADU, A. P. H.; SAALIA, F. K.; DÍAZ-PEREZ, J.; CHEN, J. Microbial quality of leafy green vegetables grown or sold in Accra metropolis, Ghana. **Food Control**. v. 86, p. 302-309, 2018.

RAIESI, F.; KABIRI, V. Identification of soil quality indicators for assessing the effect of different tillage practices through a soil quality index in a semi-arid environment. **Ecological Indicators**. v. 71, p. 198–207, 2016.

SANTARELLI, G. A.; MIGLIORATI, G.; POMILIO, F.; MARFOGLIA, C.; CENTORAME, P.; D'AGOSTINO, A.; D'AURELIO, R.; SCARPONE, R.; BATTISTELLI, N.; DI SIMONE, F.; APREA, G.; IANNETTI, L. Assessment of pesticide residues and microbial contamination in raw leafy green vegetables marketed in Italy. **Food Control**. v. 85, p. 350-358, 2018.

SCHWEIZER, S. A.; SEITZ, B.; VAN DER HEIJDE, M. G. A.; SCHULIN, R.; TANDY, S. Impact of organic and conventional farming systems on wheat grain uptake and soil bioavailability of zinc and cadmium. **Science of the Total Environment**. v. 639, p. 608–616, 2018.

SEBRAE. Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas. da Bahia. **Estudo de mercado: agronegócio da horticultura**. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/>

Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Horticultura%20na%20Bahia.pdf.

Acesso em: 30 de agosto de 2019.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. Viçosa, MG. **Revista Ceres**. v. 61, p. 829-837, 2014.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Perfil dos Territórios de Identidade da Bahia**. V. 1. Salvador: SEI, 2015. 257p. (Série - Territórios de Identidade da Bahia).

SHEN, L.; XIA, B.; DAI, X. Residues of persistent organic pollutants in frequently-consumed vegetables and assessment of human health risk based on consumption of vegetables in Huizhou, South China. **Chemosphere**. v. 93, p. 2254–2263, 2013.

SILVA, D. M. N.; VENTURIM, C. H. P.; CAPUCHO, M. E. O. V.; OLIVEIRA, F. L.; MENDONÇA, E. S. Impact of soil cover systems on soil quality and organic production of yacon. **Scientia Horticulturae**. v. 235, p. 407–412, 2018.

SOFO, A.; LUNDEGÅRDH, B.; MÅRTENSSON, A.; MANFRA, M.; PEPE, G.; SOMMELLA, E.; DE NISCO, M.; TENORE, G. C.; CAMPIGLIA, P.; SCOPA, A. Different agronomic and fertilization systems affect polyphenolic profile, antioxidant capacity and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 106–115, 2016.

SOUZA, C. T.; SOARES, S. R.; QUEIROZ, A. F. S.; SANTOS, A. M. P.; FERREIRA, S. L. C. Determination and evaluation of the mineral composition of breadfruit (*Artocarpus altilis*) using multivariate analysis technique. **Microchemical Journal**. v. 128, p. 84–88. 2016.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. 843p (Série Ouro).

SSEMANDA, J. N.; REIJ, M.; BAGABE, M. C.; MUVUNYI, C. M.; JOOSTEN, H.; ZWIETERING, M. H. Indicator microorganisms in fresh vegetables from “farm to fork” in Rwanda. **Food Control**. v. 75, p. 126-133, 2017.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**. v. 218, p. 334–343, 2017.

SZCZECH, M.; KOWALSKA, B.; SMOLIŃSKA, U.; MACIOROWSKI, R.; OSKIERA, M.; MICHALSKA, A. Microbial quality of organic and conventional vegetables from Polish farms. **International Journal of Food Microbiology**. v. 286, p. 155–161, 2018.

USDA. United States Departamento of Agriculture. Soil Conservation service soil. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Washington: USDA, 2004. 700p.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils**, 2007. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/3051a.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2017.

VIEBIG, R. F.; PASTOR-VALERO, M.; MARCIA SCAZUFC, M.; MENEZES, P. R. Consumo de frutas e hortaliças por idosos de baixa renda na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. v. 43, p. 806-13. 2009.

VINCENT, O.; AUCLERC, A.; BEGUIRISTAIN, T.; LEYVAL, C. Assessment of derelict soil quality: Abiotic, biotic and functional approaches. **Science of the Total Environment**. v. 613–614, p. 990–1002, 2018.

WANG, Q.; YU, L.; LIU, Y.; LIN, L.; LUD, R.; ZHU, J.; HE, L.; LU, Z. Methods for the detection and determination of nitrite and nitrate: **A Review Talanta**. v. 165, p. 709–720, 2017.

WIESMEIER, M.; URBANSKIA, L.; HOBLEYA, E.; LANGC, B.; VON LÜTZOWA, M.; MARIN-SPIOTTAD, E.; VAN WESEMAELE, B.; RABOTF, E.; LIEßF, M.;

GARCIA-FRANCO, N.; WOLLSCHLÄGERF, U.; VOGELF, H. J.; KÖGEL-WIEßNER, S.; THIEL, B.; KRÄMER, J.; KÖPKE A, U. Hygienic quality of head lettuce: effects of organic and mineral fertilizers. **Food Control**. v. 20, p. 881-886, 2009.

XIN, Y.; WANG, D.; LI, X. Q.; YUAN, Q.; CAO, H. Influence of moisture content on cattle manure char properties and its potential for hydrogen rich gas production. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**. v. 130, p. 224–232, 2018.

YU, X.; GUOA, L.; JIANGA, G.; YANJIE SONG, Y.; MUMINOV, M. A. Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. **Acta Ecologica Sinica**. v. 38, p. 53–60, 2018.

ZHANG, J.; YANG, H. Effects of potential organic compatible sanitisers on organic and conventional fresh-cut lettuce (*Lactuca sativa* Var. *Crispa* L). **Food Control**. v. 72, p. 20-26, 2017.

ZUBER, S. M.; BEHNS, G. D.; NAFZIGER, E. D.; VILLAMIL, M. B. Multivariate assessment of soil quality indicators for crop rotation and tillage in Illinois. **Soil & Tillage Research**. v. 174, p. 147–155, 2017.

ARTIGO 1

PERFIL SOCIOECONÔMICOS DOS PRODUTORES E QUALIDADE QUÍMICA DOS SOLOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS DE HORTALIÇAS¹

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Land Use Policy*, em versão na língua inglesa.

PERFIL SOCIOECONÔMICOS DOS PRODUTORES E QUALIDADE QUÍMICA DOS SOLOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS DE HORTALIÇAS

Resumo: A produção sustentável de alimentos demanda sistemas agrícolas que considerem todos os elementos ambientais e humanos e suas inter-relações de modo a proporcionar um ambiente equilibrado, com alimentos saudáveis e conservando a fertilidade do solo. A identificação do perfil socioeconômicos dos produtores e o monitoramento dos atributos químicos do solo são parâmetros fundamentais na gestão da qualidade dos sistemas agrícolas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil socioeconômicos dos produtores de hortaliças e a qualidade do solo em dois sistemas agrícolas (agroecológico x convencional) de propriedades familiares localizadas no Sudoeste Bahia. Inicialmente foi realizada a aplicação de questionários estruturados *in loco* em 84 áreas localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia durante o período de julho 2016 a dezembro de 2017. Foram selecionadas 14 áreas, classificadas de acordo com o tipo de insumos utilizados em: 1) sete propriedades convencionais (utilização de NPK + compostos orgânicos e defensivos químicos) e 2) sete propriedades agroecológicas (utilização de esterco bovino e defensivos alternativos), áreas de mata e pastagem. Nas propriedades foram realizadas coletas de amostras de solo da camada de 0 - 20 cm de profundidade. Os atributos físicos e químicos avaliados foram: granulometria, pH (H₂O), pH (CaCl), acidez potencial (H+Al), teores de potássio (K), fósforo (P), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), condutibilidade elétrica e matéria orgânica do solo. Os dados obtidos foram submetidos a análise descritiva e a análise de variância (ANOVA). Os resultados demonstram que o cultivo de hortaliças é realizado, em sua maioria, no sistema convencional, por homens, com idade acima de 40 anos, em estabelecimentos rurais menores que um hectare. Os atributos químicos do solo avaliados foram influenciados pelo sistema de cultivo ($p < 0,05$), como exceção do pH (CaCl) e dos teores de K e S. O manejo agroecológico, com baixo uso de insumos externos, contribuiu com o aumento dos teores de Fe, Mn, Cu e B e diminuição da CE.

Palavras-chave: Fertilidade, agroecologia, manejo do solo, sistema de cultivo, hortaliças.

SOCIOECONOMIC PROFILE OF PRODUCERS AND CHEMICAL QUALITY OF SOILS IN AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS AND CONVENTIONAL VEGETABLES

Abstract: Sustainable food production requires agricultural systems that consider all environmental and human elements and their interrelationships to provide a balanced environment with healthy food and conserving soil fertility. The identification of producers' socioeconomic profile and the monitoring of soil chemical attributes are fundamental parameters in the quality management of agricultural systems. The present study aimed to evaluate the socioeconomic profile of vegetable producers and soil quality in two agricultural systems (agroecological x conventional) of family farms located in Southwest Bahia. Initially, structured questionnaires were applied on site in 84 areas located in the Middle Southwest Identity Territory of Bahia from July 2016 to December 2017. Fourteen areas were selected, classified according to the type of inputs used in: 1) seven conventional properties (use of NPK + organic compounds and chemical pesticides) and 2) seven agroecological properties (use of cattle manure and alternative pesticides), areas of wood and pasture. In the properties, soil samples were collected between 0 - 20 cm deep. The physical and chemical attributes evaluated were: grain size, pH (H₂O), pH (CaCl), potential acidity (H + Al), potassium (K), phosphorus (P), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), manganese (Mn), aluminum (Al), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), boron (B), electrical conductivity and soil organic matter. The data obtained were submitted to descriptive analysis and analysis of variance (ANOVA). The results show that the cultivation of vegetables is mostly done in the conventional system by men over 40 years old, in rural establishments smaller than one hectare. Soil chemical attributes were influenced by the cultivation system ($p < 0.05$), except for pH (CaCl) and K and S contents. Agroecological management, with low use of external inputs, contributes to the increase Fe, Mn, Cu and B contents and decrease of EC.

Keywords: Fertility, agroecology, soil management, cultivation system, vegetables

PERFIL SOCIOECONÔMICOS DOS PRODUTORES E QUALIDADE QUÍMICA DOS SOLOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS DE HORTALIÇAS

INTRODUÇÃO

Um sistema agrícola sustentável envolve o restabelecimento da racionalidade mais ecológica na produção agrícola, abrangendo todos os elementos ambientais e humanos e suas inter-relações, de modo a proporcionar um ambiente equilibrado, com alimentos saudáveis e conservação da fertilidade do solo (ALTIERI, 2012).

O estudo do perfil socioeconômico dos produtores de hortaliças contribuem para a compreensão e o reconhecimento das práticas agrícolas e seu efeito sobre os sistemas de cultivo e a qualidade dos solos, de modo a contribuir com a produção sustentável e a valorização do pequeno agricultor, além de gerar ações de órgãos públicos como prefeituras e instituições de ensino e pesquisa para melhoria das condições de gerenciamento da produção (GRECZYSHN e FAVARÃO, 2013).

O cultivo de hortaliças apresenta uma alta entrada de insumos no sistema (NACHIMUTHU et al., 2012) em virtude da grande exigência de nutrientes pelas culturas hortícolas. O uso intensivo de insumos agrícolas, pode influenciar a qualidade química dos solos e comprometer o sucesso econômico e estabilidade ambiental dos sistemas agrícolas (MI et al., 2018). Os atributos químicos do solo são importantes fatores que medem a capacidade do solo em fornecer nutrientes para as plantas (QI et al., 2009; PANICO et al., 2018), fazendo com que o monitoramento das condições do solo seja um dos parâmetros fundamentais na gestão da qualidade dos sistemas agrícolas (ASKARI e HOLDEN, 2015; MINASNY et al., 2016).

Segundo Doran (2002) qualidade do solo é a capacidade de um solo vivo funcionar, dentro dos limites dos ecossistemas naturais ou geridos, para sustentar a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar qualidade da água e do ar, e promover a sanidade vegetal e animal. O manejo é um fator determinante na manutenção da qualidade do solo como demonstrado por vários autores (ARNHOLD et al., 2014; SACCO et al., 2015; CHOCANO et al., 2016; PECIO e

JAROSZ, 2016; RAIESI e KABIRI, 2016; MUSYOKA et al., 2017; SUJA et al. 2017; BAI et al., 2018; MANJUNATH et al., 2018; HU et al. 2018).

Estudos anteriores têm demonstrado a influência do manejo do solo sobre o conteúdo de carbono orgânico do solo (POEPLAU et al., 2011; CHOCANO et al., 2016; DAS et al., 2017), nitrogênio disponível (DAS et al., 2017), pH (BAI et al., 2018), bem como na concentração de macro, micronutrientes e metais pesados (SUJA et al., 2017).

A preocupação com os impactos negativos provocados pela agricultura convencional através da utilização excessiva de insumos (fertilizantes químicos e pesticidas) simplificação dos sistemas através do monocultivo, desmatamento e queimadas para implantação de áreas agrícolas e o cultivo intensivo do solo, levaram ao desenvolvimento de sistemas de produção agrícolas sustentáveis (LIMA et al. 2013; NESBITT e ADL, 2014; SUJA et al. 2017; DAS et al., 2017).

Os cultivos agroecológicos buscam uma nova forma de produção que envolve a transformação de prática agrícolas com participação de agricultores buscando sistemas agrícolas sustentáveis (LACOMBE e HAZARD, 2018), utilizando um manejo que envolve a intensificação da ciclagem de nutrientes e de matéria orgânica, otimização dos fluxos de energia, conservação da água e do solo e o equilíbrio das populações de pragas e doenças (ALTIERE, 2012).

As diferentes práticas de manejo tornam difícil mensurar a qualidade do solo, além de fatores extrínsecos como material de origem, clima, topografia e hidrologia (BÜNEMANN et al., 2018), tornando-se necessário a utilização de solos de referência para permitir a identificação dos efeitos do uso nos sistemas agrícolas. Além disso, o local exerce forte influência sobre a qualidade do solo, fato confirmado por estudos realizados por Kiba et al. (2012) que avaliaram o efeito do local e os tipos de insumos utilizados e concluíram que eles tiveram efeito significativo nas propriedades químicas do solo, com as práticas de cultivo.

Dentre os atributos químicos utilizados para avaliar a qualidade dos solos estão o pH, a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por base (v%) e o carbono orgânico (Co) (ASKARI e HOLDEN, 2015; RAIESI e KABIRI, 2016).

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar o perfil socioeconômicos dos produtores de hortaliças e a qualidade do solo em dois

sistemas agrícolas (agroecológico x convencional) de propriedades familiares do Sudoeste Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em 84 propriedades rurais, abrangendo oito municípios (Ibicuí, Iguai, Itambé, Itapetinga, Itarantim, Macarani, Maiquinique e Nova Canaã) localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia (TI). Esta região compreende uma área de 11.763,0 km², equivalente a 2,1% do território do estado. Com uma população total de 253.488 habitantes. A maior parte da região está inserida no semiárido onde incidem os solos Argissolos Eutróficos, além de Chernossolos Háplicos, na faixa leste e Latossolos Distróficos, na faixa oeste. Como uma altitude variado de 100 a 1.000 m, precipitação de 500 a 950 mm e temperatura médias de 22°C (BARRETO, 2014; SEI, 2015; IBGE, 2018).

Durante o período de julho 2016 a dezembro de 2017 foram aplicados questionários estruturados (Anexo I) a 84 produtores como o objetivo de conhecer os sistemas de cultivo de hortaliças e o perfil socioeconômicos dos produtores rurais. A partir dessas informações foram selecionadas 14 propriedades classificadas em agroecológicas (AGR) e convencionais (CO) de acordo com os tipos de insumos e práticas agrícolas utilizadas.

O sistema agroecológico foi manejado com a utilização de esterco bovino e métodos alternativos no controle de pragas e doenças (manipueira, caldas, armadilhas) enquanto o convencional foi feito o uso de fertilizantes químicos (NPK), compostos orgânicos (resíduos de frigoríficos + esterco bovino) e defensivos químicos (Roundup). Das propriedades selecionadas foram coletadas amostras compostas de solo (resultante da coleta de 15 amostras simples) na camada de 0-20 cm de profundidade. Foram coletadas também, amostras de solo de mata ou pastagem como local de referência dependendo da localização da área de estudo.

As amostras de solo foram armazenadas em sacos plásticos de primeiro uso, identificadas e encaminhadas para o laboratório de Análise de Solos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC. Para a realização

das análises as amostras de solos foram secas ao ar, destorroadas manualmente em tabuleiro de madeira, quarteadas, pesadas e peneiradas (EMBRAPA, 2017).

Os atributos físico e químicos do solo foram avaliados segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (2017) e USDA (2004). As análises realizadas foram: granulometria (areia, silte e argila), pH em água e em solução de CaCl, acidez potencial (H+Al), teores de potássio (K), fósforo (P), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), matéria orgânica do solo e a condutibilidade elétrica (Tabela 1). Todos os testes foram realizados em triplicata e os resultados foram exibidos com as médias e o desvio padrão.

Tabela 1. Métodos utilizados para mensurar os atributos físicos e químicos de qualidade do solo nos cultivos agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

Atributos	Métodos utilizados
Granulometria	Método densiométrico de Bouyoucos (USDA, 2004)
pH	H ₂ O e CaCl 0,1N (EMBRAPA, 2017)
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ e Al ³⁺	Extração com solução KCl 1 mol L ⁻¹ (EMBRAPA, 2011)
S	Extração com solução Fosfato de Cálcio 0,01 mol L ⁻¹ (EMBRAPA, 2017)
B	Água quente/micro-ondas (EMBRAPA, 2017)
H+Al	Extração com solução de Acetato de Cálcio pH 7,0 (EMBRAPA, 2017)
K ⁺ , P, K, Cu, Fe, Mn e Zn	Extração com solução Mehlich 1 (H ₂ SO ₄ 0,0125 mol L ⁻¹ + HCl 0,05 mol L ⁻¹) (EMBRAPA, 2017)
Mo	Dicromato/colorimétrico (EMBRAPA, 2017)
N Total	Digestão sulfúrica (Kjeldahl) (EMBRAPA, 2017)
Condutibilidade Elétrica (CE)	Condutivímetro (EMBRAPA, 2017)

Análise Estatística

As informações obtidas dos questionários foram submetidas à análise estatística descritiva como ferramenta de organização dos dados e os resultados foram representados em tabelas. Os resultados obtidos referentes aos atributos físico e químicos do solo foram submetidos a estatística univariada (ANOVA) utilizando o programa Sisvar versão 5.6.

Para demonstrar a variação dos teores de minerais os resultados foram plotados em gráficos no programa SigmaPlot v.11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características dos Sistemas de Cultivo

Dos 84 produtores rurais entrevistados 26 praticam a agricultura agroecológica e 58 a agricultura convencional. Em ambos sistemas de cultivo a maioria dos agricultores são homens com idade acima de 50 anos (Tabela 2). Esse resultado ratifica o encontrado por Silva et al. (2015). Estes autores atribuem esse comportamento a falta de atrativo do campo aos indivíduos mais jovens, fato que contribui para o êxodo rural ocasionando uma prevalência de uma população rural idosa e masculina.

Segundo Froehlich et al. (2011) a masculinização e envelhecimento da população rural observado nas últimas décadas no Brasil pode ser atribuída as políticas públicas a exemplo da aposentadoria rural que contribuem para a permanência de pessoas idosas no campo. Além disso, o maior grau de escolaridade das mulheres jovens no meio rural faz com que elas sejam preparadas pelas famílias para uma vida urbana, fato que pode comprometer a sucessão dos estabelecimentos rurais interferindo na dinâmica social e produtividade dos espaços rurais.

Tabela 2. Faixa etária e sexo dos produtores de hortaliças entrevistados. Dados coletados no período de julho de 2016 a agosto de 2017. (n=84).

Sistema de cultivo	Total de produtores	Número de produtores por idade (anos)				Sexo	
		[20-30]	[30-40]	[40-50]	[50-60]	F	M
Agroecológico	26	5	9	10	-	12	14
Convencional	58	1	2	7	48	22	36
Total	84	6	11	17	48	34	50

A maioria dos entrevistados deste estudo é alfabetizado e pratica o cultivo de hortaliças entre três a cinco anos (Tabela 3). A escolaridade da população rural pode afetar a receita da propriedade por dificultar a aplicação de conhecimento técnico como o uso correto de agroquímicos (SOARES et al., 2003). Kiba et al. (2012) observaram que o conhecimento técnico dos produtores de hortaliças contribuiu na melhoria da qualidade do solo na produção de hortaliças.

Tabela 3. Escolaridade e tempo de cultivo dos produtores de hortaliças entrevistados. Dados coletados no período de julho de 2016 a agosto de 2017. (n=84).

Sistema de cultivo	Total de produtores	Alfabetizados	Tempo de cultivo de hortaliças (anos)			
			[3-5]	[5-10]	[10-20]	[20-30]
Agroecológico	26	21	10	4	6	6
Convencional	58	50	26	9	23	-
Total	84	71	36	13	29	6

Os agricultores entrevistados, realizam rotação de cultura (RC) e adubação orgânica (AO) (Tabela 4). Esses similares entre as práticas de cultivo entre sistemas orgânicos e convencionais de produção de hortaliças também foi observado por Nachimuthu et al. (2012). Sediya et al. (2014) destacam como práticas essenciais na produção de hortaliças sem o uso de agrotóxicos e adubos químicos a utilização de fertilizantes orgânicos (biofertilizantes, vermicompostos e adubos verdes) e defensivos alternativos

As hortaliças necessitam da realização de tratamentos culturais intensos. A rotação de cultura e adubação adequada, melhoram o estado nutricional da planta

contribui para aumentar a resistência a pragas e doenças (ARAÚJO et al., 2014; PINTO et al., 2014). Além disso, estas práticas, promovem o aumento do teor de carbono orgânico (Co) do solo através da deposição de material orgânico pela entrada de C das raízes das diferentes plantas, além de aumentar a estabilização dos agregados do solo (WIESMEIER et al., 2019). A alta disponibilidade de adubos orgânicos nas áreas produtoras de hortaliças oferece condições para que os agricultores pratiquem a agricultura agroecológicas, reduzindo a dependência de insumos externos.

Observa-se que a análise do solo (AN) é uma prática pouco utilizada no sistema convencional e não foi observado na produção agroecológica. Isso pode comprometer a produtividade das culturas uma vez que a adição de nutrientes por meio dos fertilizantes não é controlada. A queimada (Q) é praticada por 34 dos entrevistados em sua maioria produtores convencionais.

A remoção da vegetação com fogo é uma prática antiga de preparo do solo para o plantio que podem ocasionar perda de 80% da matéria orgânica do solo por destilação quando as temperaturas ultrapassam a 200°C, provocando redução dos nutrientes e modificações nas propriedades físicas do solo pela diminuição do tamanho dos poros, contribuindo assim para o aumento da degradação (URIBE et al., 2012; REICHERT et al., 2014). Além disso, o aumento da temperatura do solo influencia na diversidade de microrganismo do solo (BROWN et al., 2015).

A assistência técnica é deficiente, apenas 45 dos entrevistados relataram ter acesso à orientação seja na forma de cursos, palestras ou visitas técnicas. Guilhoto et al. (2007) ressaltam que o grande número de unidades de produção individual com diferentes tamanhos, capital e tecnologias torna mais difícil a implantação de políticas de assistência técnica (Tabela 4).

Tabela 4. Práticas agrícolas realizadas pelos produtores de hortaliças entrevistados. Dados coletados no período de julho de 2016 a agosto de 2017. (n=84).

Sistema de cultivo	Total de produtores	Práticas de cultivo						
		A ¹	Q ²	R ³	O ⁴	Q ⁵	D ⁶	T ⁷
Agroecológico	26	0	8	24	26	0	0	0
Convencional	58	10	26	43	58	58	13	13
Total	84	10	34	67	84	58	13	22

¹A: Análise de solo, ²Q: queimada, ³R: rotação de cultura, ⁴A: adubação orgânica, ⁵Q: adubação química, ⁶D: uso de agroquímico e ⁷T: assistência técnica.

As áreas visitadas possuem tamanho entre 0,04 a 0,08 ha onde são cultivadas pela maioria dos produtores: hortaliças folhosas (72), seguido de hortaliças fruto (35) e tuberosas (18) (Tabela 5). Segundo Altieri (2004) essa estratégia minimiza os riscos pelo cultivo de várias espécies de plantas, estabilizando a produtividade a longo prazo, promovendo a diversidade do regime alimentar e maximizando os retornos com níveis de tecnologia e recursos mais baixos.

De acordo com dados da pesquisa a alface e o coentro são as hortaliças folhosas mais cultivadas, seguidas da cebolinha e couve. Dentre as tuberosas a cenoura e a beterraba são mais produzidas, enquanto o quiabo, a abóbora e o pepino são as hortaliças frutos mais cultivadas na região. A maior produção de alface pode ser atribuída ao fato ser a hortaliça mais consumida mundialmente, em função do seu sabor, qualidade nutritiva e baixo valor calórico, além de ser uma cultura de ciclo curto que permite ganhos econômicos mais rápidos (CEUPPENS et al., 2014; SILVA et al., 2015).

Em função da proximidade com as cidades, as hortaliças, em sua maioria são comercializadas diretamente ao consumidor (71), seja em feiras livre ou pela venda de porta em porta, seguidas pela venda a atravessadores (10) e cooperativas (3) (Tabela 5).

Tabela 5. Área, número de propriedades que cultivadas hortaliças (folhosas, fruto e tuberosas) e formas de comercialização das hortaliças. Dados coletados no período 2016-2017. (n=84).

Sistema de cultivo	Áreas média (ha)	Número de propriedades que cultivam hortaliças			Comercialização*		
		Folhosas	Frutos	Tuberosas	CO	DC	AT
Convencional	0,08	24	13	5	1	25	0
Agroecologia	0,04	48	22	13	2	46	10
Total	0,12	72	35	18	3	71	10

*CO: cooperativa, DC: direto ao consumido e AT: atravessador.

Qualidade Química e Física do Solo

As características gerais dos solos das 14 áreas de produção de hortaliças amostradas e os solos de mata e pastagem estão descritas na Tabela 6. Os solos em ambos os sistemas apresentaram, em sua maioria, uma textura arenosa e média-arenosa, propicia ao cultivo de hortaliças por facilitar o manejo do solo, favorecer o crescimento do sistema radicular e conseqüentemente a nutrição da planta. Contudo, são solos mais susceptíveis aos processos de erosão, principalmente no cultivo convencional, pelo uso de máquinas agrícolas para o preparo do solo. Além disso, o revolvimento contínuo do solo, característicos da atividade hortícola durante os anos de cultivo, contribuem para acelerar o processo erosivo.

A adição de matéria orgânica melhorar a retenção de água, aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas e reduzir o impacto causado pelo revolvimento constante e intenso do solo, frequente na produção de hortaliças (BRETZEL et al. 2016).

Em todas as áreas é realizada adubação orgânica (Tabela 6). A adição de resíduos orgânicos ao solo contribui para melhoria da sua qualidade física e químicas pelo aumento dos teores de matéria orgânica e nutrientes, além de contribuir com a redução dos impactos ambientais em função da reciclagem dos resíduos orgânicos e diminuição dos usos de fertilizantes químicos (SILVA et al., 2014; NICOLETTO et al., 2014; MANOJLOVIĆ et al., 2017).

Nas áreas onde é realizado o cultivo agroecológico de hortaliças, verifica-se que não são utilizados adubos químicos, contribuindo com a diminuição dos impactos ambientais pela redução das substâncias químicas sintéticas lançadas na agricultura convencional (NESBITT e ADL, 2014). Somente nas áreas de cultivo convencional de hortaliças, é utilizado sistema de irrigação. Apesar de contribuir com o fornecimento de água para o desenvolvimento da planta impactando diretamente no rendimento das culturas, a irrigação, quando realizada de forma inadequada pode provocar perda de água, maior vulnerabilidade das plantas a doenças, lixiviação de nutrientes para os cursos d'água e consequentemente aumento da poluição ambiental (CHEN et al., 2019).

Em três áreas de cultivo convencional de hortaliças (CO1, CO2 e CO5) para preparo do solo, são utilizadas máquinas e implementos agrícolas. Nas áreas com cultivo agroecológico, o preparo do solo é realizado apenas com o uso de implementos manuais. O uso de máquinas agrícolas para o preparo do solo pode ocasionar alterações nas propriedades físicas do solo como redução da porosidade, densidade, resistência a penetração e capacidade do solo de suportar cargas, aumentando a sua susceptibilidade a compactação, influenciado diretamente na qualidade solo e produtividade das culturas agrícolas (REICHERT et al., 2014).

Tabela 6. Características dos solos de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças e solos de mata e pastagem.

Locais*	Sistema de cultivo	Anos ¹	Textura	O ²	Q ³	I ⁴	PS ⁵	NE ⁶
CO1	convencional	26	Arenosa	Sim	Sim	Sim	Máquina+Manual	11
CO2	convencional	14	Média-arenosa	Sim	Sim	Sim	Máquina+Manual	11
CO3	convencional	3	Média-arenosa	Sim	Sim	Sim	Manual	11
CO4	convencional	16	Média-arenosa	Sim	Sim	Sim	Manual	21
CO5	convencional	11	Média-argilosa	Sim	Sim	Sim	Máquina+Manual	15
CO6	convencional	14	Arenoso	Sim	Sim	Sim	Manual	8
CO7	convencional	30	Média-argiloso	Sim	Sim	Sim	Manual	7
Past	Pastagem	-	Média-argiloso	-	-	-	-	-
AG1	agroecológico	15	Médio-arenoso	Sim	Não	Não	Manual	13
AG2	agroecológico	30	Arenoso	Sim	Não	Não	Manual	21
AG3	agroecológico	1	Arenoso	Sim	Não	Não	Manual	12
AG4	agroecológico	2	Médio-argiloso	Sim	Não	Não	Manual	15
AG5	agroecológico	23	Médio-arenoso	Sim	Não	Não	Manual	10
AG6	agroecológico	10	Médio-arenoso	Sim	Não	Não	Manual	21
AG7	agroecológico	30	Médio-arenoso	Sim	Não	Não	Manual	11
Mat	Mata	-	Argiloso	-	-	-	-	-

*Propriedades convencionais (CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7), Past (pastagem, solo em equilíbrio convencional), propriedades agroecológicas (AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7), Mat (Mata, solo em equilíbrio Agroecológico).

¹Anos de cultivo de hortaliças; ²O: adubação orgânica; ³Q: adubação química; ⁴I: sistema de irrigação; ⁵PS: preparo do solo (manual' uso apenas de implementos manuais; Máquinas+Manual uso de máquinas e implementos manuais),

Em relação à quantidade de areia, silte e argila ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) na distribuição do tamanho das partículas, apresentando maiores teores da fração mineral fina, silte (9,06%) e argila (19,71%) nos solos sob cultivo agroecológico (Tabela 7). A importância da fração mineral fina reside no fato desta conter uma grande proporção do carbono orgânico total na maioria dos solos (WIESMEIER et al., 2019), além disso os efeitos das práticas de cultivo são influenciados pela textura do solo (BAI et al., 2018).

Nos solos sob cultivo convencional a condutibilidade elétrica (CE) foi 47,03% maior em comparação com os solos sob cultivo agroecológico, consequência, possivelmente da adição de fertilizantes sintéticos (Tabela 7) A CE está relacionada com a quantidade de sais presentes na solução de solo e é influenciada pela adição de fertilizantes na forma de sais. As altas concentrações podem inibir o desenvolvimento do sistema radicular e limitar a capacidade de absorção de água pelas sementes (BERNERT et al., 2015).

Tabela 7. Indicadores de qualidade física (média e desvio padrão) dos solos nas propriedades agroecológicas e convencionais de produção de hortaliças medidos em 2016 a 2017.

Atributos	Convencional	Agroecológica	F	ρ
Areia (%)	75,96±8.39	71,23±15,95	140,96**	0,00
Silte (%)	5,17±2,24	9,06±7,64	117,68**	0,00
Argila (%)	18,89±7,55	19,71±8,97	8,23**	0,01
CE ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	452,84±196,15	239,87±102,40	5099,27**	0,00

** $p < 0,01$.

Em relação aos locais de cultivo, a CE aumentou ($p < 0,01$) de forma geral, em relação ao solo de pastagem e mata, tanto nos solos sob cultivo agroecológico como nos solos sob cultivo convencional (Figura 4). Contudo, todos os valores ficaram dentro dos limites de tolerância de sais (700 a 2700 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$) onde não há impactos negativos sobre a produtividade das culturas hortícolas que de acordo do Maynard e Hochmuth (2007). As áreas C6 e A7 foram as menos

apresentaram influência do manejo dos solos, por exibirem valores de CE próximos às áreas de equilíbrio, pastagem e mata, respectivamente.

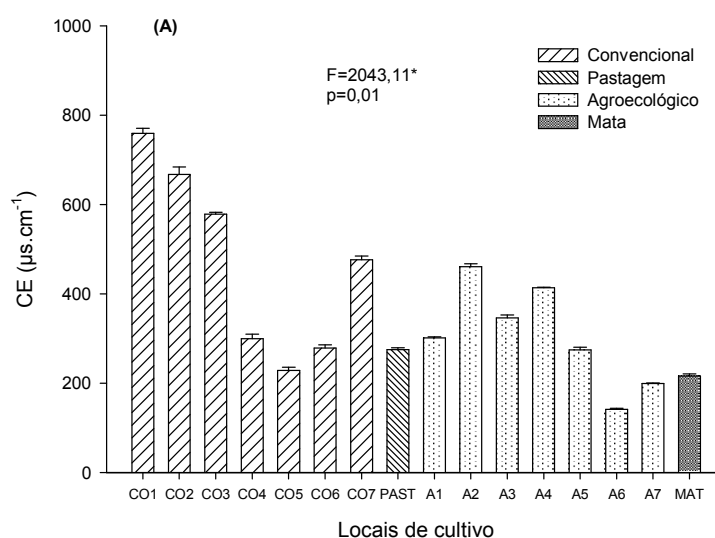


Figura 4. Valores médios e desvio padrão da condutibilidade elétrica (CE) dos solos sob cultivo convencional, agroecológico, áreas de mata e pastagem. O asterisco indica diferença significativa entre os locais de cultivo nos teores dos elementos (* $p < 0,01$).

Os resultados dos indicadores químicos de qualidade do solo estão resumidos na Tabela 8. Os sistemas de cultivo influenciaram significativamente ($p < 0,05$) nos parâmetros analisados, com exceção do pH CaCl ($f = 1,00$, $p = 0,32$) e dos teores de K ($f = 0,17$, $p = 0,68$). A qualidade do solo é fortemente afetada pelas práticas agrícolas (PANICO et al., 2018) e dentre os indicadores de qualidade do solo, o pH é menos sensível as condições de manejo (BAI et al. 2018), sendo um importante fator que interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas (SUJA et al., 2017). O K é o segundo elemento mais requerido pelas espécies vegetais e apresenta alta mobilidade na planta, sendo intensamente lixiviado no perfil do solo dependendo da intensidade da água da chuva (TIECHER et al., 2006).

Os solos cultivados sob sistema convencional apresentaram valores maiores ($p < 0,05$) de Co (1,39%), relação C:N (15,62), Mo (23,99 g.dm⁻³), Ca²⁺ (4,39 cmol_c.dm⁻³), Mg²⁺ (2,16 cmol_c.dm⁻³), CTC (8,68 cmol_c.dm⁻³) e P (131,20 mg.dm⁻³) (Tabela 8).

Tabela 8. Indicadores de qualidade química (média e desvio padrão) dos solos nas propriedades agroecológicas e convencionais de produção de hortaliças medidos em 2016 a 2017.

Atributos	Convencional	Agroecológica	F	ρ
pH (H ₂ O)	6,02 ±0,54	6,14±0,48	15,25**	0,00
pH (CaCl)	5,74±0,55	5,71±0,74	1,00 ^{ns}	0,32
N (%)	0,10±0,03	0,11±0,03	4,84*	0,03
Co (%)	1,39±0,51	1,31±0,32	7,27**	0,01
C:N	15,62±6,81	12,89±5,10	12,36**	0,00
MO (g.dm ⁻³)	23,99±8,76	22,61±5,57	25,42**	0,00
K (mg.dm ⁻³)	281,28±211,24	299,78±152,27	0,17 ^{ns}	0,68
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	4,39±1,10	3,26±1,32	108,12**	0,00
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	2,16±0,89	1,86±0,89	105,30**	0,00
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0,04±0,05	0,09±0,10	9,14**	0,00
H+A l (cmol _c .dm ⁻³)	1,76±0,56	1,54±0,79	10,02**	0,00
CTC (cmol _c .dm ⁻³)	8,68±0,1,99	7,35±1,56	36,71**	0,00
P (mg.dm ⁻³)	131,20±76,45	30,11±20,73	6441,92**	0,00

** $\rho < 0,01$, * $\rho < 0,05$, ^{ns}Não significativo a $\rho > 0,05$. Abreviações: potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), alumínio + hidrogênio (H+Al), nitrogênio (N), carbono orgânico (Co), relação carbono nitrogênio (C:N), matéria orgânica (Mo), capacidade de troca de cátions (CTC), fósforo (P).

O pH em H₂O foi influenciado ($f = 15,25$, $\rho = 0,01$) pelo sistema de cultivo (Tabela 8). Resultado semelhante a este estudo foi encontrado por Das et al. (2017) em trabalhos com qualidade do solo em sistemas orgânicos, convencionais e integrados. Os valores de pH em H₂O, indicam acidez fraca e estão de acordo com os altos valores de Ca⁺² e Mg⁺² e baixos valores de acidez trocável (H+Al) nos solos observados. Esse comportamento pode ser explicado pela adição de resíduos orgânicos na produção de hortaliças como o esterco bovino que contribui para a redução dos teores de Al e Fe, consequentemente, elevando, o pH do solo pela quelação dos íons por moléculas orgânicas (DAS et al., 2017; SUJA et al., 2017).

Os teores mais elevados de Co dos solos indicam valores mais altos de sorção do solo, CTC e maior disponibilidade de nutrientes (MI et al., 2018). Chavarria et al. (2018) encontraram valores menores de Co, mas não constaram diferenças nos teores de P em solos sob cultivo agroecológico em relação aos solos sob cultivo convencional e Nesbit e Adl (2014) observaram uma menor relação C:N nos campos orgânicos (8,38 a 11,07) em relação aos convencionais (10,96 a 11,45).

A relação C:N de todos os solos analisados ficou abaixo de 20, demonstrando um equilíbrio entre a mineralização e a mobilização de nitrogênio nas áreas de produção de hortaliças (CHAVARRIA et al., 2018). Essa baixa relação C:N nos solos pode ser explicada pelas diferenças na disponibilidade de C e dinâmica do N no sistema, além disso o teor de C no solo é influenciado pelo uso e manejo do solo, material de origem, textura e tipo de solo e os cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} (WIESMEIER et al., 2019).

O teor de MO dos solos estudados foi médio (15 a 25 g.dm^{-3}). Apesar da adição constante de adubos orgânicos nos solos, as temperaturas elevadas da região e o preparo constante do solo contribuem para o aumento da mineralização da matéria orgânica. Estes valores estão de acordo com o descrito por Prochnow (2009) para solos cultivados, após alguns anos de cultivo os teores de MO dos solos tente a estabilizar.

A quantidade de Co nos solos reduziu em relação aos solos de referência para a maioria dos solos cultivados com hortaliças (Figura 5). A perda de carbono orgânico (CO) nos solos cultivados pode ser de 30 a 40% em relação aos solos nativos e pode ser atribuindo ao processo de erosão dos solos, menor uso de adubos orgânicos e baixa estabilização da matéria orgânica do solo (POEPLAU e DON, 2015; WIESMEIER et al. 2019). Os adubos orgânicos, raízes e seus materiais exsudados contribuem para o aumento da CO do solo (DAS et al., 2017, SACCO et al., 2017). Os teores de CO e foram semelhantes aos observados por Bretzel et al. (2016) em áreas produtoras de hortaliças (0,9 a 1,5%).

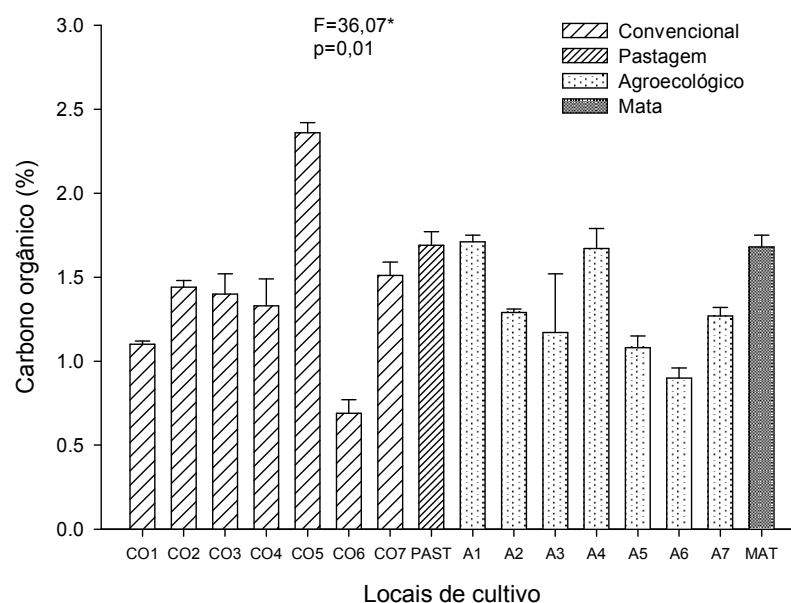


Figura 5. Valores médios e desvio padrão do carbono orgânicos dos solos (CO) sob cultivo convencional, agroecológico, áreas de mata e pastagem. O asterisco indica diferença significativa entre os locais de cultivo nos teores dos elementos (* $p < 0,01$).

As concentrações de $\text{Ca}^{2+} > 4 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$, $\text{Mg}^{2+} > 0,8 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e $\text{K} > 80 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ dos solos foram altos em ambos os sistemas estudados. Os valores de Al^{3+} foram baixos nos solos ($< 0,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) (PROCHNOW, 2009). As altas taxas de K^+ no solo podem aumentar as concentrações eletrolíticas na solução no solo, prejudicando a germinação e o desenvolvimento das raízes, além disso pode dificultar a absorção de água pelo aumento da pressão osmótica externa as células (KAWAVATA et al., 2017).

A CTC mais elevada dos solos sob manejo convencional ($8,68 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), indicam solos como uma maior capacidade de retenção de cátions trocáveis. Contudo, ocorreu uma diminuição ($p < 0,01$) nos valores de CTC nos solos submetidos a ambos os sistemas em relação aos solos de referência (Figura 6). Essa diferença entre as CTC dos solos também foi observada por Nachimuthu et al. (2012) em sistemas orgânicos e convencionais e foi atribuindo a diferenças nos teores de argilas e de matéria orgânica dos solos.

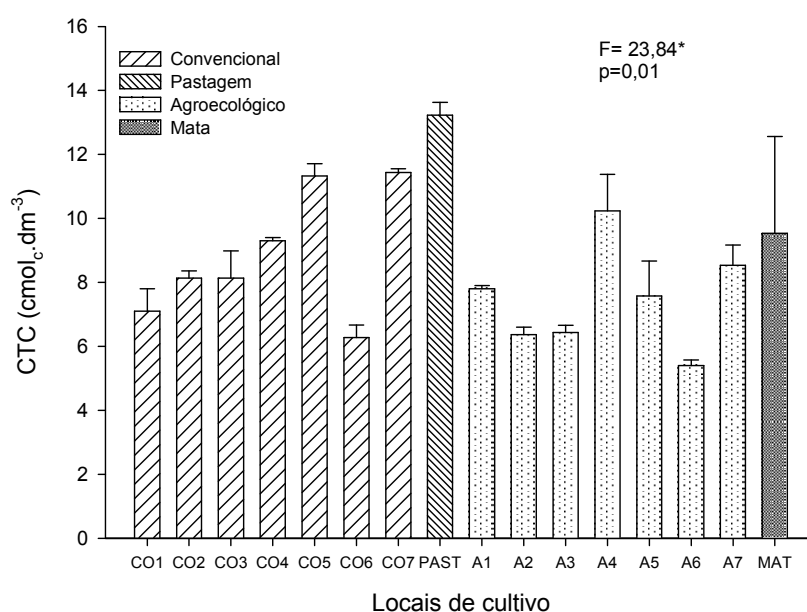


Figura 6. Valores médios e desvio padrão da capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos sob cultivo convencional, agroecológico, áreas de mata e pastagem. O asterisco indica diferença significativa entre os locais de cultivo nos teores dos elementos (* $p < 0,01$).

O teor de P foi 77,05% superior quando comparado aos solos manejados de forma agroecológica. Em relação ao local de cultivo, o manejo convencional provocou uma redução ($p < 0,01$) nos valores P na maioria dos solos estudados e a área de referência (pastagem). Nos solos sob cultivo agroecológico ocorreu aumento ($p < 0,01$) nas concentrações desse elemento em comparação como o solo de mata (solo de equilíbrio), que pode ser atribuída a adição de matéria orgânica, uma excelente fonte de P para o solo (SACCO et al., 2015) (Figura 7).

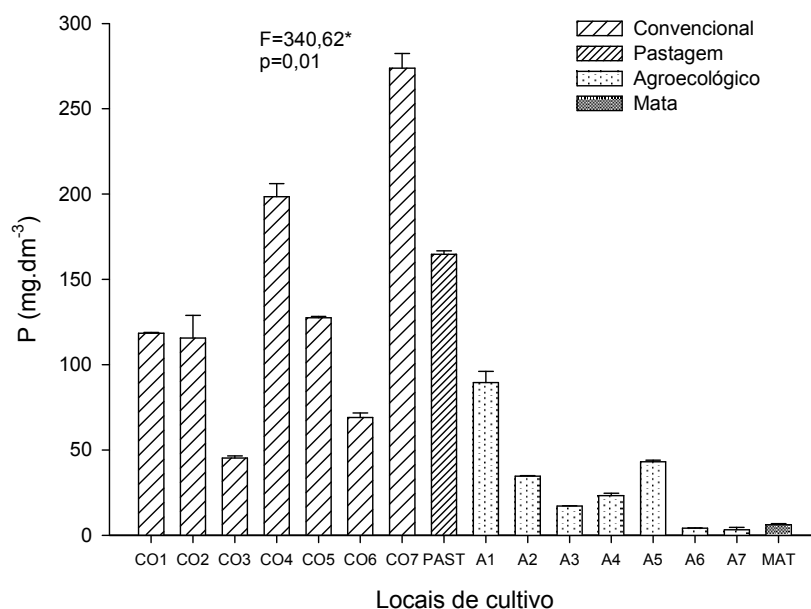


Figura 7. Valores médios e desvio padrão de fósforo (P) no solo sob cultivo convencional, agroecológico, áreas de mata e pastagem. O asterisco indica diferença significativa entre os locais de cultivo nos teores dos elementos (* $p < 0,01$).

Os sistemas de cultivo influenciaram ($p < 0,01$) nos teores de micronutrientes do solo com exceção do S, explicado possivelmente pela aplicação de adubação orgânica nos dois sistemas estudados, uma vez que 75% do S presente no solo vem da matéria orgânica (SANTOS et al., 1981; TIECHER et al., 2012).

Os valores de Fe e Mn foram 48,29% e 40,21% superiores, respectivamente, nos solos sob manejo agroecológico (Tabela 8). Suja et al. (2017) constaram valores superiores de Fe e Mn solos orgânicos. A concentração de Cu foi 68,86% superior nos solos sob cultivo agroecológico. Esse resultado está de acordo ao encontrado por Suja et al. (2017) que observaram um aumento de 14,39% nos teores de Cu em solos orgânicos, consequência da adição de esterco bovino.

Os teores de S ($> 10 \text{ mg.dm}^{-3}$) e as concentrações de Fe ($> 12 \text{ m.dm}^{-3}$), Cu ($> 0,8 \text{ m.dm}^{-3}$), Mn ($> 5,0 \text{ m.dm}^{-3}$), Zn ($> 1,2 \text{ m.dm}^{-3}$) e B ($> 0,60 \text{ m.dm}^{-3}$) estão dentre dos limites considerados adequados para a nutrição das plantas de acordo com Prochnow (2009) (Tabela 7).

Os teores de Mn ($10,35 - 42,39 \text{ mg.dm}^{-3}$), Fe ($14,02-98,70 \text{ mg.dm}^{-3}$), Cu ($0,15-1,77 \text{ mg.dm}^{-3}$), S ($6,20 - 19,67 \text{ mg.dm}^{-3}$) e B ($0,20-1,12 \text{ mg.dm}^{-3}$) apresentaram uma grande variação entre os locais de cultivo e as concentrações estão de acordo com os limites descritos na literatura (KIBA et al., 2012; SUJA et al., 2017) (Tabela 9).

Tabela 9. Teores de micronutrientes (média e \pm desvio padrão) dos solos nas propriedades agroecológicas e convencionais de produção de hortaliças medidos em 2016 a 2017. ($p < 0,05$).

Atributos	Convencional	Agroecológica	F	ρ
Cu (mg.dm^{-3})	$0,33 \pm 0,12$	$1,06 \pm 0,37$	1125,56*	0,00
Fe (mg.dm^{-3})	$27,16 \pm 18,04$	$52,53 \pm 39,97$	2292,03*	0,00
Zn (mg.dm^{-3})	$13,17 \pm 14,30$	$3,96 \pm 2,10$	592,26*	0,00
Mn (mg.dm^{-3})	$21,11 \pm 10,38$	$35,31 \pm 8,04$	322,33*	0,00
S (mg.dm^{-3})	$10,09 \pm 2,35$	$10,59 \pm 4,73$	2,18 ^{ns}	0,15
B (mg.dm^{-3})	$0,48 \pm 0,31$	$0,56 \pm 0,16$	68,91*	0,00

* $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, ^{ns}Não significativo a $p > 0,05$.

Abreviações: cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), enxofre (S) e boro (B).

O teor de Zn foi 69,9% superior nos solos sob manejo convencional, possivelmente devido ao uso de fertilizantes e defensivos químicos (SCHWEIZER et al., 2018) (Figura 8).

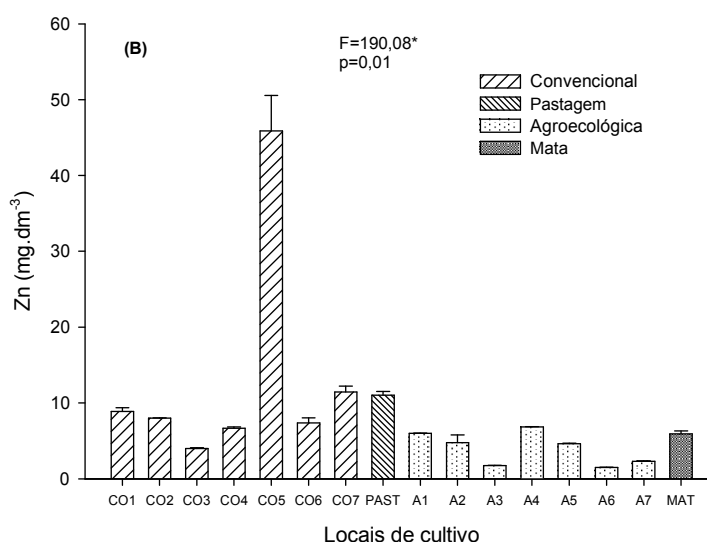


Figura 8. Valores médios e desvio padrão de zinco (Zn) no solo sob cultivo convencional, agroecológico, áreas de mata e pastagem. O asterisco indica diferença significativa entre os locais de cultivo nos teores dos elementos (* $p < 0,01$).

CONCLUSÃO

A produção de hortaliças em propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia em sua maioria é realizada de forma convencional por uma população masculina e idosa que cultivam hortaliças a mais de três anos em áreas menores que um hectare. Os tratos culturais são reduzidos com pouca assistência técnica.

Os indicadores de qualidade do solo são influenciados pelo sistema de manejo do solo, como exceção do pH em CaCl e dos teores de K e S.

O manejo agroecológico, com baixo uso de insumos externos, contribuiu com o aumento dos teores de Fe, Mn, Cu e B e diminuição da CE.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para a agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2004, 592 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 400p.

ARAÚJO, D. F.; SILVA, A. M. R. B.; LIMA, L. L. A.; VASCONCELOS, M. A. S.; ANDRADE, S. A. C.; SARUBBO, L. A. The concentration of minerals and physico chemical contaminants in conventional and organic vegetables. **Food Control**. v. 44, p. 242-248, 2014.

ARNHOLD, S.; LINDNER, S.; LEE, B.; MARTIN, E.; KETTERING, J.; NGUYEN, T. T.; KOELLNER, T.; OK, Y. S.; HUWE, B. Conventional and organic farming: soil

erosion and conservation potential for row crop cultivation. **Geoderma**. v. 219–220, p. 89–105, 2014.

ASKARI, M. S.; HOLDEN, M. N. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems. **Soil & Tillage Research**. v. 150, p. 57–67, 2015.

BAI, Z.; CASPARI, T.; GONZALEZ, M. R.; BATJES, N. H.; MÄDER, P.; BÜNEMANN, E. K.; GOEDE, R.; BRUSSAARD, L.; XU, M.; FERREIRA, C. S.; REINTAM, E.; FAN, H.; MIHELIČ, R.; GLAVAN, M.; TÓTH, Z. Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 265, p. 1–7, 2018.

BAKSHANDEH, S.; CORNEO, P, E.; MARIOTT, P.; KERTESZ, M, A.; DIJKSTR, F. A. Effect of crop rotation on mycorrhizal colonization and wheat yield under different fertilizer treatments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 247, p. 130–136, 2017.

BARRETO, R. M. **Bahia 2000-2013: estudos dos estados brasileiros**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2014. 152p.

BERNERT, M, R.; ESCHEMBACK, V.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A, S.; POTT, C. A. Características do pH e condutividade elétrica no manejo de fertirrigação. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 8, n. 1, p. 80-87, 2015.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. **Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em 30 de agosto de 2017.

BRETZEL, F.; CALDERISI, M.; SCATENA, M.; PINI, R. Soil quality is key for planning and managing urban allotments intended for the sustainable production

of home-consumption vegetables. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 23, p. 17753–17760p, 2016.

BROWN, L. E.; PALMER, S. M.; JOHNSTON, K.; HOLDEN, J. Vegetation management with fire modifies peatland soil thermal regime. **Journal of Environmental Management**. v. 154, p. 166-176, 2015.

BÜNEMANNA, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DE DEYN, G.; GOEDEB, R.; FLESKENS, L.; GEISSEN, V.; KUYPER, T. W.; MÄDERA, P.; PULLEMAN, M.; SUKKEL, W.; VAN GROENIGEN, J. W.; BRUSSAARD, L. Soil quality: a critical review. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 120, p. 105–125, 2018.

CEUPPENS, S.; HESSEL, C. T.; RODRIGUE, R. Q.; BARTZ, S.; TONDO, E. C.; UYTENDAELE, M. Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**. v. 181. p. 67–76, 2014.

CHAVARRIA, D. N.; BRANDAN, C. P.; SERRI, D. L.; MERILES, J. M.; RESTOVICH, S. B.; ANDRIULO, A. E.; JACQUELIN, L. GILA, S. V. Response of soil microbial communities to agroecological versus conventional systems of extensive agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 264, p. 1-8. 2018.

CHEN, Z.; HAN, Y.; NING, K.; LUO, C.; SHENG, W.; WANG, S.; FAN, S.; WANG, Y.; WANG, Q. Assessing the performance of diferente irrigation systems on lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the greenhouse. **Public Library of Science**. v. 4, p. 1-18, 2019.

CHOCANO, C.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ, D.; AGUILAR, J. M.; HERNÁNDEZ, T. Organic plum cultivation in the Mediterranean region: the medium-term effect of five different organic soil management practices on crop production and microbiological soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 221, p. 60–70, 2016.

DAS, A.; PATEL, D. P.; KUMAR, M.; RAMKRUSHNA, G. I.; MUKHERJEE, A.; LAYEK, J.; NGACHAN, S. V.; BURAGOHAIN, J. Impact of seven years of organic farming on soil and produce quality and crop yields in eastern Himalayas, India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 236, p. 142–153, 2017.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 88, p. 119–127, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 2017. 574p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Family farmers: feeding the world, caring for the earth**. Disponível em: <http://www.fao.org/family-farming-2014/en/>. Acesso em: 14 de setembro de 2017.

FIGUEIREDO, I. C. R.; JAIME, P. C.; MONTEIRO, C. A. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos da cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. v. 42, p. 777-85, 2008.

FROEHLICH, J. M.; RAUBERI, C. C.; CARPESI, R. H.; TOEBEI, M. Êxodo seletivo, masculinização e envelhecimento da população rural na região central do Brasil. **Ciência Rural**., v. 41, n. 9, p. 1674-1680, 2011.

GONG, L.; RAN, Q.; HE, G.; TIYIP, T. A soil quality assessment under different land use types in Keriya river basin, Southern Xinjiang, China. **Soil & Tillage Research**. v. 146, p. 223–229, 2015.

GRECZYSZN, F. R.; FAVARÃO, S. C. M. Perfil socioeconômico de agricultores feirantes da microrregião de campo mourão-PR. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 10-17, 2013.

GUILHOTO, J. M.; AZZONI, C. R.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S. M.; DINIZ, B. P. C.; MOREIRA, G. R.; C. **PIB da agricultura familiar Brasil: Estados**. Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD). 2007, 172p.

HU, T.; SØRENSEN, P.; OLESEN, J. E. Soil carbon varies between different organic and conventional management schemes in arable agriculture. **European Journal of Agronomy**. v. 94, p. 79–88, 2018.

HU, W.; ZHANG, Y.; HUANG, B. TENG, Y. Soil environmental quality in greenhouse vegetable production systems in eastern China: current status and management strategies. **Chemosphere**. v. 170, p. 183-195, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico, 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama>. Acesso em 21 de agosto de 2019.

KAWAVATA, C. K. H.; FOIS, D. A. F.; COPPO, J. C.; NETO, A. A. Influência de doses e de duas fontes de potássio no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo. **Investigación Agraria**. v. 19, n. 1, p. 28-34, 2017.

KIBA, D. I.; ZONGO, N. A.; LOMPOA, F.; JANSAB, J.; COMPAORE, E.; SEDOGO, P. M.; FROSSARD, E. The diversity of fertilization practices affects soil and crop quality in urban vegetable sites of Burkina Faso. **European Journal of Agronomy**. v. 38, p. 12– 21, 2012.

KREJCOVÁ, A.; NÁVESNÍK, J.; JICÍNSKÁ, J.; CERNOHORSKY, T. An elemental analysis of conventionally, organically and self-grown carrots. **Food Chemistry**. v. 192, p. 242–249, 2016.

LACOMBE, C.; COUIX, N.; HAZARD, L. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 208–220, 2018.

LAHOZ, I.; BRONDO, M. M.; MARTÍ, R.; MACUA, J. I.; CAMPILLO, C.; SALVADOR ROSELLÓ, S.; CORN EJO, J. C. Influence of high lycopene varieties

and organic farming on the production and quality of processing tomato. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 128–137, 2016.

LIMA, A. C. R.; BRUSSAARD, L.; TOTOLA, M. R.; HOOGMOED, W. B.; GOEDE, MAFFEI, D. F.; ALVARENGA, V. O.; SANT'ANA, A. S.; FRANCO, B. D. G. M. Assessing the effect of washing practices employed in Brazilian processing plants on the quality of ready-to-eat vegetables. **Food Science and Technology**. v. 69, p. 474-481, 2016.

MAFFEI, D. F.; SILVEIRA, N. F. A.; CATANOZI, M. P. L. M. Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. **Food Control**. v. 29. p. 226-230, 2013.

MANJUNATH, M.; KUMAR, U.; YADAVA, R. B.; RAI, A. B.; SINGH, B Influence of organic and inorganic sources of nutrients on the functional diversity of microbial communities in the vegetable cropping system of the Indo-Gangetic plains. **Comptes Rendus Biologies**. v. 341, p. 349–357, 2018.

MANOJLOVIĆ, M.; ČABILOVSKI, R.; NIKOLIĆ, L.; DŽIGURSKI, D.; ŠEREMEŠIĆ, S.; BAVEC, M. Ground cover management and farmyard manure effects on soil nitrogen dynamics, productivity and economics of organically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. subsp. *secalina*). **Journal of Integrative Agriculture** v. 16, n. 4, p. 947–958, 2017.

MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G. J. **Knott's handbook for vegetable growers**. 5 ed. Flórida, USA: John wiley & sons, inc. 2017. 621p.

MDA-Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER)**. Brasília: MDA, 2007. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-captec/pol%C3%ADtica-nacional-de-assist%C3%Aancia-t%C3%A9cnica-e-extens%C3%A3o-rural-pnater>. Acesso em: 20 de agosto de 2017.

MI, W.; SUN, Y.; XI, S.; ZHAO, H.; MID, W.; BROOKES, P. C.; LIU, Y.; WU, L. Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in a low-productivity paddy soil. **Geoderma**. v. 320, p. 23–29, 2018.

MINASNY, B.; HONG, S. Y. HARTEMINK, E. A.; KIM, Y. H. KANG, S. S. Soil pH increase under paddy in South Korea between 2000 and 2012. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 221, p. 205–213, 2016.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada. uma abordagem aplicada**. 3 ed. Belo Horizonte: [s/edit.], 2017. 300p.

MUSYOKA, M. W.; ADAMTEY, N.; MURIUKI, A. W.; CADISCH, G. Effect of organic and conventional farming systems on nitrogen use efficiency of potato, maize and vegetables in the Central highlands of Kenya. **European Journal of Agronomy**. v. 86, p. 24–36, 2017.

NACHIMUTHU, G.; KRISTIANSEN, P.; GUPPY, C.; LOCKWOOD, P.; KING, K. Organic vegetable farms are not nutritionally disadvantaged compared with adjacent conventional or integrated vegetable farms in Eastern Australia. **Scientia Horticulturae**. v. 146, p.164–168p, 2012.

NESBITT, C. J. E; ADLA, S. M. Differences in soil quality indicators between organic and sustainably managed potato fields in Eastern Canada. **Ecological Indicators**. v. 37, p. 119–130, 2014.

NICOLETTO, C.; SANTAGATA, S.; ZANIN, G.; SAMBO, P. Effect of the anaerobic digestion residues use on lettuce yield and quality. **Scientia Horticulturae**. v. 180, p. 207–213, 2014.

OBADE, V. P.; LAL, R. A standardized soil quality index for diverse field conditions. **Science of the Total Environment**. v. 541, p. 424–434, 2016.

PANICO, S. C.; MEMOLI, V.; ESPOSITO, F.; MAISTO, G.; DE MARCO, A. Plant cover and management practices as drivers of soil quality. **Applied Soil Ecology**. p.1-9, 2018.

PECIO, A.; JAROSZ, Z. Long-term effects of soil management practices on selected indicators of chemical soil quality. **Acta Agrobotanica**. v. 69, p. 1-8, 2016.

PINTO, E.; ALMEIDA, A. A.; AGUIAR, A. A. R. M.; FERREIRA, I. M. P. V. O. Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. **Food Chemistry**. v. 152, p. 603–611, 2014.

POEPLAU, C.; DON, A.; VESTERDAL, L.; LEIFELD, J.; WESEMAEL, B. V.; SCHUMACHER, J.; GENSIOR, A. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone: carbon response functions as a model approach. **Global Change Biology**. v. 17, p. 2415-2427, 2011.

PRADEEPKUMAR, T.; BONNY, B. P.; MIDHILA, R.; JOHN, J.; DIVYA, M. R.; ROCHA, C. V. Effect of organic and inorganic nutrient sources on the yield of selected tropical vegetables. **Scientia Horticulturae**. v. 224, p. 84–92, 2017.

PROCHONW, L. I. **Análise de solo, recomendação, calagem e adubação**. Belo Horizonte: Centro de Produções Técnicas, 2009. 388p.

PURCENA, L. L. A.; Di MEDEIROS, M. C. B.; LEANDRO, W. M.; FERNANDES, K. F. Effects of Organic and conventional management of sugar cane crop on soil physicochemical characteristics and phosphomonoesterase activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 62, p. 1456–1463, 2014.

QI, Y.; DARILEK, J. L.; HUANG, B.; ZHAO, Y.; SUN, W.; GU, Z. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. **Geoderma**. v. 149, p. 325–334, 2009.

RAIESI, F.; KABIRI, V. Identification of soil quality indicators for assessing the effect of different tillage practices through a soil quality index in a semi-arid environment. **Ecological Indicators**. v. 71, p. 198–207, 2016.

RATTANASUTEERAKUL, K.; THAPA, G. Status and financial performance of organic vegetable farming in northeast Thailand. **Land Use Policy**. v. 29, p. 456–463, 2012.

REICHERT, J. M.; BERVALD, C. M. P.; RODRIGUES, M. F. KATO, O. R.; REINERT, D. J. Mechanized land preparation in eastern Amazon in fire-free forest-based fallow systems as alternatives to slash-and-burn practices: hydraulic and mechanical soil properties. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 192, p. 47–60, 2014.

SACCO, D.; MORETTI, B.; MONACO, S.; GRIGNANI, C. Six-year transition from conventional to organic farming: effects on crop production and soil quality. **European Journal of Agronomy**. v. 69, p. 10–20, 2015.

SANTOS, H. L.; VASCONCELOS, C. A.; FRANÇA, G. E. Enxofre. **Informe Agropecuário**. v. 2, n. 81, p. 53-54, 1981.

SCHWEIZER, S. A.; SEITZ, B.; VAN DER HEIJDE, M. G. A.; SCHULIN, R.; TANDY, S. Impact of organic and conventional farming systems on wheat grain uptake and soil bioavailability of zinc and cadmium. **Science of the Total Environment**. v. 639, p. 608–616, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**. v. 61, p. 829-837, 2014.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Perfil dos Territórios de Identidade da Bahia**. V.1. Salvador: SEI, 2015, 257p. (Série - Territórios de Identidade da Bahia).

SILVA, V. B.; SILVA, A. P.; DIAS, B. O.; ARAUJO, J. L.; SANTOS, D.; FRANCO, R. P. Decomposição e liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 38, p. 1537-1546, 2014.

SILVA, W. F.; MARQUES, D. J.; SILVA, E. C.; BIANCHINI, H. C.; ISHIMOTO, F. A.; PEREIRA JÚNIOR, M. J. F. Diagnóstico da produção de hortaliças na região metropolitana de Belo Horizonte. **Horticultura Brasileira**. v. 33, p. 368-372, 2015.

SOARES, W., ALMEIDA, R. M. V. R., MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v.4, n. 19, p. 1117-1127, 2003.

SOUZA, C. T.; SOARES, S. R.; QUEIROZ, A. F. S.; SANTOS, A. M. P.; FERREIRA, S. L. C. Determination and evaluation of the mineral composition of breadfruit (*Artocarpus altilis*) using multivariate analysis technique. **Microchemical Journal**. v. 128, p. 84–88, 2016.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**. v. 218, p. 334–343, 2017.

TIECHER, T.; SANTOS, D. R.; RASCHE, J. W. A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F. J. K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 518-527, 2012.

UNESCO. Relatório de Monitoramento Global de EPT. **Ensinar e aprender: alcançar a qualidade para todos**. Paris: UNESCO, 2014. 56p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002256/225654por.pdf>. Acessado em: 19 de Outubro de 2017.

URIBE, S.; HUERTA, E.; GEISSEN, V.; MENDOZA, M.; GODOY, R.; JARQUÍN, A. *Pontoscolex corethrurus* (Annelida: Oligochaeta) indicador de la calidad del

suelo en sitios de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) con manejo tumba y quema. **Revista de Biología Tropical**. v. 60, n. 4, p. 1543-1552, 2012.

USDA. United States Departamento Of Agriculture. Soil Conservation service soil. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Washington: USDA, 2004. 700p.

VALARINI P. J.; OLIVEIRA F. R. A.; SCHILICKMANN S. F.; POPPI R. J. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**. v. 29, p. 485-491, 2011.

WIESMEIER, M.; URBANSKI, L.; HOBLEY, E.; LANG, B.; VON LÜTZOW, M.; MARIN-SPIOTTA, E.; VAN WESEMAELE, B.; RABOT, E.; LIEß, M.; GARCIA-FRANCO, N.; WOLLSCHLÄGER, U.; VOGEL, H. J.; KÖGEL-KNABNER, I. Soil organic carbon storage as a key function of soils: a review of drivers and indicators at various scales. **Geoderma**. v. 333, p. 149–162, 2019.

YANG, L.; SONG, M.; ZHU, A.; QIN, C.; ZHOU, C.; QI, F.; LI, X.; CHEN, Z.; GAO, B. Predicting soil organic carbon content in croplands using crop rotation and fourier transform decomposed variables. **Geoderma**. v. 340, p. 289–302, 2019.

ZUBER, S. M.; BEHNK, G. D.; NAFZIGER, E. D.; VILLAMIL, M. B. Multivariate assessment of soil quality indicators for crop rotation and tillage in Illinois. **Soil & Tillage Research**. v. 174, p. 147–155, 2017.

ARTIGO 2**QUALIDADE DE PLANTAS DE ALFACE PRODUZIDAS SOB SISTEMA
AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL ²**

²Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, em versão na língua inglesa.

QUALIDADE DE PLANTAS DE ALFACE PRODUZIDAS SOB SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL

Resumo: A produção de alimentos nutritivos e livres de contaminantes químicos é essencial para a segurança alimentar, tornando a integração da agricultura com a nutrição fundamental na melhoria do funcionamento dos sistemas alimentares e garantia de uma boa nutrição. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade nutricional e teores de contaminantes em plantas de alface cv. Crespa cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais. Foram coletadas aleatoriamente 4,0 kg de alface em 18 propriedades (nove sob cultivo convencional e nove sob cultivo agroecológico no período de julho a dezembro de 2017 onde foram analisadas a composição nutricional, ingestão média diária (IMD), teores de metais pesados e nitratos. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), análise de componente principal (ACP) e análise de agrupamento hierárquico (AAH). A alface é uma boa fonte de minerais, principalmente de oligominerais, com destaque para o Zn e o Fe que pode fornecer uma parte considerável da IMD desses elementos. As plantas de alface sob cultivo agroecológico apresentaram valores de N, K, Fe e Cu respectivamente 3,7; 1,5; 1,3; 1,5 maiores que a alface sob cultivo convencional e menores ($p < 0,05$) teores de nitrato e Ba. A ACP demonstrou que os elementos responsáveis pela variabilidade das amostras de alfaces foram: umidade, valor calórico, lipídios e teores de Ca, N, P e Cu. Os sistemas agroecológicos contribuem para a produção de plantas de alface com melhor qualidade nutricional, demonstrando que as práticas agrícolas baseadas no uso de matéria orgânica e defensivos alternativos contribuem para produção de alimentos com características nutricionais superiores.

Palavras-chave: Metais pesados, *Lactuca sativa*, sistema de cultivo, nitrato, contaminantes.

QUALITY OF LETTUCE PLANTS PRODUCED UNDER AGROECOLOGICAL AND CONVENTIONAL SYSTEM

Abstract: The production of nutritious and chemical-free foods is essential for food security, making the integration of agriculture with nutrition fundamental in improving the functioning of food systems and ensuring good nutrition. The present work aimed to evaluate the nutritional quality and contaminant contents in lettuce Curly cv. cultivated in agroecological and conventional systems. 4.0 kg were randomly collected in 18 lettuce properties (nine under conventional tillage cultivation agroecologic) in the period from July to December in 2017 were analyzed where the nutritional composition, average daily intake (IMD) levels of heavy metals and nitrates. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA), principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (AAH). Lettuce is a good source of minerals, especially oligominerals, with emphasis on Zn and Fe which can provide a considerable part of the IMD of these elements. Lettuce plants under agroecological cultivation presented N, K, Fe and Cu values, respectively 3,7; 1.5; 1.3; 1.5 larger than lettuce under conventional cultivation and lower ($p < 0.05$) nitrate and Ba. The PCA demonstrated that the elements responsible for the lettuce samples variability were: moisture, caloric value, lipids and Ca, N, P and Cu contents. Agroecological systems contribute to the production of lettuce plants with better nutritional quality, demonstrating that agricultural practices based on the use of organic matter and alternative pesticides contribute to the production of foods with superior nutritional characteristics.

Keywords: Heavy metals, *Lactuca sativa*, culture system, nitrate, contaminants.

QUALIDADE DE PLANTAS DE ALFACE PRODUZIDAS SOB SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL

INTRODUÇÃO

A segurança alimentar parte do princípio de que as pessoas possam produzir ou adquirir suficientes alimentos nutritivos e livres de contaminantes, para satisfazer suas necessidades diárias a fim de levar uma vida ativa e saudável, tornando a integrado da agricultura com a nutrição fundamental para a melhoria do funcionamento dos sistemas alimentares e garantia de uma boa nutrição (FAO, 2017).

Os sistemas agrícolas convencionais com o uso intenso dos solos e das águas subterrâneas provocam profundas consequências para os ecossistemas do mundo e sua capacidade de preservação da biodiversidade, comprometendo a produção de alimentos nutritivos, gerando insegurança alimentar (CHAPPELL e LAVALLE, 2011). Foteinis e Chatzisyneon (2016) relataram que as alfaces cultivadas em sistemas convencionais ocasionaram uma maior contaminação ambiental dos cursos de água doce pelo uso de fertilizantes químicos. Margenat et al. (2018) em trabalhos com alface observaram que poluentes do solo, fungicidas e a qualidade da água de irrigação são os fatores que mais influenciam na contaminação da cultura.

O nitrogênio é o elemento mais absorvido pelas plantas e o aumento do emprego de fertilizantes nitrogenado contribui para o acúmulo de nitrato nas plantas, sendo que 80% do nitrato consumido pelos seres humanos vêm dos vegetais (ALMASI et al., 2018). O nitrato absorvido pode ocasionar a formação de compostos carcinogênicos pela conversão endógena a nitritos em combinação com as aminas (BUTLER, 2015); provocar a redução da captação de iodo pela glândula da tireoide, ocasionando bócio e hipertireoidismo (BAHADORAN et al., 2015) e produzir metaemoglobina (quando o nitrito reage com a hemoglobina) impedindo o transporte de oxigênio (hipoxemia) (BEDALE et al., 2016; CHAN, 2011)

A principal forma de ingestão de metais pesados [arsênico (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), molibdênio (Mo), chumbo (Hg), bário (Ba), cobalto (Co), selênio (Se), zinco (Zn), cobre (Cu) e níquel (Ni)] acontece pelo consumo de vegetais

contaminados (CORGUINHA et al., 2015). A água de irrigação, adição de pesticidas e fertilizantes minerais nos cultivos, contribuem para a contaminação das hortaliças por traços de metais pesados. As plantas acumulam estes elementos nas raízes ou por absorção foliar, acarretando riscos à saúde humana em função da sua toxidez mesmo em baixas concentrações (HADAYAT et al., 2018).

O Cr, Cu, Zn, Mo e Se em baixas concentrações atuam como oligominerais, desempenhando funções estruturais e catalíticas de proteínas e enzimas (CHEN et al., 2018), contudo, a exposição prolongada ao As, Pb Ba e Cd pode ocasionar lesões na pele, neuropatias gastrointestinais, doenças cardiovasculares, fragilidade óssea, distúrbios no funcionamento do fígado e rins e câncer (CORGUINHA et al., 2015; MAHMOOD e MALIK, 2014).

O cultivo agroecológico é baseado na transformação dos sistemas agrícolas por meio do manejo sustentável de modo a proporcionar a produção de alimentos saudáveis, a conservação do meio ambiente, o reaproveitamento de resíduos orgânicos, aumento da matéria orgânica do solo, da produtividade e equilíbrio nutricional das plantas (HOSSAIN E RYU, 2017; SUJA et al., 2017; LACOMBE et al., 2018; MUKHTIAR et al., 2018). Araújo et al. (2014) relataram que práticas como rotação de cultura e adubação adequada, melhoram o estado nutricional da planta e contribui para aumentar a resistência ao ataque de pragas e doenças o que implica em um menor uso de agroquímicos.

A literatura tem demonstrado valores superiores de minerais em cultivos sob adubação orgânica (SOFO et al., 2016; KAPOULAS et al., 2017; SUJA et al., 2017; POPA et al., 2018) e valores mais baixos de nitratos (KONRDÖRFER et al., 2014; KREJCOVÁ et al., 2016; YU et al., 2018).

Os estudos que comparam as hortaliças produzidas em diferentes sistemas de cultivo, em relação ao seu valor nutricional, têm sido realizados, no entanto, muitos são inconclusivos (HOEFKENS et al., 2010). Além disso, existem poucos trabalhos que avaliam a qualidade de hortaliças produzidas em sistemas agroecológicos. A maioria dos estudos são realizados em cultivos orgânicos certificados, pouco praticado pelos produtores de hortaliças no país em função do desconhecimento das formas de produção, dificuldade de aquisição de sementes e fertilizantes de sistemas orgânicos, além dos elevados custos com a certificação.

O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade nutricional e teores de contaminantes de plantas de alfaces cv. Crespa cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Itapetinga. As plantas de alface (*Lactuca sativa*) cv. Crespa foram coletadas no período de julho a dezembro de 2017 em 18 propriedades rurais, sendo nove sob cultivo convencional e nove sob cultivo agroecológico, localizadas nos municípios de Itapetinga, Maiquinique e Macarani, cidades que fazem parte do Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Na identificação dos sistemas de cultivos adotados nas propriedades foram aplicados questionários aos produtores (Anexo I). As principais características das áreas de cultivos estão descritas na Tabela 1. O tamanho médio das áreas variou de 433,45 a 785, 85 m². As propriedades que praticam o cultivo convencional utilizam adubação química com NPK e orgânica (esterco bovino + resíduo de abatedouro + resto de culturas) e defensivos químicos. As propriedades sob cultivo agroecológico utilizam apenas o adubo orgânico (esterco bovino) e realizam controle alternativo de pragas e doenças.

Tabela 1. Características dos sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças de propriedades localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Características	Sistemas de Produção	
	Convencional	Agroecológico
Área média	785,5 m ²	433,47 m ²
Adubação	Composto (esterco bovino + resíduo de abatedouro + resto de culturas) e NPK	Esterco bovino
Manejo	Preparo manual e mecânico, uso de defensivos químicos, calagem.	Preparo manual, uso de defensivos alternativos, rotação de cultura

Coleta e Preparo das Amostras de Alface

Foram coletadas aleatoriamente 4,0 kg de alface cultivada em nove propriedades sob cultivo convencional e nove sob cultivo agroecológico, totalizando 18 propriedades. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos de primeiro uso, fechadas, identificadas, preservadas em caixas isotérmicas e transportadas para o laboratório, onde foram lavadas com água destilada para eliminar as sujidades e secas em folhas de papel toalha. Em seguida foram postas para secar em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 55°C por 72 horas, trituradas por dois minutos e acondicionadas em potes plásticos para a realização das análises.

Análise da Composição Centesimal e Teores de Minerais das Plantas de Alface

A Tabela 2 mostra os métodos utilizados para avaliar a composição centesimal, metais e teores de nitrato das plantas de alface. A umidade do material vegetal foi determinada por técnica gravimétrica em estufa a 105°C até obtenção de peso de constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A fração proteica foi obtida pelo nitrogênio total empregando-se a técnica de Kjeldahl, de acordo com a Official Methods of Analysis AOAC (2016). O nitrogênio protéico da amostra, multiplicado pelo fator de conversão 6,25, corresponderá ao percentual de proteína bruta nas amostras. Os teores de cinzas foram obtidos segundo a AOAC (2016), pela incineração das amostras em mufla a 550°C, por um período de quatro horas para a queima de toda matéria orgânica.

Os valores de fibra bruta foram quantificados pelo método gravimétrico segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O extrato etéreo foi o Intermitente Soxhlet, usando solvente orgânico (éter etílico), de acordo com a AOAC (2016). Para os teores de carboidratos o método utilizado foi o cálculo por diferença conforme a AOAC (2016), segundo a equação:

$$\% \text{Fração Glicídica (FB)} = 100 - (\text{Umidade (\%)} + \text{Extrato Etéreo (\%)} + \text{Proteína (\%)} + \text{Fibra Bruta (\%)} + \text{Cinzas (\%)})$$

Para a determinação do valor calórico (VC) foram utilizados fatores de conversão de Atwater: 4 kcal.g⁻¹ para proteína, 4 kcal.g⁻¹ para carboidratos e 9

kcal.g⁻¹ para lipídeos, de acordo com a equação, conforme Osborne & Voogt (1978).

$$VC = (\% \text{ proteína} \times 4,0) + (\% \text{ extrato etéreo} \times 9,0) + (\% \text{ carboidratos} \times 4,0)$$

A análise do teor de metais (alumínio, bário, boro, cádmio, cálcio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, molibdênio, níquel, potássio, sódio e zinco) foi determinada pelo método de solubilização ácida da Agência Ambiental Norte Americana (United States Environmental Protection Agency - USEPA), SW-846, 3051. O conteúdo de nitrato foi obtido pelo método de Cataldo et al. (1975) que se baseia na complexação do ácido salicílico pelo íon nitrato sendo as absorvâncias medidas em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240) a 410nm. Os resultados foram expressos em mg.100 g⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Métodos utilizados para avaliar a composição centesimal, metais e teores de nitrato das plantas de alface provenientes de propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Componentes	Métodos	Referências
Umidade	Método gravimétrico (105°C)	Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008)
Fração protéica	Digestão sulfúrica (Kjeldahl)	AOAC (2016)
Cinzas	Incineração em mufla a 550°C	AOAC (2016)
Fibra Bruta	Método gravimétrico	Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008)
Lipídios	Método Intermitente Soxhlet	AOAC (2016)
Fração Glicídica	Por diferença segundo equação	AOAC (2016)
Valor calórico	Fatores de conversão de Atwater	Osborne & Voogt (1978)
Metais	Solubilização ácida em microondas	United States Environmental Protection Agency - USEPA), SW-846, 3051
Nitrato	Complexação do ácido salicílico pelo íon nitrato	Cataldo et al. (1975)

Análise Química do Solo nas Áreas de Cultivo Agroecológico e Convencional

Foram coletadas amostras compostas de solo (resultante da coleta de 15 amostras simples) na camada de 0-20 cm de profundidade. Os atributos químicos foram avaliados segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (2017). O pH foi medido em água. A acidez potencial (H+Al) foi mensurada em acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0. Os teores de K, P, Fe, Zn, Cu e Mn foram determinados pela solução de Mehlich e Al, Ca e Mg por solução de KCl 1M. As características físico-químicas dos solos das propriedades sob cultivo convencional e agroecológico são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do solo sob cultivo convencional e agroecológico de produção de hortaliças provenientes de propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

SOLOS	ATRIBUTOS QUÍMICOS										
	pH	Ca	Mg ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-1}$)	K	CTC	P	Fe	Zn (mg.kg^{-1})	Cu	Mn	MO (g.dm^{-3})
CON	6,57	5,43	2,42	0,33	9,29	90,0	143,3	9,39	1,10	52,91	15,22
AGR	6,16	4,06	1,96	0,35	8,17	76,0	107,6	7,43	8,28	42,19	17,22

CON convencional
AGR agroecológico

Análise dos Adubos Orgânicos Utilizados nos Sistemas de Cultivo das Plantas de Alface

De cada propriedade foi coletada uma amostra composta (resultante da coleta de cinco amostras simples) do composto orgânico e do esterco bovino utilizados na adubação das plantas de alface. Os atributos físico-químicos avaliados foram: pH em CaCl_2 0,01 M, umidade total; carbono orgânico (CO), nitrogênio, fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe), relação C/N e matéria orgânica (BRASIL, 2014). A composição dos adubos orgânicos está descrita na Tabela 4.

Tabela 4. Composição química dos adubos orgânicos utilizados nas plantas de alface sob cultivo convencional e agroecológico provenientes de propriedades

rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia (base seca).

Composição	ADUBOS ORGÂNICOS			
	Convencional Composto orgânico		Agroecológico Esterco bovino	
	Média	Max-min	Média	Max-min
Umidade	32,59±6,96	52,05-19,69	7,28±3,14	26,93- 3,14
pH	5,56±0,94	7,40-4,00	7,96±0,92	9,20-6,45
Ca Total	0,98±0,33	1,54-0,50	0,57±0,23	0,90-0,17
Mg Total	0,21±0,16	0,47-0,05	0,25 ^a ± 0,60	0,35-0,16
N Total %	0,66± 0,19	1,21-0,20	0,72 ^a ± 0,42	1,64-0,30
K ₂ O Total	0,24± 0,26	0,68-0,03	0,61 ^a ± 0,24	1,21-0,40
Na Total	1389,44±753,10	3001-300	1408,56±246	1800-1049
(P ₂ O ₅) Total	0,75±0,23	1,22-0,31	0,65 ± 0,17	0,92-0,33
C orgânico	13,02 ±2,58	17,80-6,30	14,60 ^b ± 6,04	27,70-4,70
MO Total	23,95±4,75	32,84-11,64	27,33 ^a ± 11,47	52,45-8,60
C:N	21,23±9,27	63,0-12,35	22,16 ^a ± 6,19	33,52-12,79
Fe	4134,04± 1378,08	6700,00- 2400,00	19564,04 ± 8491,24	32439,0-6700,0
Zn mg.kg ⁻¹	68,11±14,24	89,00-46,00	72,04 ± 22,73	113,0-45,0
Cu	11,00±4,36	18,00-5,00	17,96 ± 4,0	25,0-12,0
Mn	142,56±68,76	252,0-64,0	228,76± 89,93	430,0-117,0

Estimativa do Consumo Médio Diário de Minerais em Folhas de Alfaces

A estimativa do consumo médio diário de minerais (ECM) pela ingestão de folhas de alface produzidas em cultivos agroecológicos e convencionais foi calculado segundo metodologia descrita por Pinto et al. (2014) dada pela fórmula: $ECM = CM_{\text{alface}} \times C_{\text{mineral}}$; onde CM expressa a ingestão diária médio de alface da população brasileira (IBGE, 2011) que é de 3,6 g.dia⁻¹ e C é o conteúdo de minerais nas folhas de alface.

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico Statistical Analysis System (SAS)® Studio e pelo SISVAR versão 5.6. Para o cálculo das médias, desvio padrão, coeficiente de variância, foi aplicado o teste F para verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de cultivo.

Os resultados da composição química das folhas de alface foram submetidos a Análise de componentes de principais (ACP) e Análise de agrupamento hierárquico (AAH) ou análise de clusters. A análise de componente principal (ACP) permite a correlação de diferentes variáveis para avaliar e caracterizar os dados analíticos, constituindo numa importante ferramenta de avaliação de parâmetros nutricionais em alimentos vegetais (SANTOS et al., 2017) além de confirmar diferenças significativas entre os tratamentos analisados (KREJCOVÁ et al., 2016). As associações entre os componentes principais e as variáveis originais foram mensuradas através do coeficiente de correlação de Pearson (MINGOTI, 2017). Assim foram analisadas 18 amostras de alface e 18 de fertilizantes orgânicos, todas em triplicada.

Para as folhas de alface foram mensuradas a composição centesimal, teores de minerais e conteúdo de nitrato, resultando em uma matriz de dados (19 X 108) usado os elementos como colunas e as 108 amostras como linhas.

Os dados foram transformados em função das diferenças de magnitude e as variáveis menos significativas foram removidas para melhorar a explicação da variabilidade dos dados, reduzindo de 19 para sete variáveis (umidade, lipídios, valor calórico, Ca, N, P e Cu) analisadas para a amostra de alface. Após a redução das variáveis foi realizada a Análise de agrupamento hierárquico (AAH) onde os dados foram auto-escalados usado o método de ligação única e as distâncias euclidianas foram usadas para calcular as semelhanças e diferenças entre as amostras (MINGOTI, 2017).

Para demonstrar a variação dos teores de minerais, nitrato e escores dos componentes principais foram plotados em boxplots e gráficos utilizando o programa SigmaPlot v.11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios da composição centesimal das folhas de alface fresca e os intervalos de concentração são demonstradas na Tabela 6. Os dados encontrados nessa pesquisa sobre a composição da alface estão de acordo com a faixa de concentração descrita na tabela de composição dos alimentos da United States Department of Agriculture Food Composition Databases (USDA,

2011. Os valores de lipídios (0,81%), proteínas (0,09%) e fibra bruta (1,75%) foram maiores ($p < 0,05$) nas plantas de alface sob cultivo agroecológico, confirmando a influência das práticas agroecológicas na melhoria da composição nutricional dos alimentos.

A disponibilização mais lenta de N presente no solo nos sistemas agroecológicos pode fazer com que o metabolismo das plantas seja direcionado para aumentar produção de aminoácidos essenciais elevando assim o teor de proteínas (YU et al., 2018).

A umidade é um fator que interfere na qualidade nutricional dos alimentos sendo um indicador importante para medir o teor de minerais, proteínas e carboidratos (HERENCIA et al., 2011; YU et al., 2018). Nesse estudo foi observado menor valor ($p < 0,05$) de umidade nas folhas de alface sob cultivo convencional (Tabela 6). No entanto, um número comparativo de estudos observou maior conteúdo de matéria seca e conseqüentemente menor umidade em hortaliças adubadas organicamente (HERENCIA et al., 2011; LOMBARDO et al., 2017; SUJA et al., 2017).

Além da adubação, fatores como estresse hídrico, ocasionado pelos longos períodos sem chuva na região de cultivo convencional, pode ocasionar o fechamento dos estômatos por reduzir a perda de água e com isso contribuir com o aumento da matéria seca nas plantas de alface (ORSINI et al., 2016).

O teor de cinzas foi superior ($p < 0,05$) nas alfaces sob cultivo convencional (Tabela 6), resultado que concorda com os observados por Lombardo et al. (2012) que registraram valores superiores de cinzas em batatas cultivadas convencionalmente, justificado, pelas características físico-químicas do solo de cultivo convencional que apresentam maiores concentrações de elementos minerais, como observado nos solos sob cultivo convencional desse estudo (Tabela 3).

O baixo valor calórico das folhas de alface variando de 13,22 a 14,89 kcal.100g⁻¹ para os sistemas convencionais e agroecológicos, respectivamente, comparada a batata que possui em média 86 kcal.100g⁻¹ (USDA, 2011) confirma os efeitos da ingestão de alface para a redução do peso corporal e melhoria da saúde de indivíduos obesos (Tabela 6).

Tabela 6. Composição centesimal de plantas de alface frescas em base úmida (b. u.) produzidas em sistema de cultivo convencional e agroecológico provenientes

de propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Fatores (bu%)	Sistemas de Cultivo				ANOVA	
	Convencional		Agroecológico		F	p
	Média	Max-min	Média	Max-min		
Umidade	95,13± 0,55	98,30-96,22	95,53 ± 0,77	96,52-93,48	23,93**	0,00
Cinzas	0,53± 0,36	1,21-0,09	0,42± 0,41	1,77-0,02	12,41**	0,00
Lípidios	0,74± 0,17	1,06-0,55	0,81 ± 0,14	1,16-0,63	28,02**	0,00
Proteínas	0,07± 0,04	0,16 -0,04	0,09 ± 0,04	0,18-0,06	143,20**	0,00
Fibra Bruta	1,55± 0,36	2,26-0,93	1,75± 0,59	2,82-1,11	8,60**	0,00
Carboidratos	1,98± 0,57	3,10-0,74	1,39± 0,47	2,30-0,27	41,22**	0,00
V. Calórico	14,89±3,25	20,92-8,38	13,22± 2,58	18,06-8,28	22,21**	0,00

**p<0,01.

O efeito do sistema de cultivo foi significativo ($p<0,01$) para todos os minerais analisados com exceção do Na ($f=2,75$, $p=0,10$). Os elementos minerais e a faixa de concentração estão de acordo com os limites descritos na literatura (KIBA et al., 2012; BASLAN et al., 2014; PINTO et al. 2014; CARVALHO et al., 2018) exceto para os teores de Fe. O conteúdo médio de Fe de 299,56 e 422,72 mg.kg^{-1} de peso seco, registrado nesse estudo foram 3 a 8 vezes maiores que os valores descritos por Baslan et al. (2014), influenciado pela composição dos adubos utilizando no cultivo (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de minerais em folhas de alfaces (b.s.) cultivadas em sistemas convencionais e agroecológicos provenientes de propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Minerais (b.s)	ALFACES				ANOVA	
	Convencional		Agroecológico		F	p
	Média	Max-min	Média	Max-min		
Ca Total	12,57± 1,90	17,0-9,16	7,15± 1,48	10,10-4,31	193,90**	0,00
Mg Total	4,47 ± 3,51	12,70-2,50	3,01± 0,61	4,34-2,20	7,82**	0,01
N Total g.kg ⁻¹	28,96 ± 9,29	46,13-12,7	43,02± 11,28	80,14-29,77	39,11**	0,00
K ₂ O Total	48,33± 22,57	78,0-12,70	62,85± 6,67	78,0-53,55	104,68**	0,00
P ₂ O ₅ Total	10,55± 3,04	15,80-4,30	5,34± 1,78	12,0-3,87	54,27**	0,00
Na Total	13,75± 3,03	46,13-12,70	13,08± 0,94	15,80-11,96	2,76 ^{ns}	0,10
Fe	299,56± 160,28	715-143,5	422,72± 541,54	2306,5-97,0	6,17*	0,02
Zn	42,28± 18,31	89,0-11,0	21,34± 8,83	41,0-7,50	76,40	0,00
Cu	1,45± 1,50	5,00-0,0	5,41± 2,21	10,50-0,75	103,83**	0,00
Mn mg.kg ⁻¹	48,19±11,36	71,00-26,00	42,52±12,10	70,00-19,50	6,62	0,01
As	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Ba	35,06 ^a ± 15,62	61,71-16,03	20,29± 3,94	26,91-15,10	201,67**	0,00
Cd	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Co	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Cr	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Mo	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Ni	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Se	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-
Hg	nd ^a	-	nd ^a	-	-	-

^aValores abaixo do limite de detecção do método Arsênio (>5,64 mg.kg⁻¹), Cádmio (>6,27 mg.kg⁻¹), Cobalto (>6,09 mg.kg⁻¹), Cromo (>4,55 mg.kg⁻¹), Molibdênio (>7,69 mg.kg⁻¹), Níquel (> 5,48 mg.kg⁻¹), Selênio (>6,11 mg.kg⁻¹) e Chumbo (>7,87 mg.kg⁻¹). **p<0,01, *p<0,05, ^{ns}Não significativo a p>0,05.

O manejo agroecológico promoveu melhorias no estado nutricional das plantas, principalmente com relação aos teores de N que foram 3,7 vezes superiores em comparação às plantas de alfaces sob cultivo convencional. Resultado semelhante observado por Sofo et al. (2016) que relataram que o manejo orgânico possibilitou melhorias na composição nutricional das plantas de alface, principalmente com relação ao conteúdo de N. Os valores de K, Fe e Cu das alfaces sob manejo agroecológico foram respectivamente, 1,5; 1,3; 1,5 maiores que a alface de cultivo convencional (Figura 2).

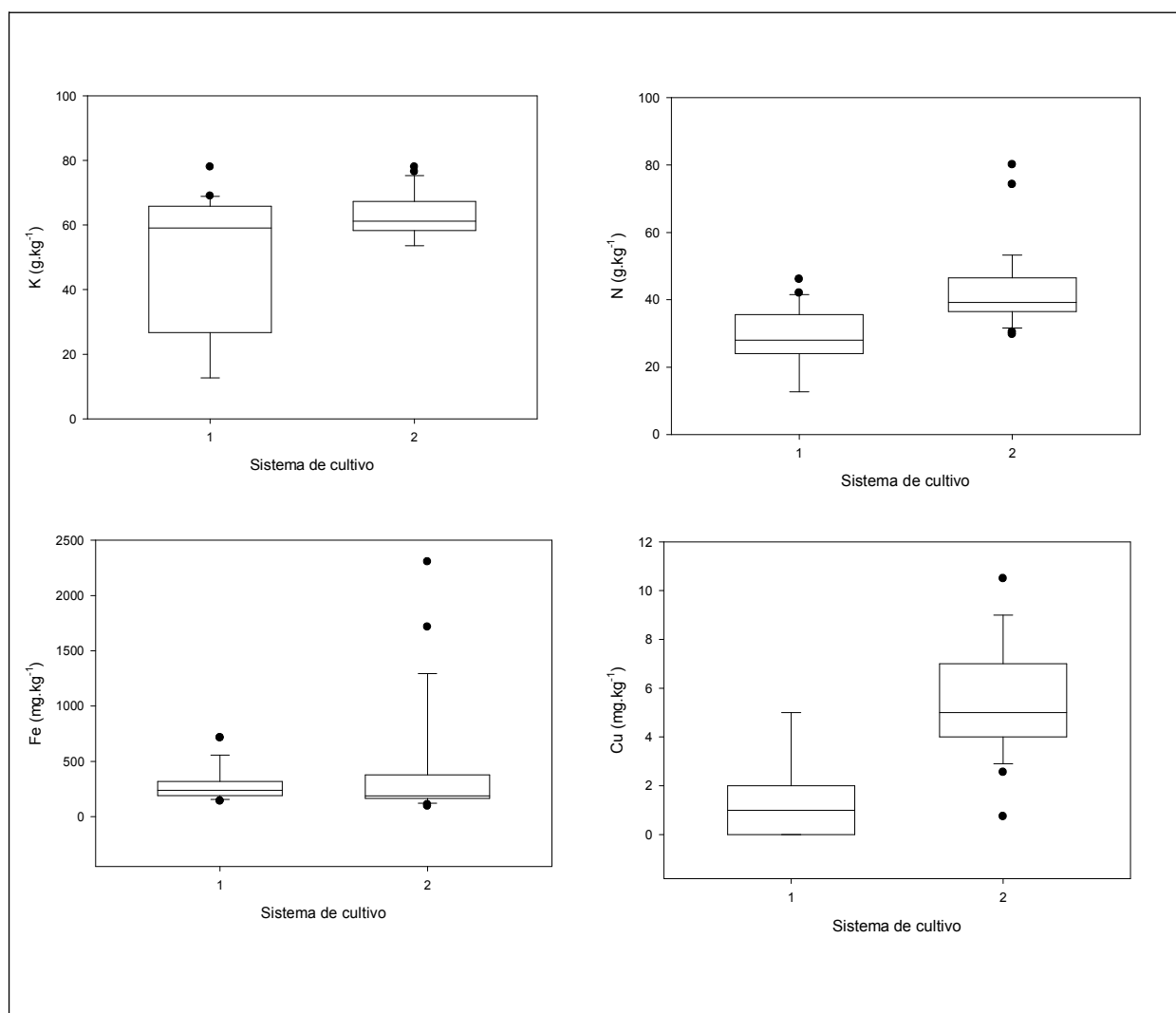


Figura 2. BoxPlot demonstrando a variação dos teores K (potássio), N (nitrogênio), Fe (ferro) e Cu (cobre) em peso seco em amostras de plantas de alface frescas cultivadas em sistema convencional (1) e agroecológico (2) provenientes de propriedades rurais localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

As diferentes práticas de manejo agroecológico, como a diminuição da frequência de irrigação para o controle de pragas e doenças pode provocar alterações no metabolismo da planta como elevação dos teores de nutrientes em resposta ao estresse abiótico. Além disso, a fertilização orgânica melhora a absorção de nutrientes pelas plantas porque contribui com o aumento de microrganismos benéficos presentes no solo, a exemplo das rizobactérias promotoras de crescimento vegetal, bactérias diazotróficas e dos fungos

micorrizas arbusculares (KREJCOVÁ et al., 2016; ORSINI et al., 2016; GOMIERO, 2018).

Comportamento semelhante foi observado por Araújo et al. (2014) que relataram que as plantas de alface orgânica apresentaram maiores teores de Cu, Fe, K e Mg, sugerindo que esses minerais são mais encontrados em alface cultivado sem agroquímicos. Kapoulas et al. (2017) concluíram que o cultivo orgânico proporciona um melhor balanço nutricional nas plantas de alface. Rembiałkowska (2007) em estudo comparativo relataram que os vegetais orgânicos de forma geral, têm em média 21% mais ferro em sua composição em comparação aos vegetais sob cultivo convencional.

As maiores concentrações de K e menores de Ca e Mg nas folhas de alface sob cultivo agroecológico (Tabela 7) pode ser justificada pela alta mobilidade de K na planta e concentrações mais elevadas podem interferir na absorção do Ca e Mg. Além disso, os sistemas orgânicos melhoram a fertilidade do solo e aumenta o conteúdo de K disponível para as plantas (HERENCIA et al., 2011).

Os teores de Ca, Mg, P, Zn e Mn foram superiores ($p < 0,05$) nas folhas de alface sob cultivo convencional, fato observado em estudos anteriores com alface (MASARIRAMBI et al., 2010; ARAÚJO et al., 2014; HERNÁNDEZ et al., 2016; SOFO et al., 2016; HADAYAT et al. 2018; YU et al. 2018). Esses resultados podem ser explicados pela combinação da adubação química e orgânica utilizada pelos produtores convencionais avaliados neste estudo que promoveu aumento dos teores desses elementos no solo com maior disponibilidade para as plantas. A ordem geral do conteúdo de minerais nas folhas de alface, independente do sistema de cultivo foi $K > N > Na > Ca > P > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$ (Tabela 7).

Os metais pesados As, Cd, Co, Ni e Hg e os oligominerais Cr, Mo e Se nas folhas de alface ficaram abaixo do limite de detecção do método (5,54; 6,27; 6,09; 5,48; 7,87 mg.kg^{-1} e 4,55; 7,69 e 6,11 mg.kg^{-1}) (Tabela 7), respectivamente, para os dois sistemas de cultivos avaliados. Contudo, os teores de Ba foram superiores no sistema convencional (35,06 mg.kg^{-1}). Hadayat et al. (2018) em trabalhos realizado com vegetais orgânicos e convencionais encontraram teores de 152 mg.kg^{-1} de Ba.

Em sistemas de produção agrícola a contaminação por metais pesados pode acontecer pela utilização de fertilizantes químicos e pesticidas (YU et al.,

2018), além do esterco bovino que pode conter elevadas concentrações de Cd e Zn provenientes dos aditivos alimentares fornecidos a esses animais (SCHWEIZER et al., 2018)

Esses resultados estão de acordo com Araújo et al. (2014) e Krejcová et al. (2016) que não observaram diferença entre os manejos convencionais e orgânicos nos teores de metais em hortaliças. Os baixos níveis de Cd nas folhas de alface indicam um uso equilibrando de insumos no cultivo, pois a alface é uma espécie sensível ao acúmulo de Cd, sendo utilizando inclusive como modelo para identificação, controle e desenvolvimento de estratégias de gestão dos sistemas agrícolas (MATRASZEK et al., 2016).

Os altos valores de pH dos solos das propriedades avaliadas (6,57 e 6,16) podem ter favorecido a imobilização dos metais pesados no solo reduzindo a sua disponibilidade para as plantas (BRETZEL et al., 2016; HERNÁNDEZ et al., 2016), pois a sua absorção e a translocação na planta sofre influência das propriedades do solo como pH, CTC, textura e teor de matéria orgânica, além das condições ambientais e práticas de cultivo (PINTO et al., 2014).

A Tabela 8 apresenta o consumo médio estimado de minerais com a ingestão de folhas de alfaces frescas, considerando um consumo médio da população brasileira de 3,6 g.dia⁻¹ (IBGE, 2011). De forma geral, a alface é capaz de fornecer por meio da ingestão diária, a maioria dos nutrientes necessários ao funcionamento do organismo humano. Contudo essa contribuição na dieta dos brasileiros ainda é pequena dado ao baixo consumo dessa hortaliça.

As folhas de alface são uma boa fonte de Zn, fornecendo a quantidade diária recomendada desse elemento (7,0 mg.dia⁻¹) indispensável para o funcionamento do sistema imunológico. Além disso, por ser consumida geralmente *in natura* mais nutrientes são retidos em relação a outras hortaliças que são processadas, pois o cozimento pode causar perda de minerais (KIM et al., 2016; SOUZA et al., 2016) (Tabela 8).

A ingestão de 100 g de alface é capaz de suprir metade da necessidade de fibra bruta exigida na dieta diária (Tabela 8). Comparado a composição mineral com os dados descrito por Santos et. al. (2016) alface possui quantidades superiores de Fe, Zn, Mn e Cu que a batata-doce, cenoura, repolho e berinjela.

Tabela 8. Estimativa da ingestão média diária (IMD) de minerais e fibra bruta em folhas de alface fresca de cultivo convencional e agroecológico considerando um consumo diária de 3,6 g.dia⁻¹.

Elemento CME (mg.dia ⁻¹) ^a	Sistema de cultivo		Relação (C/A)	IDR/AI ^b Adulto
	Convencional (C)	Agroecológico (A)		
N	5,09	5,90	0,86	-
Ca	2,20	1,66	1,32	1000
Mg	0,78	0,63	1,23	260
P	1,86	1,35	1,37	700
K	8,47	9,18	0,92	4700
Na	2,41	2,23	1,08	1500
Fe	52,49	59,54	0,88	14
Zn	7,40	5,40	1,37	7
Mn	8,42	7,56	1,11	2,5
Cu	0,25	0,55	0,45	900
Fibra Bruta	0,55	0,63	0,87	20-30 g

^a CME: composição média estimada; ^bIDRs (Ingestão diária recomendada, Anvisa, 2004) e AIs (meta para ingestão individual)

A Figura 3 demonstra a variação dos teores de nitrato em folhas de alface. O conteúdo de nitrato foi maior ($p < 0,05$) nas folhas de alface sob cultivo convencional variando de 802,04 a 2586,345 mg.kg⁻¹ de peso fresco) em comparação as folhas de alface sob cultivo agroecológico (variando de 228,55 a 2468,55 mg.kg⁻¹ de peso fresco). Um maior teor de nitrato em alface cultivada em sistemas convencionais, também, foram observados por outros autores: LOMBARDO et al., 2012; BÁRTOVÁ et al., 2013; KONRDÖRFER et al. 2014; KREJCOVÁ et al., 2016; PAVLOU et al., 2017; YU et al., 2018.

Em sistemas agroecológicos de produção de hortaliças a mineralização da matéria orgânica é mais lenta promovendo a absorção mais gradual de N pelas plantas, o que possibilita processos de assimilação de metabólitos, diminuindo assim acúmulo de nitratos na planta. Além disso, a aplicação de fertilizantes minerais no manejo convencional pode elevar os níveis de nitrato na planta pela maior disponibilidade de N nesse tipo de fertilizante (HERENCIA et al., 2011; HERNÁNDES et al., 2016; ORSINI et al., 2016).

O nitrato e o nitrito são ânions do ciclo do nitrogênio encontrados na natureza, sendo os vegetais as principais fontes de contaminação por nitrato (ALMASI et al., 2018). As concentrações de nitrato acima de 0,3% de peso vivo pode ser prejudicial à saúde, estando ligado a casos de câncer (DING et al., 2018) A Ingestão Diária Aceitável (IDA) para nitratos e nitritos preconizados no

Brasil é de 0,06 mg/kg/dia de nitrito e de 3,7 mg/kg/dia para nitrato para indivíduos adultos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

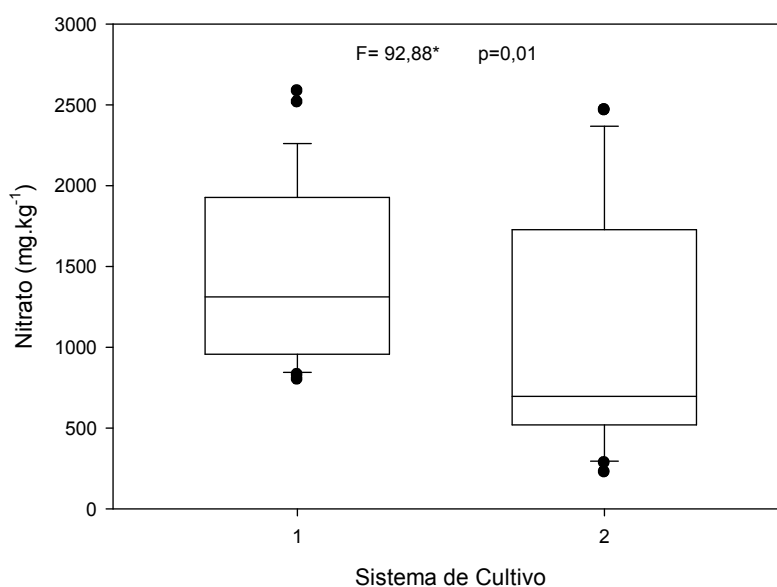


Figura 3. BoxPlot demonstrando a variação dos teores de nitrato (mg.kg^{-1} de matéria fresca) em plantas de alfaces frescas cultivadas em sistemas convencionais (1) e agroecológicos (2). Valores medidos no período de 2017-2018. ($n=108$). Análise de variância (Anova) $*p<0,01$, $**p<0,05$.

A ACP foi capaz de diferenciar as plantas de alfaces dos sistemas agroecológicos e convencionais. As variáveis originais dos três primeiros componentes principais, a variância total e variância acumulada são apresentadas na Tabela 9. As variáveis dominantes para o primeiro componente principal (CP1) foram os teores de umidade, valor calórico, cálcio, nitrogênio, fósforo e cobre, respondendo por 53,07% da variância total. No componente principal dois (CP2) os valores de lipídios e fósforo corresponderam a 34,71% da variância total.

Tabela 9. Correlação entre os componentes principais e as variáveis indicadoras da composição química das folhas de alface cultivadas em sistemas agroecológicos (AGR) e convencionais (CO).

Variáveis	PC1	PC2
Umidade	-0,8310	-0,4669
Lipídios	0,4269	0,8671
Valor Calórico	0,7861	0,4894
Ca	0,7636	-0,5527
N	-0,8193	0,3203
P	0,6599	-0,6535
Cu	-0,7834	0,5085
Variância Total (%)	53,07	34,71
Variância acumulada (%)	53,07	87,78

O gráfico dos escores dos primeiros componentes principais para as amostras de alface está representada na Figura 4. As amostras de alface sob cultivo convencional apresentaram maior valor calórico e teores de cálcio, enquanto as amostras sob cultivo agroecológico demonstram maior umidade, teores de nitrogênio, cobre e lipídios. Kiba et al. (2012) em estudo com alface também observaram que as práticas de fertilização influenciaram no conteúdo de minerais de plantas de alface.

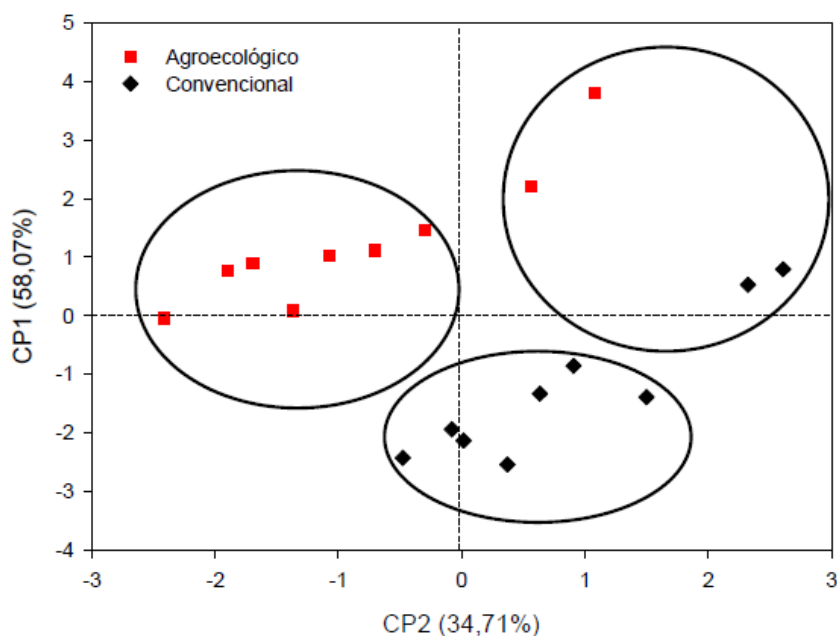


Figura 4. Análise de componentes principais para as médias da composição química das plantas de alfaces produzidas em sistemas de cultivo agroecológico (AGR) e convencional (CO).

A análise de agrupamento hierárquico é uma ferramenta quimiométrica complementar a ACP. O dendrograma da Figura 5 demonstra a formação de três

agrupamentos baseado no corte da maior distância entre os grupos. Dentre os agrupamentos observa-se a diferenciação entre os sistemas (convencional e agroecológicos) e um grupo formado por amostras (AC2, AC7, AG8 e AG9), indicando que embora as plantas de alfaces tenham sido produzidas em sistemas de cultivos diferentes apresentaram composições químicas semelhantes. Esses resultados podem ser explicados pelas similaridades entre as práticas de manejo realizadas em ambos os sistemas, como o uso de adubação orgânica. Os agrupamentos formados, são compatíveis aos observados na ACP.

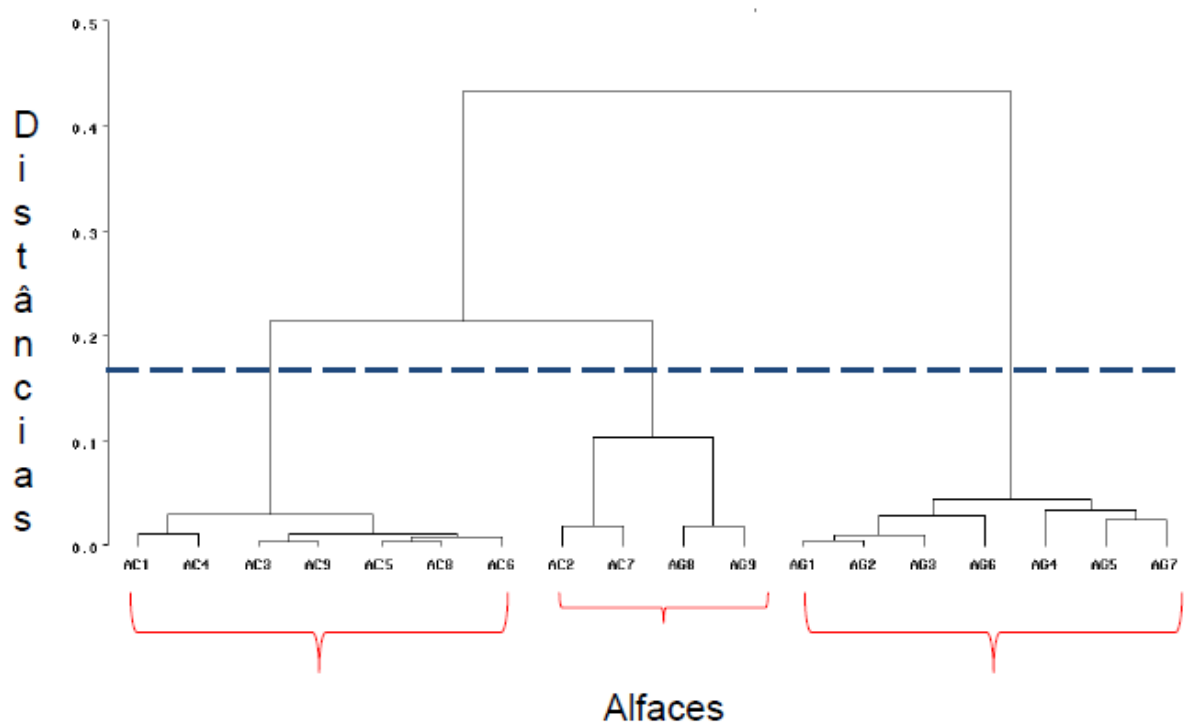


Figura 5. Dendrograma com o agrupamento das amostras de plantas de alface produzidas em sistemas convencionais (CO) e agroecológicos (AGR).

CONCLUSÃO

A alface é uma cultura rica em minerais, principalmente Zn e Fe que pode atender uma parte considerável da ingestão média diária (IMD) desses elementos.

Os sistemas agroecológicos contribuem para a produção de plantas de alface com melhor qualidade nutricional, demonstrando que as práticas agrícolas baseadas no uso de matéria orgânica e defensivos alternativos contribuem para

produção de alimentos com características nutricionais superiores que por sua vez é a base para a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ALMASI, A.; MOHAMMADI, M.; DARGAHI, A.; AMIRIAN, F.; MOTLAGH, Z. J.; AHMADIDOUST, G.; NOORI, M. Nitrogenous contamination in Iranian vegetables: a review. **Polish Journal of Environmental Studies**. v. 27, n. 6, p. 2405-2016, 2018.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, 2016. 1141p.

ARAÚJO, D. F.; SILVA, A. M. R. B.; LIMA, L. L. A.; VASCONCELOS, M. A. S.; ANDRADE, S. A. C.; SARUBBO, L. A. The concentration of minerals and physico chemical contaminants in conventional and organic vegetables. **Food Control**. v. 44, p. 242-248, 2014.

BAHADORAN, Z.; MIRMIRANA, P.; JEDDIB, S.; AZIZIC, F.; GHASEMIB, A.; HADAEGHD, F. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 51, p. 93–105, 2016.

BÁRTOVÁ, V.; DIVIS, J.; BÁRTA, J.; BRABCOVÁ, A.; SVAJNEROVÁ, M. Variation of nitrogenous components in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers produced under organic and conventional crop management. **European Journal of Agronomy**. v. 49, p. 20-31, 2013.

BEDALE, W.; SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**. v. 120, p. 85–92, 2016.

BRASIL. **Manual de métodos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos e corretivos**. Brasília: MAPA. 2014. 220p.

BRETZEL, F.; CALDERISI, M.; SCATENA, M.; PINI, R. Soil quality is key for planning and managing urban allotments intended for the sustainable production of home-consumption vegetables. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 23, p. 17753–17760, 2016.

BUTLER, A. Nitrites and nitrates in the human diet: carcinogens or beneficial hypotensive agents? **Journal of Ethnopharmacology**. v. 167, p. 105–107, 2015.

CARVALHO, R. S. C.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Influence of the use of wastewater on nutrient absorption and production of lettuce grown in a hydroponic system. **Agricultural Water Management**, v. 203, p. 311–321, 2018.

CATALDO, D. A.; LAROON, L. L. L.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. **Commun. Soil Science and Plant Analysis**. v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.

CHAN, T. Y. K. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. **Toxicology Letters**. v. 200, p. 107–108, 2011.

CHAPPELL, M. J.; LAVALLE, L. A. Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. **Agriculture and Human Values**. v. 28, p. 3-26, 2011.

CHEN, Z.; HAN, Y.; NING, K.; LUO, C.; SHENG, W.; WANG, S.; FAN, S.; WANG, Y.; WANG, Q. Assessing the performance of different irrigation systems on lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the greenhouse. **Public Library of Science**. v. 4, p. 1-18, 2019.

CORGUINHA, A. P. B.; SOUZA, G. A.; GONCALVES, V. C.; CARVALHO, C. A.; LIMA, W. E. A.; MARTINS, F. A. D.; YAMANAKA, C. H.; FRANCISCO, E. A. B.; GUILHERME, L. R. G. Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 37, p. 143–150, 2015.

DING, Z.; JOHANNINGSMEIER, S. D.; PRICE, R.; REYNOLDS, R.; TRUONG, V.; PAYTON, S. C.; BREIDT, F. Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products. **Food Control**. v. 90, p. 304-311, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2017. 574p.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **América Latina e o Caribe: panorama da segurança alimentar e nutricional: sistemas alimentares sustentáveis para acabar com a fome e a má nutrição**. Santiago: FAO, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i6977o.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

FOTEINIS, S.; CHATZISYMEON, E. Life cycle assessment of organic versus conventional agriculture: a case study of lettuce cultivation in Greece. **Journal of Cleaner Production**. v. 112, p. 2462-2471, 2016.

GOMIERO, T. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: findings and issues. **Applied Soil Ecology**. v. 123, p. 714–728, 2018.

HADAYAT, N.; OLIVEIRA, L. N.; SILVA, E.; HAN, L.; HUSSAIN, M.; LIU, X.; MA, L. Q. Assessment of trace metals in five most-consumed vegetables in the US: conventional vs. organic. **Environmental Pollution**. v. 243, p. 292-300, 2018.

HERENCIA, J. F.; GALAVÍS, P. A. G.; DORADO, J. A. R.; MAQUEDA, C. Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. **Scientia Horticulturae**. v. 129, p. 882–888, 2011.

HOEFKENS, C.; SIOEN, I.; BAERT, K.; MEULENAER, B.; HENAUW, S.; VANDEKINDEREN, I.; DEVLIEGHERE, F.; OPSOMER, A.; VERBEKE, W.; VAN CAMP, J. Consuming organic versus conventional vegetables: the effect on nutrient and contaminant intakes. **Food and Chemical Toxicology**. v. 48. p. 3058–3066, 2010.

HOSSAIN, M. B.; RYU, K. S. Effects of organic and inorganic fertilizers on lettuce (*Lactuca sativa* L.) and soil properties. **SAARC Journal Agriculture**. v. 15, n. 2, p. 93-102, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. 1020p. (Edição digital).

KAPOULAS, N.; KOUKOUNARAS, A.; ILIC, Z. S. Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. **Scientia Horticulturae**. v. 219, p. 310–318, 2017.

KIBA, D. I.; ZONGO, N. A.; LOMPOA, F.; JANSAB, J.; COMPAORE, E.; SEDOGO, P. M.; FROSSARD, E. The diversity of fertilization practices affects soil and crop quality in urban vegetable sites of Burkina Faso. **European Journal of Agronomy**. v. 38, p. 12– 21, 2012.

KIM, M. J.; MOON, Y.; TOU, J. C.; MOU, B.; WATERLAND, L. N. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 49, p. 19–34, 2016.

KONRDÖRFER, K.; WEIZENMANN, M. KREUTZ, D. H.; MACIEL, M. J.; SOUZA, C. F. V.; LEHN, D. N. Quantificação de minerais, nitratos e nitritos em hortaliças orgânicas e convencionais. **Revista CIATEC**. v. 6. p. 31-39, 2014.

KREJCOVÁ, A.; NÁVESNÍK, J.; JICÍNSKÁ, J.; CERNOHORSKY, T. An elemental analysis of conventionally, organically and self-grown carrots. **Food Chemistry**. v. 192, p. 242–249, 2016.

LACOMBE, C.; COUIX, N.; LAURENT HAZARD, L. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 208–220, 2018.

LOMBARDO, S.; PANDINO, G.; MAUROMICALE, G. The effect on tuber quality of an organic versus a conventional cultivation system in the early crop potato. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 62, p. 189–196, 2017.

MAHMOOD, A.; MALIK, R. N. Human health risk assessment of heavy metals via consumption of contaminated vegetables collected from different irrigation sources in Lahore, Pakistan. **Arabian Journal of Chemistry**. v. 7, p. 91–99, 2014.

MARGENAT, A.; MATAMOROS, V.; DÍEZ, S.; CAÑAMERAS, N.; COMAS, J.; BAYONA, J. M. Occurrence and bioaccumulation of chemical contaminants in lettuce grown in peri-urban horticulture. **Science of the Total Environment**. v. 637–638, p. 1166–1174, 2018.

MASARIRAMBI, M, T.; HLAWE, M. M.; OSENI, O. T.; SIBIYA, T. E. Effects of organic fertilizers on growth, yield, quality and sensory evaluation of red lettuce (*Lactuca sativa* L.) ‘Veneza Roxa’. **Agriculture and Biology Journal of North America**. v. 1, n. 6, p. 1319-1324, 2010.

MATRASZEK, R.; NOWAK, B. H.; CHWIL, S.; CHWIL, M. Macroelemental composition of cadmium stressed lettuce plants grown under conditions of intensive sulphur nutrition. **Journal of Environmental Management**. v. 180, p. 24-34, 2016.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. 3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. 300p.

MUKHTIAR, A.; WAQAR, A.; KHALIL, M. K.; TARIQ, M.; MUHAMMAD, S.; HUSSAIN, A.; KAMAL, A. Evaluating the potential organic manure for improving wheat yield and quality under agro-climatic conditions of Pakistan. **Advances in Crop Science and Technology**. v. 6, n. 2, p. 1-4, 2018.

ORSINI, F.; MAGGIO, A.; ROUPHAEL, Y.; PASCALE, S. Physiological quality” of organically grown vegetables. **Scientia Horticulturae**. v. 208, p. 131–139, 2016.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978. 47p.

PAVLOU, G. C.; EHALIOTIS, C. D.; KAVVADIAS, V. A Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 111, p. 319–325, 2007.

PINTO, E.; ALMEIDA, A. A.; AGUIAR, A. A. R. M.; FERREIRA, I. M. P. V. O. Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: influence of soil composition. **Food Chemistry**. v. 152, p. 603–611, 2014.

POPA, M. E.; MITELUT, A. C.; POPA, E. E.; STAN, A.; POPA, V. I. Organic foods contribution to nutritional quality and value. **Trends in Food Science & Technology**. p. 1-4, 2018.

REMBIAŁKOWSKA, E. Quality of plant products from organic agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 87, p. 2757–2762, 2007.

SANTOS, A. M. P.; JEANE S. LIMA, J. S.; SANTOS, I. F.; SILVA, E. F. R.; SANTANA, F. A.; ARAUJO, D. G. G. R.; SANTOS, L. O. Mineral and centesimal composition evaluation of conventional and organic cultivars sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) using chemometric tools. **Food Chemistry**. p. 1-6, 2017.

SAS Institute. SAS/STAT procedure guide for personal computers. version 8.1. 1v. Cary, 1999-2000.

SCHWEIZER, S. A.; SEITZ, B.; VAN DER HEIJDENC, M. G. A.; SCHULIN, R.; TANDY, S. Impact of organic and conventional farming systems on wheat grain

uptake and soil bioavailability of zinc and cádmium. **Science of the Total Environment**. v. 639, p. 608–616, 2018.

SOFO, A.; LUNDEGÅRDH, B.; MÅRTENSSON, A.; MANFRA, M.; PEPE, G.; SOMMELLA, E.; DE NISCO, M.; TENORE, G. C.; CAMPIGLIA, P.; SCOPA, A. Different agronomic and fertilization systems affect polyphenolic profile, antioxidant capacity and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 106–115, 2016.

SOUZA, C. T.; SOARES, S. R.; QUEIROZ, A. F. S.; SANTOS, A. M. P.; FERREIRA, S. L. C. Determination and evaluation of the mineral composition of breadfruit (*Artocarpus altilis*) using multivariate analysis technique. **Microchemical Journal**. v. 128, p. 84–88, 2016.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**. v. 218, p. 334–343, 2017.

USDA. United States Department of Agriculture. Soil conservation service soil. **Soil survey laboratory methods manual**. Washington: USDA, 2004. 700p.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils**, 2007. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/3051a.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2017.

WHO. World Health Organization. **Nitrate and nitrite in drinking-water**. 2011. 27p. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf. Acesso em: 02 de setembro de 2017.

YU, X.; GUO, L.; JIANG, G.; SONG, Y.; MUMINOV, M. A. Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. **Acta Ecologica Sinica**. v. 38, p. 53–60, 2018.

ARTIGO 3**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS
EM CULTIVOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM COMUNIDADES
RURAS DO SUDOESTE DA BAHIA³**

³ Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Ciência e Agrotecnologia* em versão na língua inglesa.

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS EM CULTIVOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM COMUNIDADES RURAIS DO SUDOESTE DA BAHIA

Resumo: Os benefícios advindos da ingestão de hortaliças na saúde têm impulsionado o aumento do consumo. O cultivo de hortaliças pode ser realizado de forma convencional e agroecológica, que apresentam diferentes práticas que podem influenciar na qualidade microbiológica das hortaliças folhosas. Assim, o objetivo desse estudo foi quantificar os microrganismos indicadores de higiene: contagem total de mesófilos aeróbios, *Escherichia coli*, bolores e leveduras e *Salmonella* sp. de hortaliças folhosas (alface crespa, couve-folha, rúcula), solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos de propriedades convencionais e agroecológicas localizadas no Sudoeste da Bahia. Foram coletadas 288 amostras no período julho 2017 a março de 2018. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$) e por análises multivariadas (análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamento hierárquico (AAH)). Foi observada uma alta contagem de microrganismos, principalmente nas amostras coletadas no sistema convencional indicando menor qualidade e segurança microbiológica que estão ligadas a fontes de água contaminada por patógenos para a irrigação das hortaliças e adubos orgânicos mal compostado, expressando a necessidade de medidas como boas práticas agrícolas em função dos riscos à saúde advindos do consumo de hortaliças contaminadas

Palavras-chave: *Salmonella* sp., *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea*; *Eruca sativa*; *Escherichia coli*.

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF LEAFY VEGETABLES PRODUCED IN CONVENTIONAL AND AGROECOLOGICAL SYSTEMS IN RURAL COMMUNITIES OF SOUTHWEST BAHIA

Abstract: The benefits occurred from ingesting vegetables for health maintenance have propelled consumption. Vegetable cultivation can be performed in a conventional and agroecological manner, which have different practices that can influence the microbiological quality of leafy vegetables. Thus, the objective of this study was to quantify the hygiene indicator microorganisms: total aerobic mesophil count, *Escherichia coli*, mold and yeast and *Salmonella* sp. leafy vegetables (curly lettuce, kale, arugula), cultivation soil, irrigation water and organic fertilizers of conventional and agroecological properties located in the southwest of Bahia. 288 samples were collected from July 2017 to March 2018. The obtained data were statistically analyzed by the nonparametric Mann-Whitney test ($p \leq 0.05$) and by multivariate analysis (principal component analysis (PCA) and analysis of hierarchical grouping (AHH). A high number of microorganism was observed, especially in samples collected in the conventional system indicating lower quality and microbiological safety that are linked to water sources contaminated by pathogen for irrigation of vegetables and poorly composted organic fertilizers, expressing the need for measures as good agricultural practices due to the health risks arising from the consumption of contaminated vegetables.

Keywords: *Salmonella* sp., *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea*; *Eruca sativa*; *Escherichi Coli*.

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS EM CULTIVOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM COMUNIDADES RURAIS DO SUDOESTE DA BAHIA

INTRODUÇÃO

As hortaliças folhosas são importantes fontes de contaminação por patógenos entéricos, principalmente pelo consumo in natura e nos últimos anos têm se observado o aumento do número de casos de doenças gastrointestinais ligadas a ingestão de hortaliças contaminadas em vários: Ibáñez e Allende, 2017; Jang e Matthews, 2018; Mir et al., 2018; Yu et al., 2018. No Brasil em 2017 foram registrados pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVA) do Ministério da Saúde 441 surtos de doenças gastrointestinais com 6.559 doentes, sendo que 1,08% dos casos são atribuídos ao consumo de hortaliças contaminadas (BRASIL, 2018)

Os principais agentes etiológicos são *Samonella* sp., Coliformes e *Escherichia coli* que podem causar nos seres humanos febre, dor de cabeça, cólicas abdominais, diarreias, náuseas, vômitos e em casos mais graves, doença hemorrágica e morte (SILVA et al., 2017; BRASIL, 2018). Os estudos que avaliaram a contaminação por microrganismos patogênicos em hortaliças folhosas demonstram ser um risco real para a saúde humana (MAISTRÔ et al., 2012; CEUPPENS et al., 2014; HOLVOET et al., 2014; DENIS et al., 2016; MAFFEI et al., 2016b; SSEMANDA et al., 2017; SZCZECH et al., 2018).

A contaminação das hortaliças pode ocorrer em todas as etapas da cadeia produtiva, uma vez que as plantas são cultivadas em campos abertos, estando sujeitas ao contato com os reservatórios naturais de patógenos entéricos (SANTARELLI et al., 2018; PANG et al., 2018). Contudo, a maioria dos estudos avalia a qualidade das hortaliças folhosas prontas para o consumo (MAISTRO et al., 2012; LOSIO et al., 2015; KLINGBEIL et at., 2016; MAFFEI et al., 2016b; NOUSIAINEN et al., 2016) não considerando os fatores de produção como o solo de cultivo, fertilizantes orgânicos e a água utilizada na irrigação (RODRIGUES et al., 2014).

O solo é um ambiente natural de muitos microrganismos, como *Samonella* sp. e *Escherichia coli* que podem sobreviver a depender do tipo de solo, umidade e temperatura por sete a quinze semanas (OLAIMAT e HOLLEY, 2012). O uso de

adubos orgânicos como os esterco, prática comum em cultivos convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças, é uma das principais causas de contaminação microbiológica das olerícolas (KUAN et al., 2017). Os patógenos como *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* O157:H7 podem sobreviver por longos períodos no estrume dependendo da quantidade aplicada e das condições ambientais. Além disso, o esterco mal compostado pode contaminar a água de irrigação e o solo (CEUPPENS et al., 2014; MAFFEI et al., 2016a).

A água de irrigação é também um importante fator de contaminação em virtude da presença de microrganismos patogênicos (HOLVOET et al., 2014; NIGUMA et al., 2017), principalmente porque as fontes mais comuns usadas na irrigação das hortaliças são poços, rios e lagos que são suscetíveis a contaminação pelo homem e por animais (MAFFEI et al., 2016b).

Os cultivos agroecológicos buscam uma nova forma de produção que envolve a transformação de prática agrícolas com participação de agricultores buscando a produção sustentável, por meio de práticas que contribuem para equilíbrio nutricional da planta (LACOMBE e HAZARD, 2018), contribuindo para a redução da sobrevivência e persistência dos microrganismos entéricos no interior das plantas por meio do aumento da sua imunidade (JANG e MATTHEWS, 2018).

Em virtude da produção em contato com o solo, água de irrigação e adubos de animais aliado a seu consumo preferencialmente *in natura*, as hortaliças folhosas são mais avaliadas em relação à influência das práticas de cultivo nas suas características microbiológicas (RODRIGUES et al., 2014; KLINGBEIL et al., 2016; MAFFEI et al., 2016a; QUANSAH et al., 2018; SANTARELLI et al., 2018; SZCZECH et al., 2018). Entretanto, comparado a outros países, o Brasil dispõe de poucos estudos, que avaliam a qualidade microbiológica das hortaliças em sistemas agroecológicos em comparação com os convencionais. Os estudos em geral analisam a qualidade microbiológica de hortaliças orgânicas certificadas, que no Brasil é pouco praticado devido aos altos custos de implantação e/ou desconhecimento das técnicas de cultivo pela maioria dos produtores.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica de hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) e dos fatores de produção (solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos) em sistemas de cultivo convencionais e agroecológicos localizadas no Sudoeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Itapetinga. As plantas foram coletadas no período de julho 2017 a março de 2018 em 12 propriedades rurais (seis de cultivos convencionais e seis agroecológicas) localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia e abrangeu os municípios de Itambé, Itapetinga, Macarani e Maiquinique. A maior parte da região está inserida no semiárido onde incidem os solos Argissolos Eutróficos, além de Chernossolos Háplicos, na faixa leste e Latossolos Distróficos, na faixa oeste, além de altitude variado de 100 a 1.000 m, precipitação de 500 a 950 mm e temperatura médias de 22°C (SEI, 2015)

Para definir os sistemas de produção das hortaliças, foram coletadas informações sobre as práticas de cultivo adotadas nas áreas por meio da aplicação de questionário (Anexo I) e visitas às propriedades.

As áreas selecionadas para o estudo foram classificadas em convencionais e agroecológicas segundo os tipos de insumos utilizados. As propriedades manejadas convencionalmente adotavam a adubação química (NPK) e orgânicas (resíduo de frigoríficos + esterco bovino) e usavam agroquímicos. Os sistemas agroecológicos empregam apenas adubação orgânica (esterco bovino), realizam práticas conservacionistas como rotação de culturas e aplicam defensivos alternativos para o controle de pragas e doenças. As propriedades utilizam água oriundas de rios para a irrigação das hortaliças, de forma manual (regadores) para o manejo agroecológico e com sistema de irrigação por aspersão para as propriedades geridas convencionalmente. As dimensões das áreas de produção variaram entre 0,04 a 0,08 ha. A diversidade de espécies olerícolas cultivadas foi maior nas áreas sob manejo agroecológico (Tabela 1).

Tabela 1. Características gerais das áreas cultivadas em sistemas convencional e agroecológico de produção de hortaliças. Período de julho de 2017 a março de 2018.

Características	Sistemas de Produção	
	Convencional	Agroecológico
Área média	0,08 há (785,50 m ²)	0,04ha (433,47 m ²)
Adubação	Composto (esterco bovino + resíduo de abatedouro + resto de culturas) e NPK	Esterco bovino
Manejo	Preparo manual e mecânico, uso de defensivos químicos, calagem.	Preparo manual, uso de defensivos alternativos, rotação de cultura
Irrigação	Sistema de irrigação -água de rio	Rega manual – água de rio
Espécies cultivadas	Alface, couve-folha, rúcula, coentro, cebolinha	Alface, couve-folha, coentro, cebolinha, tomate, rúcula, cenoura, jiló, quiabo

O plano de amostragem está descrito na Tabela 2. Foram coletas: 180 amostras de hortaliças, 60 de cada espécie [alface (*Lactuca sativa* cv. Crespa), couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e rúcula (*Eruca sativa*)], 36 amostras de solo de cultivo, 36 amostras de água de irrigação e 36 amostras de fertilizantes orgânico em dois sistemas (convencional e agroecológico) em 12 propriedades totalizando 288 amostras. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Legislação Brasileira. Os órgãos oficiais não regulamentam um limite para contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e bolores e leveduras, entretanto a presença destes microrganismos é um indicativo das condições de cultivo e da vida de prateleira do produto final, sendo um importante fator a ser considerando no estudo da qualidade das hortaliças.

Tabela 2. Descrição do plano de amostragem, parâmetros microbiológicos e legislação normativa para amostras de solo, fertilizantes orgânicos, água de irrigação e hortaliças.

Local de Amostragem	Total de Amostras	Parâmetros Microbiológicos	Referências
Solo	36	Coliformes Termotolerantes 1.000 (NMP/g de MS); <i>Salmonella</i> sp, ausência e 10 g de MS Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Instrução Normativa nº 46 de 17/2014/MAPA NE*
Fertilizantes orgânicos	36	Coliformes Termotolerantes 1.000 (NMP/g de MS); <i>Salmonella</i> sp, ausência e 10 g de MS. Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Instrução Normativa nº 46 de 17/2014/MAPA NE
Água de Irrigação	36	E. coli/Coliformes: 2 x 10 ² UFC/100 ml; Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 – CONAMA NE
Hortaliças	180	<i>Salmonella</i> sp ausência em 25g; Coliformes a 45°C/g - 10 ² UFC/g Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – ANVISA NE
Total	288	-	-

*NE: sem limites oficiais

Coleta das Amostras

A coleta das amostras foi realizada no período da manhã entre oito e nove horas e seguiu a metodologia descrita por Rodrigues et al. (2014) com modificações. As plantas foram cortadas logo acima do solo com uma faca previamente higienizada com álcool etílico a 70% e em seguida acondicionada em sacos plásticos estéreis, identificadas com o número da propriedade e data da coleta. Em cada propriedade, foram coletadas 25 plantas aleatoriamente obtendo-se cinco amostras agrupadas com cinco plantas de cada espécie. Para a realização das análises microbiológicas as folhas externas deterioradas das hortaliças foram removidas e descartadas e o restante foi cortado em pedaços.

Foi coletada em uma garrafa de plástico esterilizada uma amostra de 10 L de água utilizada na irrigação dos cultivos em cada propriedade. Antes de cada coleta, as saídas de água de irrigação foram desinfetadas com álcool etílico a 70%. Foram retiradas 15 subamostras de solo das áreas de cultivo para obtenção de uma amostra composta contendo 400 g de solo de cada propriedade estudada. Uma amostra de 400 g de fertilizante orgânico de cada propriedade foi retirada do local de compostagem e colocada em sacolas de plástico estéreis.

As amostras coletadas foram armazenadas em caixas isotérmicas e transportadas para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, *campus* Juvino Oliveira em Itapetinga, para realização das análises microbiológicas.

Análises Microbiológicas

As amostras de 25 g (hortaliças folhosas, solo e fertilizante e 25 ml de água) foram homogeneizadas em 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1% (p/v) e esterilizadas. Posteriormente, foram realizadas diluições decimais em séries consecutivas (10^{-1} a 10^{-8}) das suspensões obtidas, e com auxílio de alça de Drigalsky, foram distribuídas 50 μ l em placas de Petri contendo meio de cultura específico para cada microrganismo pesquisado (Tabela 3).

Na realização das análises estatísticas os resultados foram transformados em logaritmo (\log_{10} UFC/g ou ml).

Tabela 3. Metodologia usada na determinação da qualidade microbiológica das hortaliças folhosas, solo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos.

Análise	Método	Incubação	Reagentes
Contagem total de aeróbios mesófilos	ISO 4833-1:2013 - Contagem de placas	35°C / 48h	Ágar Padrão para contagem (Plate Count Agar – PCA)
<i>Escherichia coli</i> / coliformes fecais	APHA 08:2015	35°C- 24/48h	Agar Vermelho Violeta Bile (VRB), Caldo EC
Bolores e leveduras	ISO 21527-1:2008 Contagem de placas	30°C / 72 h	Ágar Batata Dextrose (BDA)
<i>Salmonella</i>		1.Pré-enriquecimento: 37°C / 18h	1. Água Peptona Tamponada;
	ISO 6579:2002/Corr 1: 2004	2.Enriquecimento seletivo: 2. 37°C/24h	2. Caldo Tetracionado (TT),
		3. Plaqueamento diferencial: 37°C / 24 h	Ágar Bismuto sulfito (BS); Ágar xilose lisina

Análise Estatísticas

Os dados obtidos foram analisados pelos programas estatísticos: Statistical Analysis System (SAS)[®] Studio e pelo Past (Paleontological Statistics) versão 2.16. Para verificar a ocorrência de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de cultivo (agroecológico e convencional) foi aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Para fornecer uma visão geral das amostras foi aplicada a estatística multivariada: Análise componente principal (ACP) e a Análise de agrupamentos hierárquica (AAH) ou análise de clusters.

A ACP foi aplicada aos resultados de contaminação das hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) e dos fatores de produção (solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos) em dois sistemas de cultivo (convencional e agroecológico), com seis repetições. Os dados foram transformados em função das diferenças de magnitude. As associações entre os componentes principais e as variáveis originais foram mensuradas através do coeficiente de correlação de Pearson. Para a AAH os dados foram auto-escalados usado o método de ligação única e as distâncias euclidianas foram usadas para calcular as semelhanças e diferenças entre as amostras (MINGOTI, 2017).

A variação dos teores dos microrganismos nas amostras de solo e fertilizantes e escores dos componentes principais foram demonstradas utilizado o programa SigmaPlot v.11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da prevalência de contaminantes biológicos das folhas de alface, couve-folha e rúcula cultivadas sob manejo agroecológico e convencional estão descritas na Tabela 4. Independente do sistema de cultivo ocorreu algum tipo de contaminação nas hortaliças. Esse resultado foi observado por outros autores e pode ser atribuído ao tamanho das plantas com as folhas que crescem próximas ao solo o que contribui na contaminação por bactérias fecais que podem colonizar a superfície das folhas formando um biofilme (MAISTRO et al., 2012; CEUPPEUS et al., 2014; RODRIGUES et al., 2014; SZCZECH et al., 2018).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos variou de 10^3 a 10^7 tanto para as hortaliças sob cultivo convencional quanto sob cultivo agroecológico. O maior percentual das plantas ($n = 90$, 50%) foi encontrado no

intervalo de 10^3 - 10^4 e 10^6 - 10^7 para as hortaliças folhosas sob cultivo agroecológico e convencional respectivamente, indicando uma menor contagem de microrganismos mesófilos aeróbios para as hortaliças produzidas agroecologicamente. A contagem total de bactérias mesófilos aeróbias reflete as condições de cultivo em que o vegetal foi cultivado e é uma indicação da durabilidade e qualidade microbiológica do produto (MAFFEI et al., 2013).

A contagem de *Escherichia coli* variou de 0 a 10^8 . A menor contaminação foi observada nas plantas sob manejo agroecológico, onde (n = 60, 33,33%) das hortaliças não apresentaram contaminação por *E. coli*. As plantas cultivadas convencionalmente, apenas (n= 10, 5,55%) ficaram dentro dos padrões e estabelecidos pela legislação. Para bolores e leveduras a contagem ficou entre 10^3 e 10^8 . Uma menor contaminação por bolores e leveduras foi verificada nas hortaliças sob cultivo agroecológico, com (n= 80, 44,44%) das amostras entre 10^3 - 10^4 .

Tabela 4. Prevalência de microrganismos em hortaliças folhosas produzidas sistemas de cultivo agroecológico (A) e convencional (C).

Contaminantes	Sistema de cultivo	VARIAÇÃO DO NÚMERO DOS MICRORGANISMOS CONTAMINANTES (%)							
		0-10	10^1 - 10^2	10^2 - 10^3	10^3 - 10^4	10^4 - 10^5	10^5 - 10^6	10^6 - 10^7	10^7 - 10^8
Microrganismos aeróbios mesófilos	A ¹	-	-	-	50,00	11,11	22,22	16,67	-
	C ²	-	-	-	5,55	22,22	22,22	50,0	-
<i>Escherichia coli</i>	A	33,33	-	16,67	-	33,33	16,67	-	-
	C	-	5,55	5,55	11,11	38,89	27,78	5,55	5,55
Bolores e Leveduras	A	-	-	-	44,44	22,23	33,33	-	-
	C	-	-	-	16,67	2,22	50,0	5,55	5,55

¹A= agroecológico, ²C= convencional.

O sistema convencional provocou aumento da contaminação microbiana nas hortaliças folhosas, com exceção das plantas de rúcula (Tabela 5). Resultado oposto ao observado por Kuan et al. (2017) que observaram contagem semelhante de microrganismos mesófilos, bolores e leveduras nas plantas de alface convencionais e orgânicas.

Nas hortaliças folhosas a contagem de aeróbios mesófilos, *Escherichia coli*, bolores e leveduras variou de 4,45-6,11 \log_{10} UFC.g⁻¹; 2,42-5,68 \log_{10} UFC.g⁻¹; 3,97

a $5,35 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$, respectivamente, estando de acordo com os intervalos observados por Wießner et al. (2009) (Tabela 5).

Estudos anteriores demonstram maior grau de contaminação em cultivos que utilizam apenas a adubação orgânica (SZCZECH et al., 2018). Contudo, os sistemas convencionais, deste estudo, além da adubação química, também utilizam a adubação orgânica composta por diferentes materiais orgânicos que apresentaram maior contagem de *Escherichia coli* em relação aos fertilizantes utilizados no sistema de cultivo agroecológico, fato que pode explicar o maior grau de contaminação das plantas cultivadas convencionalmente (Tabela 5). A fertilização com adubos orgânicos de origem animal pode elevar a carga microbiana das hortaliças (SZCZECH et al., 2018).

Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão de microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras de amostras de alface, couve-folha e rúcula de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças.

Microrganismos	Sistema de cultivo	Alface	Couve	Rúcula
		(log ₁₀ UFC.g ⁻¹)		
Microrganismos aeróbios mesófilos	Convencional	5,55 \pm 0,88	6,11 \pm 0,47*	5,63 \pm 1,50
	Agroecológico	4,45 \pm 1,27	4,49 \pm 1,40	4,69 \pm 1,11
<i>Escherichia coli</i>	Convencional	5,68 \pm 2,23*	4,50 \pm 0,86*	3,93 \pm 1,67
	Agroecológico	3,76 \pm 1,26	2,42 \pm 2,72	2,49 \pm 2,75
Bolores e Leveduras	Convencional	5,26 \pm 1,43*	5,35 \pm 0,61	4,77 \pm 0,87
	Agroecológico	3,97 \pm 0,61	4,65 \pm 0,98	4,71 \pm 0,75

Teste de Mann-Whitney ($\rho \leq 0,05$), diferença entre os grupos
*($\rho \leq 0,05$)

Foi observada contaminação na de água de irrigação, solo de cultivo e fertilizantes orgânicos acima do limite permitido pela legislação (CONAMA, 2005; MAPA, 2014), independente do sistema de cultivo. Na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos não foi observada diferença ($\rho \leq 0,05$) entre os sistemas de cultivo para os parâmetros analisados, variando de 3,84 a 4,66

$\log_{10}\text{UFC.ml}^{-1}$ para a água de irrigação e 5,23 a 5,52 $\log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$ para o solo de cultivo e fertilizantes orgânicos, respectivamente (Tabela 6).

Os valores de *E. coli* foram superiores ($p \leq 0,05$) apenas nos fertilizantes orgânicos (4,49 $\log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$) sob sistema convencional (Tabela 6). Este resultado pode ser atribuído a falhas no processo de compostagem, que contribuem para a contaminação do solo por microrganismos patogênicos como *Salmonella* sp. e *E. coli*. Esses microrganismos são adaptados a sobrevivência no solo e na água e podem ainda aderir a superfície da planta ou migrar para seu interior pelo sistema radicular, formando um biofilme na planta, dificultado a higienização e contribuindo para aumentar o grau de contaminação (YARON e RÖMLING, 2014; FRYLING e CAMPEL, 2017; JANG e MATTHEWS, 2018; SZCZECH et al., 2018).

Estudos anteriores observaram que a *E. coli* pode sobreviver no solo adubado com esterco compostado de forma inadequada por até 217 dias e em plantas de alface por 177 dias (ISLAM et al., 2004a), enquanto a *Samonella* sp. pode sobreviver por 231 dias em solos contaminados com esterco mal compostado e 63 e 231 dias em alface e salsa, respectivamente (ISLAM et al., 2004b).

Para bolores e leveduras não houve diferença ($p < 0,05$) entre as variáveis com exceção da água de irrigação das hortaliças cultivadas convencionalmente (Tabela 6).

Além dos fertilizantes orgânicos a água de irrigação é outro grande fator de contaminação de hortaliças frescas. No presente estudo, a irrigação das hortaliças foi realizada utilizando fontes naturais sem controle sanitário e tratamento prévio. Esta é uma prática muito utilizada em produção de hortaliças quando a água provém de rios, córregos e lagos próximos as propriedades, o que pode ser um problema sanitário pois os microrganismos patogênicos podem sobreviver em águas de diferentes origens por longos períodos (OLAIMAT e HOLLEY, 2012; RODRIGUES et al., 2014).

Os produtores convencionais utilizam o sistema de irrigação por aspersão que pode aumentar os riscos de contaminação das culturas, uma vez que a água contaminada é depositada diretamente sobre a superfície das folhas (OLAIMAT e HOLLEY, 2012; KLINGBEIL et al., 2016). Estudos demonstram que os métodos de irrigação influenciam no nível de contaminação das hortaliças (ALUM et al., 2011; NAJAF et al., 2015).

Tabela 6. Valores médios \pm desvio padrão de microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras de amostras de água de irrigação, solo de cultivo e fertilizantes orgânicos de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças.

Microrganismos	Sistema de cultivo	Água	Solo	Fertilizantes orgânicos
		(log ₁₀ UFC.ml ⁻¹)	(log ₁₀ UFC.g ⁻¹)	
Microrganismos aeróbios mesófilos	Convencional	4,66 \pm 0,94	5,31 \pm 0,76	5,23 \pm 0,91
	Agroecológico	3,84 \pm 1,47	5,28 \pm 0,86	5,52 \pm 1,66
<i>Escherichia coli</i>	Convencional	1,32 \pm 2,10	4,19 \pm 2,14	4,49 \pm 2,29*
	Agroecológico	2,62 \pm 1,53	4,11 \pm 2,15	2,99 \pm 3,33
Bolores e Leveduras	Convencional	6,06 \pm 2,01*	5,07 \pm 0,97	5,61 \pm 0,77
	Agroecológico	4,30 \pm 0,25	4,66 \pm 0,70	5,52 \pm 0,47

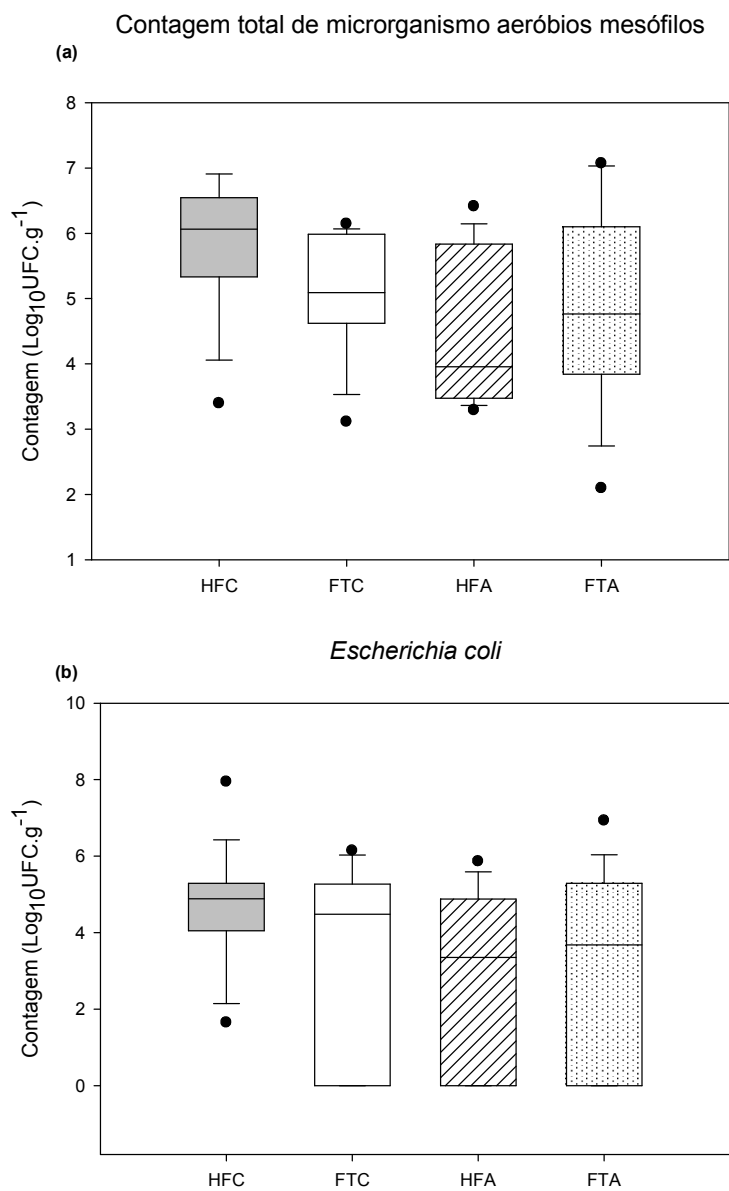
Teste de Mann-Whitney ($\rho \leq 0,05$), diferença entre os grupos
*($\rho \leq 0,05$).

De acordo com os resultados da pesquisa, a compostagem dos resíduos orgânicos foi realizada por um período inferior a dois meses, o que pode contribuir para o aumento da contaminação.

O esterco bovino é considerado a principal fontes de contaminação por *Samonella* e *E. coli* (OLAIMAT e HOLLEY, 2012). Trabalhos anteriores indicam que a duração e a temperatura do processo de compostagem realizada de forma inadequada e um dos principais erros cometidos pelos produtores e contribui para o aumento da contaminação das hortaliças por patógenos (RODRIGUES et al., 2014, SZCZECH et al., 2018). O esterco compostado por um período curto ou em baixas temperaturas pode aumentar a proliferação de microrganismos patogênicos, contribuindo para o aumento da contaminação das hortaliças por microrganismos entéricos (MAFFEI et al., 2016a).

A variação da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e *E. coli* nas hortaliças folhosas (HF) e dos fatores de produção (FT) foi maior nos sistemas agroecológicos, indicando que não existe uma padronização no processo de compostagem da matéria orgânica e na produção de hortaliças de forma reduzir os níveis de contaminação (Figura 2A e B). Para bolores e

leveduras os menores níveis de contaminação foram observados no sistema agroecológico e as maiores variação na contagem de microrganismos foi constatada no manejo convencional (Figura 2C).



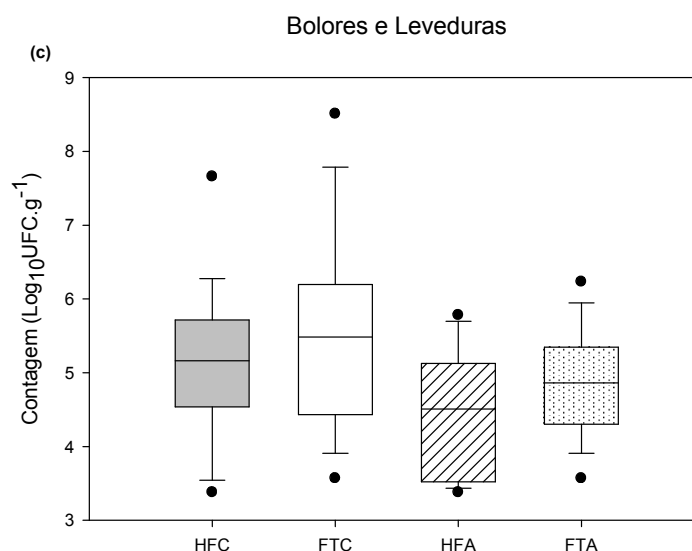


Figura 2. Boxplot com a variação dos teores de microrganismo aeróbicos mesófilos (a), *Escherichia coli* (b) e bolores e leveduras (c) de amostra de hortaliças folhosas (HF) e fatores de produção (solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos) (FT) de sistemas de cultivos convencionais (C) e agroecológicos (A) de produção de hortaliças

As hortaliças folhosas sob cultivo convencional apresentaram contaminação por *E. coli* em todas as amostras analisadas variando de 50 (couve-folha e rúcula) a 100% (alface) de contaminação. A alface apresentou um nível de contaminação maior em comparação a couve-folha e a rúcula que pode ser atribuída ao arranjo entrelaçado das folhas que proporciona condições ideais para a sobrevivência e crescimento dos microrganismos contaminantes (RODRIGUES et al., 2014).

Em estudos comparativos Ilic et al. (2012), avaliaram 657 artigos sobre a contaminação de hortaliças folhosas e observaram que 70% dos estudos são relacionadas a cultura da alface e dentre os microrganismos de maior relevância registrado estão a *E. coli* e a *Salmonella*.

A rúcula e couve-folha produzidas agroecologicamente obtiveram contaminação por *E. coli* em (n= 15, 50%) das amostras analisadas (Tabela 7), resultado semelhante ao observado por Klingbeil et al., 2016 (45,5%) e Maffei et al. (2013) (40%).

O nível de contaminação encontrada nas folhas verdes representa um risco a saúde humana e demonstra a falha no processo de produção. Alguns estudos

demonstram a contaminação de hortaliças folhosas por *E. coli* (OLIVEIRA et al., 2010; MAFFEI et al., 2016a; SZCZECH et al., 2018).

O nível de contaminação por *E. coli* dos solos foi igual (n=15, 83,33%) nos dois sistemas estudados, contudo, a água de irrigação utilizada no sistema convencional apresentou uma menor contaminação (n=6, 33,33%) (Tabela 7). Esses resultados foram menores do que os valores encontrados por Holvoet et al. (2014) na água de irrigação (57,8%) e maiores no solo de cultivo (37%). Outros autores encontraram diferentes níveis de contaminação em água de irrigação na produção de hortaliças 59,2% (HOLVOET et al., 2014), 84,8% (DECOL et al., 2017), 100% (RODRIGUES et al., 2014).

Os fertilizantes orgânicos utilizados nos sistemas agroecológicos obtiveram menor índice de contaminação por *E. coli* (n=9, 50%). A *E. coli* é o único indicador de contaminação fecal de produtos frescos, porque os outros gêneros de coliformes são comuns em fontes não fecais, isso indica que as amostras coletadas, principalmente nos sistemas convencionais apresentam um alto grau de contaminação fecal (CEUPPENS et al., 2014; HOLVOET et al., 2014).

Todas as hortaliças e fatores de produção analisados apresentaram presença de *Samonella* sp., concordando com os resultados de contaminação encontrados por Ceuppens et al. (2014) que observaram presença de *Salmonella* sp. no solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos em fazendas produtoras de alface. Além disso, diversos estudos demonstraram a contaminação por *Salmonella* sp. em hortaliças folhosas frescas (OLIVEIRA et al., 2010, LOSIO et al., 2015; SZCZECH et al., 2018).

Tabela 7. Prevalência de *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. em amostras de alface, couve-folha, rúcula, solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças.

Locais	<i>Escherichia coli</i> (%)		<i>Salmonella</i>	
	Convencional	Agroecológico	Convencional	Agroecológico
Alface	100,00 (n=30)	100,00 (n=30)	Presença	Presença
Couve-folha	100,00 (n=30)	50,00 (n=15)	Presença	Presença
Rúcula	100,00 (n=30)	50,00 (n=15)	Presença	Presença
Solo de cultivo	83,33 (n=15)	83,33 (n=15)	Presença	Presença
Água de irrigação	33,33 (n=6)	83,32 (n=15)	Presença	Presença
Fertilizantes orgânicos	83,33 (n=15)	50,0 (n=9)	Presença	Presença

A aplicação da Análise de componente principal (ACP) ao conjunto de dados possibilitou uma visão geral sobre a contaminação microbiológicas das hortaliças folhosas e dos fatores de produção de sistemas de produção convencionais e agroecológicos.

As cargas das variáveis originais dos três componentes principais, a variância total e variância acumulada para as variáveis indicadoras de contaminação da água de irrigação, solo de cultivo e fertilizantes orgânicos de propriedades convencionais e cultivo agroecológico de produção de hortaliças estão expostas na Tabela 8. As variáveis dominantes para o primeiro componente principal (CP1) foram os microrganismos mesófilos aeróbios ($r=0,8606$) e *Escherichia coli* ($r=0,9119$), respondendo por 51,88% da variância total. No componente principal dois (CP2) os valores de bolores e leveduras ($r=0,9957$) corresponderam a 34,79% da variância total.

Tabela 8. Correlação entre os componentes principais e as variáveis indicadoras de contaminação da água de irrigação, solo de cultivo e fertilizantes orgânicos de sistemas agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Microrganismo aeróbios mesofilos	0,8606	0,0883	-0,5011
<i>Escherichia coli</i>	0,9119	-0,1109	0,3051
Bolores e leveduras	0,0385	0,9957	0,0843
Variância Total (%)	51,88	34,79	13,33
Variância acumulada (%)	51,88	86,67	100,00

O gráfico dos escores dos primeiros componentes principais (CPAs) dos solos de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos dos sistemas de cultivo convencional e agroecológico é representado na Figura 4. Não houve separação nítida entre os sistemas de cultivo (convencional e agroecológicos). Os fatores de produção de forma geral, apresentaram alta contagem de microrganismos, principalmente no sistema convencional. A presença de *E. coli* nas amostras indica contaminação por matérias fecais, pois esses microrganismos são abundantemente encontrados em fezes humanas e animais (PANG et al., 2018). As menores contaminação foram observadas na gestão agroecológica, que pode ser explicado pela melhor qualidade microbiológica dos fertilizantes orgânicos utilizados (Tabela 7).

Esses dados concordam com Rodrigues et al. (2014) que observaram que as fazendas produtoras de hortaliças operam em alto risco de contaminação microbiológica, quando não há um controle do processo de compostagem e procedência da água utilizada na irrigação.

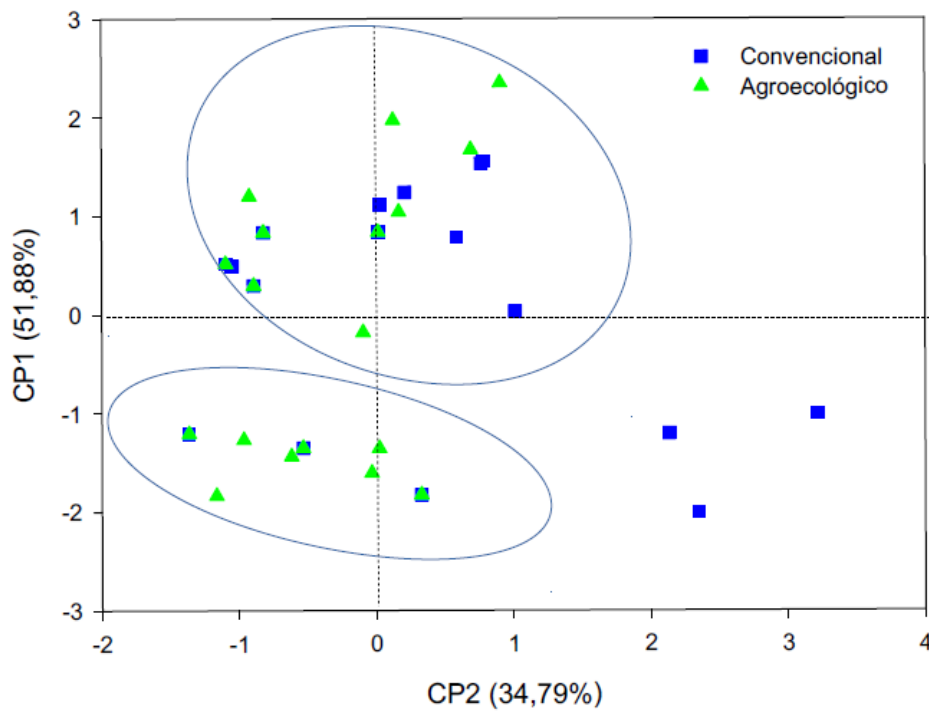


Figura 3. Análise de componentes principais da quantificação dos microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras da água de irrigação, solo de cultivo e fertilizantes orgânicos de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças.

A ACP realizada para as amostras de hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) sob cultivo convencional e agroecológico, confirmou menor contaminação para as plantas cultivadas agroecologicamente, indicando uma melhor qualidade no processo produtivo. A CP1 foi responsável por 68,20% da variância total e está representada pela contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e *E. coli*. O CP2 representou uma maior contagem de bolores e leveduras retratando 30,41% da variação total dos dados (Tabela 9).

A menor contaminação das hortaliças em cultivadas em sistemas agroecológicos pode ser explicada, também, pelo melhor estado nutricional da planta ocasionado pelas práticas agroecológicas, como rotação de culturas, adubação equilibrada, que contribuem para o aumento da imunidade da planta e

diminuição sobrevivência e persistência desses microrganismos no seu interior (NICOLETTO et al., 2014; SOFO et al. 2016; SUJA et al., 2017; JANG e MATTHEWS, 2018).

Tabela 9. Correlação entre os componentes principais e as variáveis indicadoras de contaminação de hortaliças folhosas cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Microrganismo aeróbios mesofilos	0,8597	-0,4493	0,2427
<i>Escherichia coli</i>	0,9039	0,0002	-0,4277
Bolores e leveduras	0,6878	0,6994	0,1944
Variância Total (%)	68,20	30,41	0,91
Variância acumulada (%)	68,20	87,45	100,00

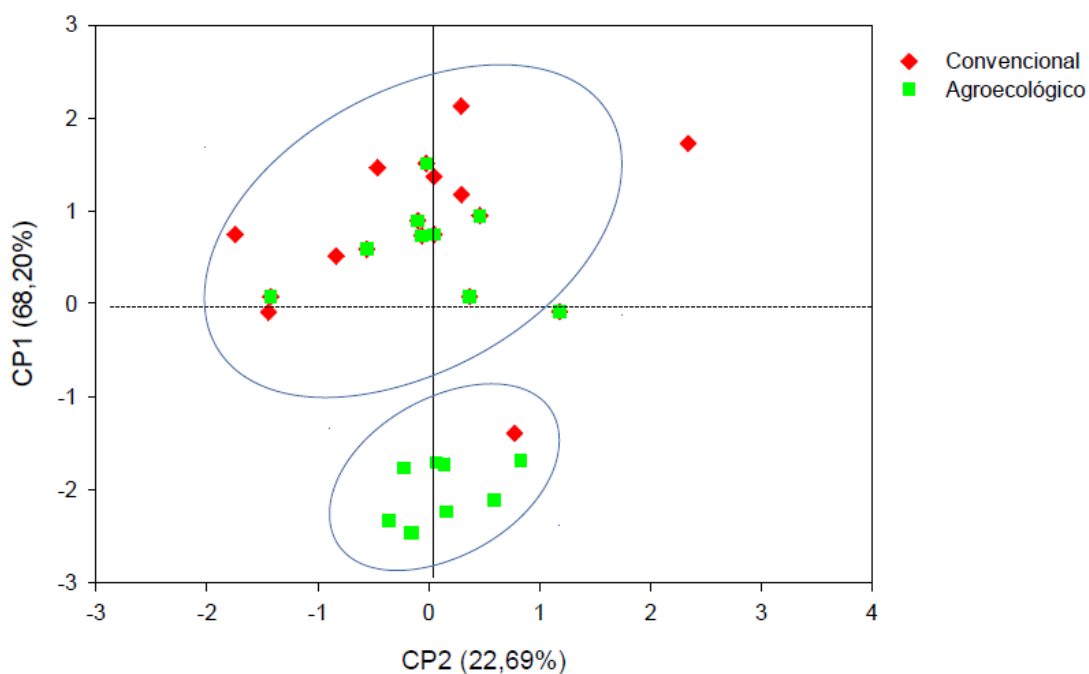


Figura 4. Análise de componentes principais da quantificação de microrganismos aeróbios mesofilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras de hortaliças folhosas de sistemas convencionais e agroecológicos de produção de hortaliças

Na análise de agrupamento foi observado a formação de dois grupos principais (Figura 5). O primeiro formado em sua maioria por hortaliças produzidas no sistema convencional e o segundo pelo agroecológico. Não houve um

agrupamento por espécie de hortaliças e sistema de cultivo, confirmando os resultados observados na ACP (figura 4).

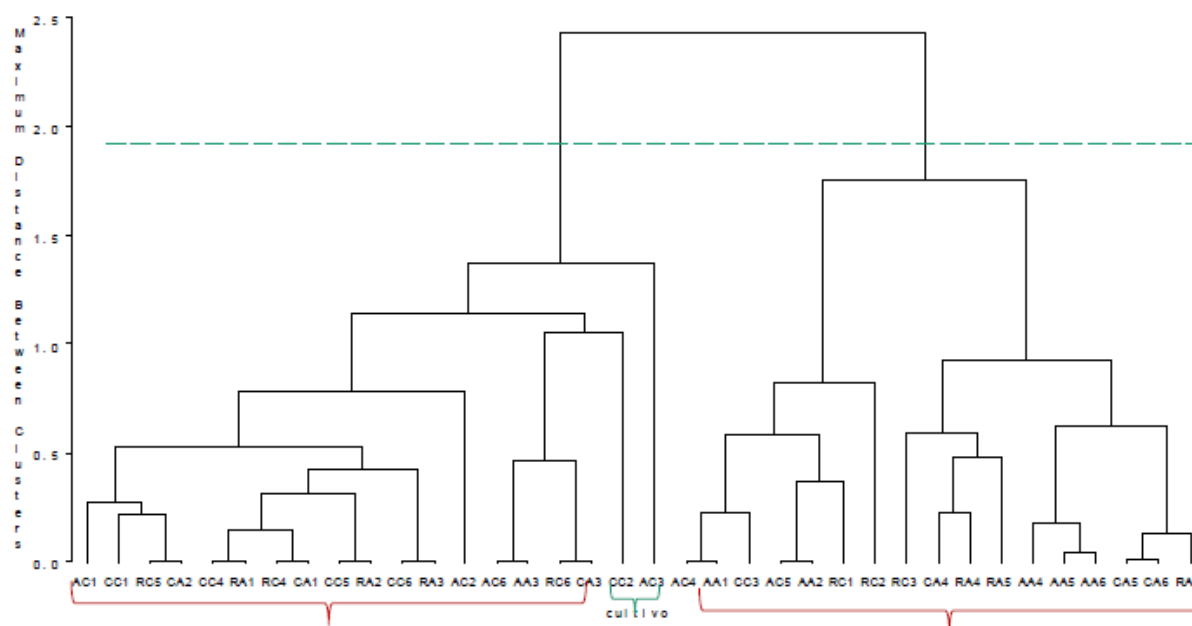


Figura 5. Dendrograma com o agrupamento das amostras de hortaliças folhosas [alface (AC1, AC2, AC3, AC4, AC5 e AC6 - convencionais e AA1, AA2 AA3, AA4, AA5 e AA6, agroecológicas), couve-folha (CC1, CC2, CC3, CC4, CC5 e CC6 – convencionais e CA1, CA2, CA3, CA4, CA5 e CA6 - agroecológicas) e rúcula (RC1, RC2, RC3, RC4, RC5 e RC6 – convencionais e RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 E RA6 - agroecológicas).

CONCLUSÃO

O sistema de cultivo influencia na qualidade microbiológica das hortaliças folhosas e nos fatores de produção.

As hortaliças folhosas cultivada sob o sistema agroecológico apresentou um menor nível de contaminação por patógenos entéricos indicando uma melhor qualidade e segurança microbiológica das plantas nas propriedades agroecológicas.

O controle do processo de compostagem dos adubos orgânicos, a sanitização das hortaliças antes do consumo e tratamentos que promovam a

elevação da qualidade da água são necessários em função dos riscos à saúde advindos da ingestão de hortaliças contaminadas.

REFERÊNCIAS

ALUM, A.; ENRIQUEZ, C.; GERBA, C. P. Impact of drip irrigation method, soil, and virus type on tomato and cucumber contamination. **Food and Environmental Virology**. v. 3, p. 78–85, 2011.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Brasília: ANVISA, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estabelecer o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção**. Instrução Normativa Nº 17, de 18 de junho de 2014. Brasília: MAPA, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. Brasília: MS, 2018. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/Apresentacao-Surtos-DTA-2018.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2019.

CEUPPENS, S.; HESSEL, C. T.; RODRIGUE, R. Q.; BARTZ, S.; TONDO, E. C.; UYTENDAELE, M. Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**. v. 181, p. 67–76, 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Das condições e padrões de qualidade das águas**. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União nº 053, de 18 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Brasília: CONAMA, p. 58-63, 2011.

DECOL, L. T. et al. Microbial quality of irrigation water used in leafy green production in Southern Brazil and its relationship with produce safety. **Food Microbiology**. v. 65, p. 105-113, 2017.

DENIS, N.; ZHANG, H.; LEROUX, A.; TRUDEL, R.; BIETLOT, H. Prevalence and trends of bacterial contamination in fresh fruits and vegetables sold at retail in Canadá. **Food Control**. v. 67, p. 225-234, 2016.

FRYLING, R. J. V.; CAMPER, A. K. Escherichia coli O157:H7 attachment and persistence within root biofilm of common treatment wetlands plants. **Ecological Engineering**. v. 98, p. 64–69, 2017.

HAMMER, O. **Paleontological Statistics**. Version 2.16. Natural History, Museum University of Oslo. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em: 18 de março de 2018.

HOLVOET, K.; SAMPERS, I.; SEYNNAEVE, M.; UYTENDAELE, M. Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production. **International Journal of Food Microbiology**. v. 171, p. 21–31, 2014.

IBANEZ, C. I.; GIL, M. I.; ALLENDE, A. Ready-to-eat vegetables: current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain. **Food Science and Technology**. v. 85, p. 284-292, 2017.

ILIC, S.; RAJI, A.; BRITTON, C. J.; GRASSO, E.; WILKINS, W.; TOTTON, S.; WILHELM, B.; WADDELL, L.; LEJEUNE, J. T. A scoping study characterizing prevalence, risk factor and intervention research, published between 1990 and 2010, for microbial hazards in leafy green vegetables. **Food Control**. v. 23, p. 7-19, 2012.

ISLAM, M. et al. Persistence of *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* on lettuce and parsley and in soils on which they were grown in fields treated with

contaminated manure composts or irrigation water. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 1, 2004a.

ISLAM, M.; DOYLE, M. P. D.; PHATAK, S. C.; MILLNER, P.; JIANG, X. Persistence of enterohemorrhagic *Escherichia Coli* O157:h7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. **Journal of Food Protection**. v. 67, n. 7. p. 1365–1370, 2004b.

JANG, H.; MATTHEWS, K. R. Influence of surface polysaccharides of *Escherichia Coli* O157:H7 on plant defense response and survival of the human enteric pathogen on *Arabidopsis thaliana* and lettuce (*Lactuca sativa*). **Food Microbiology**. v. 70, p. 254-261, 2018.

KLINGBEIL, D. F.; MURTADA, M.; KURI, V.; TODD, E. C. D. Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. **Food Control**. v. 62, p. 125–133, 2016.

KUAN, C.; RUKAYADI, Y.; AHMAD, S. H.; RADZI, C. W. J. W. M.; THUNG, T.; PREMARATHNE, J. M. K. J. K.; CHANG, W.; LOO, Y.; TAN, C.; RAMZI, O. B.; FADZIL, S. N. M.; KUAN, C.; YEO, S.; NISHIBUCHI, M.; RADU, S. Comparison of the microbiological quality and safety between conventional and organic vegetables sold in Malaysia. **Frontiers in Microbiology**. v. 8, art. 1433, p. 1-10, 2017.

LACOMBE, C.; COUIX, N.; HAZARD, L. **Agricultural Systems**, v.165, p.208–220, 2018.

LOSIO, M. N.; PAVONI, E.; BILEI, S.; BERTASI, B.; BOVE, D.; CAPUANO, F.; FARNETI, S.; BLASI, G.; COMIN, D.; CARDAMONE, C.; DECASTELLI, L.; DELIBATO, E.; SANTIS, P.; PASQUALE, S.; GATTUSO, A.; GOFFREDO, E.; FADDA, A.; PISANU, M.; MEDICI, D. Microbiological survey of raw and ready-to-eat leafy green vegetables marketed in Italy. **International Journal of Food Microbiology**. v. 210, p. 88–91, 2015.

MAFFEI, D. F.; ALVARENGA, V. O.; SANT'ANA, A. S.; FRANCO, B. D. G. M. Assessing the effect of washing practices employed in Brazilian processing plants on the quality of ready-to-eat vegetables. **LWT - Food Science and Technology**. v. 69, p. 474-481, 2016a.

MAFFEI, D. F.; BATALHA, E. Y.; LANDGRAF, M.; SCHAFFNER, D. W.; FRANCO, B. D. G. M. Microbiology of organic and conventionally grown fresh produce. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 47, p. 99-105, 2016b.

MAFFEI, D. F.; SILVEIRA, N. F. A.; CATANOZI, M. P. L. M. Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. **Food Control**. v. 29, p. 226-230, 2013.

MAISTRO, L. C.; MIYA, N. T. N.; SANT'ANA, A. S.; PEREIRA, J. L. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP e Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. **Food Control**. v. 28, p. 258-264, 2012.

MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M.; DAR, B. N.; GREINER, R.; ROOHINEJAD, S.; Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. **Food Control**. v. 85, p. 235-244, 2018.

NAJAF, P.; SHAMS, J.; SHAMS, A. The effects of irrigation methods on some of soil and plant microbial indices using treated municipal wastewater. **Int J Recycl Org Waste Agriculture**. v. 4, p. 63-65, 2015.

NICOLETTO, C.; SANTAGATA, S.; ZANIN, G.; SAMBO, P. Effect of the anaerobic digestion residues use on lettuce yield and quality. **Scientia Horticulturae**. v. 180, p. 207-213, 2014.

NIGUMA, N. H.; PELAYO, J. S.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Microbiological evaluation of lettuce produced by conventional and organic systems in farms of Londrina, PR. **Semina Ciências Agrárias**. v. 38, n. 1, p. 175-184, 2017.

NOUSIAINEN, L. L.; JOUTSEN, S.; LUNDEN, J.; HÄNNINEN, M. L.; FREDRIKSSON-AHOMAA, M. Bacterial quality and safety of packaged fresh leafy vegetables at the retail level in Finland. **International Journal of Food Microbiology**. v. 232, p. 73–79, 2016.

OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. **Food Microbiology**. v. 32, p. 1-19, 2012.

OLIVEIRA, M; USALL, J.; VIÑAS, I.; ANGUERA, M.; GATIUS, F.; ABADIAS, M. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. **Food Microbiology**. v. 27. p. 679-684, 2010.

PANG, H.; MCEGAN, R.; MICALLEF, S. A.; PRADHAN, A. K. Evaluation of meteorological factors associated with pre-harvest contamination risk of generic *Escherichia coli* in a mixed produce and dairy farm. **Food Control**. v. 85, p. 135-143, 2018.

QUANSAH, J. K.; KUNADU, A. P. H.; SAALIA, F. K.; DÍAZ-PEREZ, J.; CHEN, J. Microbial quality of leafy green vegetables grown or sold in Accra metropolis, Ghana. **Food Control**. v. 86, p. 302-309, 2018.

RODRIGUES, R. Q.; LOIKO, M. R.; PAULA, C. M. D.; HESSEL, C. T.; JACXSENS, L.; UYTENDAELE, M.; BENDER, R. J.; TONDO, E. C. Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil. **Food Control**. v. 42. p. 152-164. 2014.

SANTARELLI, G. A.; MIGLIORATI, G.; POMILIO, F.; MARFOGLIA, C.; CENTORAME, P.; D'AGOSTINO, A.; D'AURELIO, R.; SCARPONE, R.; BATTISTELLI, N.; DI SIMONE, F.; APREA, G.; IANNETTI, L. Assessment of pesticide residues and microbial contamination in raw leafy green vegetables marketed in Italy. **Food Control**. v. 85, p. 350-358, 2018.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT procedure guide for personal computers: version 8.1. Cary, 1v. 1999-2000.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Perfil dos territórios de identidade da Bahia**. V.1. Salvador: SEI, 2015. 257p. (Série - Territórios de Identidade da Bahia).

SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software: SigmaPlot®**. Version 11. Disponível em: <https://www.bioprocessonline.com/doc/30-day-trial-software-sigmaplot-version-11-0001>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.

SILVA, S. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017. 560p.

SOFO, A.; LUNDEGÅRDH, B.; MÅRTENSSON, A.; MANFRA, M.; PEPE, G.; SOMMELLA, E.; DE NISCO, M.; TENORE, G. C.; CAMPIGLIA, P.; SCOPA, A. Different agronomic and fertilization systems affect polyphenolic profile, antioxidant capacity and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 106–115, 2016.

SSEMANDA, J. N.; REIJ, M.; BAGABE, M. C.; MUVUNYI, C. M.; JOOSTEN, H.; ZWIETERING, M. H. Indicator microorganisms in fresh vegetables from “farm to fork” in Rwanda. **Food Control**. v. 75, p. 126-133, 2017.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**. v. 218, p. 334–343, 2017.

SZCZECH, M.; KOWALSKA, B.; SMOLIŃSKA, U.; MACIOROWSKI, R.; OSKIERA, M.; MICHALSKA, A. Microbial quality of organic and conventional vegetables from Polish farms. **International Journal of Food Microbiology**. v. 286, p. 155–161, 2018.

WIEßNER, S.; THIEL, B.; KRÄMER, J.; KÖPKE A, U. Hygienic quality of head lettuce: effects of organic and mineral fertilizers. **Food Control**. v. 20. p. 881-886. 2009.

YARON, S.; RÖMLING, U. Biofilm formation by enteric pathogens and its role in plant colonization and persistence. *Applied Microbiology*. **Microbial Biotechnology**. v. 7, p. 496–516, 2014.

YU, H.; NEAL, J. A.; SIRSAT, S. A. Consumers' food safety risk perceptions and willingness to pay for fresh-cut produce with lower risk of foodborne illness. **Food Control**. v. 86, p. 83-89, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo deve como objetivo contribuir com a produção sustentável de hortaliças no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia pela identificação das áreas de cultivo, práticas de manejo e sua influência a na qualidade do solo e das hortaliças folhosas.

Segundo informações desse trabalho, observou-se que o sistema de cultivo influencia na qualidade do solo e das hortaliças folhosas.

O sistema de cultivo agroecológico proporcionou hortaliças com maiores teores de lipídios, proteínas, fibra bruta, N, K, Fe e Cu e com menores teores de nitrato, Ba e contaminação microbiológica.


A partir desses resultados espera-se ampliar os estudos com sistema de produção agroecológica no país, muito praticada por pequenos agricultores, responsáveis por grande parte das hortaliças folhosas consumidas no Brasil.

O monitoramento das condições de cultivo, contribui para uma produção sustentável e a formação de conhecimentos sobre os feitos da prática agroecológicas nos sistemas de produção de hortaliças.

Como sugestão para trabalhos futuros, o estudo dos resíduos de agroquímicos nas hortaliças folhosas e os atributos físicos e biológicos do solo contribuirão com a expansão das informações sobre a qualidade das hortaliças e dos solos em sistemas agroecológicos de produção.

ANEXOS

ANEXO I - QUESTIONÁRIO – SISTEMA DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS

	CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO UFRB	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO CAMPUS ITAPETINGA	
---	---	--	--

1. DADOS DO PRODUTOR		Cidade:	Número:	
Nome:				
Idade:		Escolaridade:		
Sexo () F () M				
Relação de Trabalho:	() Dono	() contratado	() Outro	
2. INFORMAÇÕES SOBRE A PROPRIEDADE				
2.1 Condições de Posse da Terra				
() Proprietário	() Arrendada	() Parceiro	() Assentado	
Outro:				
2.2 Qual o tamanho da propriedade?				
2.3 Há quanto tempo produz hortaliças?				
2.4 Antes da produção de hortaliças, qual a forma de uso da terra?				
() Sem plantio	() Pastagem	() Culturas anuais	() Culturas perenes	
() Outro	Especificar:			
3. PRÁTICAS CULTURAIS				
3.1 Já realizou análise química do solo?		() Sim	() Não	
3.2 Já realizou a correção do solo?		() Sim	() Não	
3.3 Faz uso de agrotóxicos?		() Sim	() Não	
Quais?				
3.4 Faz uso de queimadas para limpeza do solo		() Sim	() Não	
3.5 Faz uso de rotação de cultura?		() Sim	() Não	
Quais culturas?				

3.5 Como é realizado o preparo do solo?	() Manual	() Mecanizado		
3.6 Faz controle de plantas espontâneas	() Sim	() Não		
Como é realizado o controle	() Químico	() Mecânico		
3.8 Utiliza cobertura morta?	() Sim	() Não		
Quais os materiais são usados?				
3.6 Faz uso de adubos químicos	() Sim	() Não		
Quais?				
3.7 Faz uso de adubação orgânica?	() Sim	() Não		
Quais?				
3.8 Onde são adquiridos os adubos orgânicos?	() Na Propriedade	() Fora da Propriedade		
Onde?				
3.9 Quanto tempo usa os adubos orgânicos?				
3.10 Faz uso de irrigação das hortaliças?	() Sim	() Não		
3.11 Faz uso de produtos alternativos no controle de doenças e pragas?	() Sim	() Não		
Quais?				
3.12 Onde são adquiridos os defensivos alternativos?				
Quanto tempo de uso?				
4. PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS				
4.1 Quais hortaliças produz?	() Alface	() Coentro	() Couve	
() Rúcula	() Beterraba	() Cenoura	() Cebolinha	() Outros
Especificar:				
4.2 Qual a quantidade produzida?				
4.3 Cultiva outras culturas?	() Sim	() Não		
Quais?				
5. MÃO DE OBRA				

5.1 Quantas pessoas trabalham na produção de hortaliças?				
5.2 Tem assistência técnica na propriedade?		<input type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não
5.3 Qual tipo?	<input type="checkbox"/> visitas	<input type="checkbox"/> Cursos	<input type="checkbox"/> Palestras	<input type="checkbox"/> Outro
Especificar:				
6. COMERCIALIZAÇÃO				
6.1 As hortaliças são comercializadas?		<input type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não
6.2 A comercialização das hortaliças é feita de que forma?				
<input type="checkbox"/> Cooperativa	<input type="checkbox"/> Associação	<input type="checkbox"/> Direta	<input type="checkbox"/> Atravessador	
6.3 Qual o destino das hortaliças não comercializadas?				
<input type="checkbox"/> Doação	<input type="checkbox"/> Consumo	<input type="checkbox"/> compostagem	<input type="checkbox"/> alimentação animal	
<input type="checkbox"/> Outro?	Especificar:			

ANEXO II

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão de pH, areia, silte, argila, cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al), alumínio + hidrogênio (H+Al) e soma de bases (SB) das áreas de mata, pastagem em sob sistemas convencionais e agroecológicas de produção de hortaliças.

Locais	pH (H ₂ O)	pH (CaCl)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al (cmol _c dm ⁻³)	H+Al	SB
CO1	5,50±0,30	4,93±0,12	88,57±0,06	3,87±0,06	7,53±0,06	3,57±0,67	1,20±0,0	0,10±0,0	2,07±0,12	5,03±0,67
CO2	5,53±0,06	5,53±0,12	81,60±1,14	5,03±1,70	13,37±2,83	3,97±0,15	2,10±0,10	0,0±0,0	1,83±0,06	6,33±0,15
CO3	5,50±0,0	5,30±0,0	82,30±0,52	2,27±0,55	15,43±0,49	3,90±0,26	1,13±0,06	0,0±0,0	2,20±0,0	5,33±0,49
CO4	6,87±0,06	6,60±0,0	70,33±1,20	8,32±0,06	21,43±1,25	5,07±0,12	2,97±0,15	0,07±0,06	0,73±0,12	7,47±1,79
CO5	6,40±0,0	6,17±0,12	66,80±2,60	5,33±2,54	27,90±0,10	6,03±0,25	2,50±0,17	0,0±0,0	2,23±0,15	8,97±0,45
CO6	5,90±0,0	5,50±0,0	83,03±0,12	5,20±0,69	11,77±0,81	2,97±0,06	1,33±0,06	0,07±0,06	1,30±0,0	4,90±0,36
CO7	6,43±0,06	6,07±0,12	67,20±0,35	3,07±1,16	29,73±1,63	5,07±0,21	2,67±0,06	0,0±0,0	1,80±0,35	9,50±0,20
Pastagem	6,30±0,0	6,03±0,06	66,50±1,91	8,03±0,65	25,50±2,51	6,57±0,12	3,97±0,06	0,03±0,06	1,40±0,17	11,83±0,23
A1	6,90±0,0	6,53±0,06	67,13±2,11	8,27±0,75	24,60±0,2,86	4,90±0,0	1,30±0,0	0,0±0,0	0,67±0,15	7,15±0,05
A2	6,23±0,06	6,03±0,06	82,47±2,66	4,70±1,21	16,17±5,01	2,63±0,12	1,87±0,06	0,03±0,06	1,03±0,06	5,30±0,17
A3	5,93±0,06	5,53±0,06	76,50±1,04	4,10±0,52	19,40±1,56	2,27±0,06	1,63±0,07	0,03±0,06	1,63±0,06	4,80±0,17
A4	6,37±0,06	6,10±0,0	80,33±2,19	9,57±2,31	10,17±4,45	5,17±0,58	2,73±0,46	0,0±0,0	1,33±0,12	8,90±1,04
A5	6,40±0,0	6,00±0,0	70,30±5,37	10,27±3,87	19,33±1,50	3,87±0,40	1,40±0,17	0,03±0,06,0	1,03±0,29	6,53±0,81
A6	5,43±0,12	4,73±0,12	73,90±0,35	7,60±1,04	17,73±0,06	1,43±0,12	1,20±0,0	0,3±0,0	2,47±0,06	2,93±0,12
A7	5,53±0,29	5,00±0,0	71,97±3,75	10,30±3,81	17,73±0,06	2,93±0,12	2,40±0,0	0,10±0,0	2,90±0,52	5,63±0,12
Mata	6,37±0,06	6,03±0,06	31,80±1,01	25,63±2,31	42,57±2,28	5,50±0,87	1,63±0,27	0,0±0,0	1,00±0,26	6,87±0,29
F	52,33*	182,94*	167,17*	34,76*	53,07*	75,08*	110,07*	9,79*	26,63*	49,71*
P	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

*p<0,01, **p<0,05, ^{ns}não significativo a p>0,05

Abreviações: Propriedades convencionais (CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7), propriedades agroecológicas (AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7).

ANEXO III

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão nitrogênio (N), carbono orgânico (Co), relação carbono nitrogênio (C:N), matéria orgânica (MO), potássio (K), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), enxofre (S) e boro (B) de áreas de mata, pastagem e sob sistemas convencionais e agroecológicas de produção de hortaliças.

Locais	N (%)	Co (%)	C:N	Mo (g.dm ⁻³)	K	Fe	Cu	Mn (mg.dm ⁻³)	S (mg.dm ⁻³)	B (mg.dm ⁻³)
Co1	0,08±0,0	0,08±0,0	13,28±0,89	18,97±0,35	138,77±9,04	26,35±0,76	0,32±0,03	15,15±0,54	10,39±0,35	0,20±0,01
Co2	0,06±0,01	0,06±0,01	26,11±3,26	24,83±0,67	94,77±9,86	17,92±2,75	0,40±0,0	40,45±2,16	12,83±0,76	0,32±0,01
Co3	0,16±0,01	0,16±0,1	8,62±1,02	23,60±2,16	145,63±12,64	15,38±0,46	0,15±0,0	10,35±0,26	10,43±0,57	0,42±0,06
Co4	0,08±0,01	0,08±0,01	17,05±0,6	21,00±1,32	180,67±1,44	68,13±2,28	0,33±0,03	24,55±0,09	8,00±0,17	0,45±0,01
Co5	0,10±0,01	0,10±0,01	23,83±1,61	41,03±0,59	178,82±4,72	15,09±2,29	0,50±0,0	29,09±2,94	7,10±0,0	0,60±0,06
Co6	0,10±0,01	0,10±0,01	6,51±0,30	11,43±1,27	332,73±6,60	30,17±0,07	0,43±0,03	12,63±0,55	7,60±0,0	0,20±0,02
Co7	0,11±0,02	0,11±0,03	15,33±2,42	26,25±1,37	714,89±5,19	16,75±0,61	0,20±0,05	15,98±0,29	12,45±1,75	1,12±0,02
Pastagem	0,12±0,01	0,12±0,01	13,58±1,54	29,43±1,59	525,46±4,27	79,80±3,45	0,45±0,0	26,10±0,53	12,71±0,25	0,55±0,01
A1	0,09±0,02	0,09±0,02	19,76±4,90	29,77±0,75	359,71±17,67	80,40±0,48	0,58±0,03	42,39±0,03	7,20±0,10	0,70±0,04
A2	0,09±0,02	0,09±0,02	15,26±3,67	22,10±0,36	319,12±4,04	89,77±1,02	0,98±0,03	41,08±0,97	12,43±0,75	0,56±0,03
A3	0,10±0,0	1,17±0,35	12,30±3,55	20,23±6,13	329,67±5,48	62,02±1,18	1,05±0,09	30,02±0,84	15,80±0,87	0,44±0,0
A4	0,16±0,02	1,67±0,12	10,28±0,27	28,77±2,02	378,50±0,87	14,02±0,20	0,72±0,03	41,73±1,39	7,20±0,52	0,80±0,03
A5	0,09±0,01	1,08±0,07	11,46±0,30	18,63±1,15	555,67±17,03	22,88±0,89	1,10±0,0	25,52±0,66	6,43±0,75	0,56±0,02
A6	0,13±0,02	0,90±0,06	6,73±0,54	15,53±0,98	99,60±0,69	74,33±3,35	1,30±0,0	24,87±0,06	9,17±0,75	0,27±0,0
A7	0,10±0,03	1,27±0,05	13,83±4,47	21,97±0,92	116,73±8,54	98,70±0,61	1,77±0,06	42,30±3,20	19,67±1,44	0,58±0,0
Mata	0,11±0,0	1,68±0,075	15,02±0,23	29,00±1,15	163,87±12,90	17,75±0,48	0,73±0,25	35,93±9,11	6,20±0,35	0,67±0,11
F	7,77*	36,07*	19,11*	112,43*	411,68*	325,35*	40,18*	42,29*	110,03*	140,14*
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*p<0,01, **p<0,05, ^{ns}Não significativo a p>0,05.

Abreviações: Propriedades convencionais (CO1, CO2, Co3, CO4, CO5, CO6, CO7), Past (pastagem), propriedades agroecológicas (AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7) e Mat (Mata).