

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

ARTHUR DE CANINI CEZAR

PRODUÇÃO E TEOR DE NITRATO EM ALFACE CULTIVADA SOB
MALHAS DE SOMBREAMENTO E APLICAÇÃO DE *CALCAREA*
CARBÔNICA EM SOLOS PROVENIENTES DE SISTEMA ORGÂNICO E
CONVENCIONAL

Maringá

2016

ARTHUR DE CANINI CEZAR

PRODUÇÃO E TEOR DE NITRATO EM ALFACE CULTIVADA SOB
MALHAS DE SOMBREAMENTO E APLICAÇÃO DE *CALCAREA*
CARBÔNICA EM SOLOS PROVENIENTES DE SISTEMA ORGÂNICO E
CONVENCIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Área de concentração: Agroecologia.

Orientador: Prof^o. Dr. Carlos Moacir Bonato

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Kátia Regina Freitas Schwan Estrada

Maringá

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

610.73 Cezar, Arthur de Canini
C424e Produção e teor de nitrato em alface cultivado sob
malhas de sombreamento de diferentes cores em solos
provenientes de sistema orgânico e convencional /
Arthur de Canini Cezar. - - Maringá, 2016.
64 f. : il., tabs., figs.

Orientador: Prof.^o. Dr.^o. Carlos Moacir Bonato.
Coorientadora: Prof.^a. Dr.^a. Kátia Regina Freitas
Schwan Estrada.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Depart-
amento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia, 2016.

1. Produção orgânica. 2. Qualidade de Luz. 3.
Agricultura familiar. 4. Horticultura. I. Bonato,
Carlos Moacir, orient. II. Estrada, Kátia Regina
Freitas Schwan, coorient. III. Universidade Esta-
dual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Gradu-
ação em Agroecologia. IV. Título.

CDD 22. ed.635.3

MGC-001719

ARTHUR DE CANINI CEZAR

**PRODUÇÃO E TEOR DE NITRATO EM ALFACE CULTIVADA
SOB MALHAS DE SOMBREAMENTO E APLICAÇÃO
DE *CALCAREA CARBÔNICA* EM SOLOS PROVENIENTES DE
SISTEMA ORGÂNICO E CONVENCIONAL.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADO em 26 de fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Fabricio Rossi

Prof. Dr. Bruno Reis

Prof. Dr. Carlos Moacir Bonato
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Alceu Tarcisio Cezar e Marisa Jesus de Canini Cezar, que com amor e dedicação se empenharam em me proporcionar grandes oportunidades na vida;

À minha namorada e companheira Taiana Loan de Lima Campos, que em nenhum momento deixou de estar ao meu lado, me apoiando e ajudando em diversas etapas;

Ao Professor Dr. Carlos Moacir Bonato, por sua sensatez nas orientações e seus incansáveis esforços no ensino, na pesquisa e na extensão;

Aos meus irmãos Rafael e Victor de Canini Cezar por todo apoio, auxílio e companheirismo;

Às minhas amigas Samireille Silvano Messias e Ana Paula Zibetti pelo desprendimento incontestável para os auxílios; e

A todos meus verdadeiros amigos, pelo convívio e apoio.

EPÍGRAFE

“Ninguém vale pelo que sabe, mas pelo que faz com aquilo que sabe.”

Leonardo Boff

Produção e teor de nitrato em alface cultivada sob malhas de sombreamento e aplicação de *Calcareia carbonica* em solos provenientes de sistema orgânico e convencional

RESUMO

A agricultura orgânica tem crescido a passos largos na última década. Entretanto, apesar da evolução apresentada, o sistema de produção orgânico carece de trabalhos científicos que embasem diversos resultados obtidos de maneira empírica. No sistema de produção orgânico é comum o uso de diferentes tipos de malhas de cobertura com a promessa de aumento de produtividade e outras vantagens, em especial para a produção de olerícolas. Apesar de seu uso, poucos trabalhos científicos avaliam o comportamento e a eficiência destas malhas na produtividade e qualidade das culturas. Além disso, não se encontra trabalhos comparando o efeito destas malhas com os diferentes sistemas de produção (sistema orgânico e convencional) e com o uso de homeopatas. Assim, este trabalho tem como objetivo o estudo da produção e teor de nitrato em alface crescida sob diferentes malhas (coberturas), solos provenientes de sistema de produção orgânico com adubação orgânica (tratamento orgânico) e solos provenientes de sistema convencional com adubação química (tratamento convencional), tratadas ou não com *Calcareia carbônica* (12 e 30 CH). O experimento foi conduzido em casa de vegetação sendo as plantas de alface crescidas sob malhas vermelha, preta, termo refletora e sem malha. Dentro de cada parcela contendo as malhas cultivou-se as plantas sob tratamento orgânico e convencional. Após 52 dias do transplante, as alfaces foram colhidas e pesadas para a obtenção da massa fresca. Com auxílio de um espectroradiômetro estudou-se a reflectância, transmitância, absorvância e irradiância das malhas em questão, que apresentaram diferentes comportamentos para estas variáveis. As homeopatas acarretaram redução na massa fresca quando se utilizou a malha preta no tratamento convencional (30 CH), na malha vermelha com tratamento orgânico (12 e 30 CH) e sem a malha no tratamento orgânico (12 CH). De modo geral, a malha vermelha apresentou melhor desempenho quando comparada com as outras malhas, em especial no tratamento convencional. Entretanto, a ausência de malha foi a condição que proporcionou maior acúmulo de biomassa fresca de alface quando comparada aos obtidos com as malhas. Em ambos os solos testados, a presença da homeopatia parece ter alterado o

comportamento/eficiência das malhas. O tratamento convencional, quando conduzido sob malha preta, vermelha ou sem malha apresentou maior produtividade de alface, independentemente da homeopatia utilizada. A malha termo refletora acarretou menor produtividade não havendo diferenças entre os tratamentos orgânico e convencional e as homeopatias estudadas. Apesar da superioridade na produtividade relacionada ao tratamento convencional, os dados demonstraram que as plantas sob esse tratamento tiveram acúmulo de nitrato significativamente superior ao tratamento orgânico, demonstrando baixa qualidade das mesmas. Com relação ao tio de cobertura, as plantas crescidas sob as malhas de sombreamento também apresentaram valores de nitrato superiores às desenvolvidas no tratamento sem malha, demonstrando forte influência da luz nesta variável. As homeopatias apresentaram diferentes resultados, sendo que a *C. carbonica* 30 CH acarretou patogênese quando sob as malhas vermelha e termo refletora, no tratamento convencional, acarretando maior acúmulo de nitrato. Sob a malha preta, ambas as homeopatias reduziram os efeitos da baixa luminosidade, diminuindo o acúmulo de nitrato no tratamento convencional.

Palavras-chave: Produção orgânica, qualidade de luz, agricultura familiar, horticultura.

Production and nitrate content in lettuce grown under colornets and application of *Calcareo carbonica* on soils from organic and conventional system

ABSTRACT

Organic farming has grown by leaps and bounds on the last decade. However, despite the presented evolution, the organic production system lacks scientific studies that support many empirical results. In the organic system it is common to use different types of nets with the promise of increased productivity and other advantages, in particular for the production of oleraceous. Despite its use, few scientific studies assess the effectiveness of these nets on crop yields and quality. Furthermore, it has nothing published comparing the effect of these nets with different production systems (organic and conventional systems) and the use of homeopathic remedies. Therefore, this work aims to study the production and nitrate content in lettuce grown under different nets, soils from organic production system with organic fertilizer (organic treatment) and soils from conventional system with chemical fertilizer (conventional treatment), treated or not with homeopathy *Calcareo carbonica* (12 and 30 CH). The experiment was conducted in a greenhouse and lettuce plants were cultivate under different colornets (red, black, thermo reflective) and without cover. Within each cover the plants were grown in organic or conventional treatment. After 52 days of transplantation, lettuces were harvested and weighed to obtain fresh weight. With the aid of a spectroradiometer, reflectance, transmittance, absorbance and irradiance of each net were analyzed, demonstrating different behaviors for these variables. The homeopathies have led to reduction on fresh weight when using the black net combined with the conventional treatment (30 CH), red net with organic treatment (12 and 30 CH) and without cover in the organic treatment (12 CH). In general, the red net had the best performance when compared with the other nets, especially in the conventional treatment. However, without cover was the condition which provided higher accumulation of fresh biomass when compared to those obtained with the others nets. In both soils tested, the presence of homeopathy seems to have changed the nets behavior/efficiency. Conventional treatment, when conducted under black net, red or without net showed higher lettuce productivity, regardless of homeopathy. The thermo reflective net led to lower productivity with no differences between organic and conventional treatment and homeopathic remedies used in the presented study. Despite the

productivity superiority related to the conventional treatment, the data demonstrated that plants under this treatment had significantly higher nitrate accumulation comparing with the organic treatment, demonstrating poor quality of the same. Plants grown under colornets also showed nitrate values higher than those developed without cover, demonstrating strong influence of light on this variable. The homeopathies showed different results, *C. carbonica* 30 CH led pathogenesis on plants when under the red and thermo reflective nets, in the conventional treatment, resulting on higher nitrate accumulation. Under the black net, both homeopathies reduced the effects of low luminosity, reducing the nitrate concentration in the conventional treatment.

Keywords: organic production; quality of light; family agriculture; horticulture.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Estimativa da quantidade total de NO_3^- ingerido diariamente em nível global e contribuição de acordo com a fonte (com base em 60 kg de peso corporal).....7
- Tabela 2. Classificação de vegetais de acordo com o conteúdo de NO_3^- (mg kg^{-1} mf)9
- Tabela 3.Limites máximos para níveis de nitrato (mg kg^{-1} massa fresca) em alface e espinafres de acordo com European Comission Regulation (EC) No.563/2002... 10

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Escala de tempo e processo de aclimação de curto e longo prazo em plantas vasculares..... 16
- Figura 2. Variações de amplitude térmica e temperatura média diária do ar registrada no interior dos diferentes microambientes durante o ciclo da cultura.29
- Figura 3. Espectro de irradiância para as três malhas de sombreamentos, fora da estufa e dentro da estufa.....30
- Figura 4. Espectro de reflectância para três diferentes malhas de sombreamento.....30
- Figura 5. Espectro de transmitância para três diferentes malhas de sombreamento. “a”, “b” e “c” para espectro de absorbância dos pigmentos Clorofila a (430 e 680 nm), Carotenóides (450 e 550 nm) e Clorofila b (460 e 650 nm), respectivamente.31
- Figura 6. Espectro de absorbância para três diferentes malhas de sombreamento.32
- Figura 7. Massa fresca de alface sob diferentes dinamizações de homeopatia *Calcarea carbonica* dentro de cada nível de cobertura e sistema de cultivo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. SH= sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* diluição 12 CH; 30CH: *Calcarea carbonica* diluição 30CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.33
- Figura 8. Massa fresca de alface comparando as coberturas dentro de cada nível de sistema de cultivo e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carboniana* diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.34

Figura 9. Massa fresca de alface comparando os sistemas de cultivo dentro de cada nível de cobertura e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 10% de probabilidade. SH=sem homeopatia; 12 CH;*Calcarea carbonica* na diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonicana* diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.35

Figura 10. Concentração de nitrato na matéria seca de alface sob diferentes dinamizações de homeopatia *Calcarea carbonica* dentro de cada nível de cobertura e sistema de cultivo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carboniana* diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonicana* diluição 30CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.....36

Figura 11. Concentração de nitrato na matéria seca de alface comparando as coberturas dentro de cada nível de sistema de cultivo e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.36

Figura 12. Concentração de nitrato na matéria seca de alface comparando os sistemas de cultivo dentro de cada nível de cobertura e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonicana* diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.37

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA..... | 4 |
| 2.1. Agricultura orgânica..... | 4 |
| 2.2. A questão do nitrogênio..... | 7 |
| 2.2.1. Nitrato nos vegetais..... | 7 |
| 2.2.2. Nitrato na saúde humana..... | 13 |
| 2.2.3. Nitrato e a alimentação escolar..... | 14 |
| 2.3. Fotossíntese..... | 16 |
| 2.3.1. Características da luz..... | 18 |
| 2.4. Alface..... | 19 |
| 2.5. Homeopatia..... | 21 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 24 |
| 3.1. Experimento em casa de vegetação..... | 24 |
| 3.2. Preparo dos medicamentos homeopáticos..... | 26 |
| 3.3. Avaliação das características espectrais das malhas..... | 26 |
| 3.4. Colheita e processamento das amostras..... | 27 |
| 3.5. Determinação de nitrato..... | 27 |
| 4. RESULTADOS..... | 28 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.1. Temperatura..... | 28 |
| 4.2. Características espectrais..... | 29 |
| 4.3. Produção de massa fresca..... | 32 |
| 4.4. Concentração de nitrato..... | 35 |
| 5. DISCUSSÃO..... | 37 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 41 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 43 |

1. INTRODUÇÃO

No atual panorama da agricultura brasileira, não só a distribuição igualitária deve ser abordada, mas também a qualidade dos alimentos produzidos, pois a grande totalidade da produção agrícola está restrita a sistemas de produção convencional, geralmente resultando em produtos contaminados e de baixa qualidade.

No sistema de cultivo convencional a utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos é permitida. Além disso, a prática do monocultivo e intenso revolvimento do solo estão presentes praticamente em quase todas as unidades de produção convencional. Até o final da década de 1950, o sucesso dos agrotóxicos era considerado tão espetacular, que os mesmos eram largamente e indiscriminadamente empregados nos países desenvolvidos, sem maiores preocupações com possíveis riscos à saúde ou ao meio ambiente (STERTZ, 2004).

Os agrotóxicos modificam o DNA, atacam o sistema imunológico, geram mutagenicidade, podendo provocar o câncer. Concomitantemente, bloqueiam a absorção de nutrientes, debilitando os organismos, com aumento do estresse e alteração no comportamento (CHABOUSSOU, 2012; PINHEIRO, 1998). Além do aspecto de risco à saúde e ao meio ambiente, o nível de agrotóxicos remanescente nos alimentos após sua aplicação no campo tem se apresentado como uma importante barreira comercial no mercado internacional de alimentos (CALDAS, 1999).

A insustentabilidade da agricultura convencional é visível, tanto para os produtores como para os consumidores e o meio ambiente. Além dos aspectos citados, ainda pode-se mencionar os problemas de erosão e degradação dos solos, baixa produtividade das terras e epidemias de pragas e doenças nos monocultivos como resultados deste modelo insustentável de agricultura.

Visando apresentar propostas sustentáveis, que viabilizem o equilíbrio entre o cultivo e a preservação ecológica, movimentos de reforma surgem em diferentes pontos do planeta. Na atualidade, a agricultura orgânica é representada por uma fusão de diferentes correntes alternativas, dentre elas a agricultura biodinâmica, natural, permacultura e agroecológica. Essas correntes representam a busca de uma nova prática agrícola, que, no entanto, é moldada em função do processo social em que está inserida, determinando diferentes modos de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado (ASSIS & ROMEIRO, 2002).

Segundo a legislação brasileira, um produto orgânico é o resultado de um sistema de produção agrícola que busca manejar de forma equilibrada o solo e demais recursos naturais (água, plantas, animais, insetos, etc.), conservando-os a longo prazo e mantendo a harmonia desses elementos entre si e com os seres humanos. Para ofertar ao consumidor alimentos saudáveis e mais nutritivos, o agricultor necessita trabalhar em harmonia com a natureza, recorrendo aos conhecimentos de diversas ciências como a agronomia, ecologia, sociologia, economia e outras. A produção orgânica obedece a normas rígidas de certificação que exigem, além da não utilização de agrotóxicos e drogas venenosas, cuidados elementares com a conservação e preservação de recursos naturais e condições adequadas de trabalho (BRASIL, 2003).

A atividade do profissional na extensão rural no noroeste do Paraná auxilia a percepção da realidade agropecuária, sendo a horticultura e a fruticultura detentoras de criteriosa atenção técnica que deve ser aplicada, devido aos seus produtos serem geralmente consumidos *in natura*. São necessárias ações sociais e políticas frequentes que orientem produtores e consumidores à busca por produtos mais seguros.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais produzida e consumida no Brasil, de baixo valor calórico, apresentando boa fonte de vitaminas e sais minerais (OHSEM, et al., 2001). Este fato torna sua produção grande alvo de exploração econômica por empresários rurais. Com a alta demanda, que se mostra praticamente homogênea por todos os períodos do ano, seu cultivo está vinculado aos sistemas convencionais de produção, com elevada utilização de pesticidas e adubos químicos.

Mesmo com elevado consumo, a qualidade dessa hortaliça é bastante contestável. Muitos trabalhos apontam problemas relacionados a resíduos dos diversos insumos utilizados em sua produção. O nitrato (NO_3^-) vem sendo alvo de grande número desses estudos devido ao seu potencial toxicológico para a saúde humana. Apesar das possíveis implicações que podem ser acarretadas à saúde humana pelo consumo de vegetais com elevada concentração de nitrato, o Brasil ainda é carente de legislação que regulamente e limite a presença desse elemento em produtos vegetais, evidenciando a necessidade de estudos que apontem esses problemas, e norteiem futuras decisões governamentais com relação a esta problemática (ARLÓ et al., 2015; ZAGO et al, 1999).

A demanda constante influencia os produtores a cultivarem a alface em períodos com condições meteorológicas pouco favoráveis. Segundo Knott (1962), as temperaturas do

ar mais favoráveis ao crescimento e produção de plantas de alface de boa qualidade situam-se entre 15 e 24 °C, sendo a mínima de 7 °C. Fica claro que o cultivo da alface na região de Maringá, município situado no noroeste Paranaense, em determinados períodos do ano, enfrenta condições desfavoráveis, dentre elas os extremos de temperatura e as precipitações prolongadas. Devido a este fato, produtores da região estão buscando alternativas para minimizar os efeitos destas adversidades, principalmente com relação às elevadas temperaturas e radiação solar.

No momento do estresse, como em altas temperaturas, a planta de alface tende a reduzir seu ciclo, enrijecer suas folhas e emitir pendão, conseqüentemente, comprometendo a produção (ABAURRE et al., 2003; LUZ et al., 2009). A luz é um elemento fundamental para as plantas no processo de regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal. Os comportamentos morfofisiológicos das plantas não dependem apenas da presença, diminuição ou ausência da luz, mas também da alteração da qualidade luminosa (LARCHER, 2004).

A luz incidente na maioria dos sistemas de cultivo geralmente satisfaz as necessidades em termos quantitativos, porém, a qualidade geralmente não é levada em consideração. Para manipular o espectro de luz incidente sobre sistemas de cultivo geralmente são utilizadas malhas coloridas, que fragmentam a luz direta, convertendo-a em luz difusa. A intensidade e composição da luz incidente influenciam as plantas na taxa de crescimento celular, na acumulação e composição de pigmentação, na diferenciação dos plastídeos e em outras alterações fisiológicas dependentes da luz (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001).

A utilização de malhas de sombreamento nos cultivos desenvolvidos em locais de temperatura e luminosidade elevadas conduz as hortaliças de folhas dentro de uma variação ótima de luminosidade, reduzindo a intensidade da energia radiante com melhor ajuste na sua distribuição (PINHEIRO et al., 2012). As malhas promovem proteção física (pássaros, granizo, insetos, radiação excessiva), modificam o ambiente (umidade, sombreamento, temperatura) (PÉREZ et al., 2006), e aumentam a proporção relativa de luz difusa (dispersa), assim como absorve a radiação eletromagnética em diversas bandas espectrais, afetando a qualidade da luz. Esses efeitos podem influenciar as culturas e também os organismos associados a elas (STAMPS, 2009).

É possível perceber um grande número de produtores de alface adotando o uso de sombreamentos artificiais, sendo as malhas de sombreamento as mais utilizadas. Além da proteção física, também atuam na redução da temperatura e atenuam a radiação solar, possibilitando melhores resultados nos cultivos de verão. Geralmente o agricultor familiar busca por instalações de baixo custo e comumente as malhas são instaladas de forma inadequada, impossibilitando sua remoção em períodos de menor quantidade de luz. Este fato pode acabar acarretando a queda de produção nos períodos que seriam mais adequados para cultura.

Tanto para o agricultor familiar convencional, como para o que atua na agricultura orgânica, alternativas para melhorar a eficiência nos cultivos estão sempre sendo demandadas. Geralmente a melhor opção está voltada para alternativas de baixo custo e que não represente riscos a saúde dos produtores e consumidores, assim como para o meio ambiente. Uma ferramenta muito eficiente que vem sendo utilizada e experimentada por agricultores e pecuaristas, com resultados promissores, é a homeopatia. A pesquisa homeopática utilizando plantas como modelo permite a observação direta dos efeitos dos medicamentos homeopáticos, eliminando a subjetividade e a especulação do efeito placebo (HAMMAN et al.; BETTI et al., 2003). A homeopatia apresenta-se como uma alternativa de baixo custo que é livre de efeitos residuais e toxicológicos, se apresentando como uma ferramenta segura para auxiliar a eficiência das atividades agropecuárias.

Neste cenário, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do solo proveniente dos diferentes sistemas de cultivo; convencional (com adubação química) e orgânico (com adubação orgânica); e de homeopatia (*Calcarea carbonica*) sob diferentes malhas de sombreamento na qualidade e produtividade de alface.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Agricultura orgânica

Em 1909, Fritz Haber e Carl Bosch, por meio do processo denominado Haber – Bosch, demonstraram a possibilidade da produção de fertilizantes nitrogenados sintéticos e de explosivos a baixo custo. Estes processos, estimulados pela Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918), foram rapidamente industrializados e comercializados, marco de importante

relevância no surgimento de um novo modelo para agricultura (PAULL, 2009). No último ano de sua vida, o filósofo austríaco Rudolf Steiner (1861-1925), em resposta a precoce proliferação da agricultura química, desafiou a direção e as práticas da agricultura contemporânea, deixando o seguinte apontamento, “No decorrer desta era materialista que vivemos, nós perdemos o conhecimento necessário para continuar a cuidar do mundo natural” (STEINER, 1924 *apud* PAULL, 2011).

Em 1924, numa série de oito palestras, Steiner deliberou sobre o curso da agricultura, lançando bases para uma agricultura alternativa, prevista por ele como a possibilidade da “cura do planeta terra”. Dentre as bases apontadas, Steiner caracteriza a unidade produtiva como um organismo, o que levou ao desenvolvimento da agricultura biodinâmica, base para os modelos contemporâneos de agricultura orgânica (PAULL, 2011).

O aumento populacional que é observado mundialmente no último século traz a tona a preocupação em aumentar a produção de alimentos. Com isso, empresários de diversos setores passaram a fornecer agrotóxicos, fertilizantes químicos e maquinários, favorecendo a difusão dos monocultivos extensivos, diminuindo a mão de obra utilizada no campo (gerando êxodo rural), e aumentando e intensificando os impactos da ação antrópica (CARLINI & GROSSI-DE-SÁ, 2002).

A intensificação da agricultura aumentou a produtividade, porém, o uso indiscriminado dos insumos levou ao acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos, na água, no solo, à intoxicação de agricultores e consumidores, surgimento de doenças e pragas resistentes entre diversos outros problemas (KIM et al., 2003). Para Chaboussou (2012), o uso de adubos de alta solubilidade, herbicidas, fungicidas, inseticidas e ainda, de indutores de estresse que interferem na fisiologia das plantas, favorecem o desequilíbrio do sistema e o surgimento de pragas e doenças.

Visando a harmonia entre a produção, a preservação ambiental e a sustentabilidade social, uma fusão de diferentes correntes alternativas, como a agricultura biodinâmica, agricultura natural, permacultura e agroecologia, molda os princípios para a atual agricultura orgânica. Para Altieri (2001), o objetivo da agricultura orgânica é estabelecer interações ecológicas e sinergismo biológico nos ambientes agrícolas complexos, assim, favorecendo a fertilidade do solo, elevando a produtividade e a proteção das culturas.

Tem-se atualmente 43,1 milhões de hectares sendo utilizados para produção orgânica, sendo que destes, 6,6 milhões de hectares são manejados por, aproximadamente, 300 mil produtores na América Latina, representando 15% das áreas orgânicas do mundo. O Brasil é o 11º no ranking mundial, com 0,7 milhão de hectares orgânicos, estando abaixo de países latino-americanos de menor abrangência territorial, como Argentina, com 3,2 milhões de hectares e Uruguai, com 0,9 milhões de hectares (FiBL & IFOAM, 2015).

Vários benefícios podem ser propiciados pela agricultura orgânica, em especial, aos agricultores familiares, como o aumento do preço de venda dos produtos, redução dos custos de produção, menor dependência do mercado externo, juntamente com o equilíbrio ambiental, que favorece o aumento da biodiversidade do solo, as simbioses entre plantas e outros organismos, o controle biológico de pragas e doenças, entre outros benefícios. A agricultura familiar, responsável por gerar alimentos básicos da alimentação brasileira, vem sofrendo mudanças consideráveis em virtude da globalização e desregulamentação durante os anos 90, contudo, governos como do Brasil, México e Chile têm fornecido apoio por meio de programas voltados à agricultura orgânica e familiar. A demanda por alimentos orgânicos cresce em média 10% ao ano no Brasil, sendo sua produção um caminho promissor para atividade familiar rural e para o aumento da qualidade dos produtos alimentícios produzidos (GUANZIROLI & CARDIN, 2000; SOUZA & ALCÂNTARA, 2000; AZEVEDO, 2000; BÁNKUTI et al., 2015).

Em um relatório do Censo Agropecuário de 2006 foi apontada a relevância da agricultura familiar no Brasil, declarando que o grupo engloba mais de 4,36 milhões de propriedades, significando 84,36% das propriedades no Brasil representadas em 80,1 milhões de hectares, apenas 24% do total de área agrícola do país. Além disso, o relatório afirma que “[...] a agricultura familiar é responsável por assegurar grande parte da segurança alimentar no país, como um importante fornecedor de alimentos para o mercado interno” (IBGE, 2006).

Porém, apenas 1,8% do total de estabelecimentos agropecuários investigados no Censo Agropecuário de 2006 eram produtores de orgânicos (IBGE, 2006). Esse fato demonstra que o incentivo a este segmento da agricultura realmente merece extrema atenção de todos os setores, pois somente com uma produção mais racional e harmoniosa para com o meio ambiente é possível promover avanços na saúde, bem-estar e nas diversas relações sociais para as futuras gerações.

2.2. A questão do Nitrogênio

2.2.1. Nitrato nos vegetais

O nitrato é uma forma de ocorrência natural do nitrogênio, está presente no solo, na água e é encontrado em alimentos provenientes da carne, leite, produtos lácteos, grãos, frutas, bebidas alcoólicas e principalmente nos vegetais. A concentração de nitrato é um importante indicador de qualidade dos vegetais, tendo em vista que, em média, mais de 85% da ingestão diária de nitrato na dieta humana é proveniente dos vegetais, representando 300 a 940 mg g⁻¹ (Tabela 1) do consumo diário estimado de nitrato. A redução do conteúdo de nitrato pode representar melhoria na qualidade do produto vegetal, que já é muito popular devido às suas propriedades nutricionais e terapêuticas (GANGOLLI et. al., 1994; MENSINGA et al., 2003; SANATAMARIA, 2006).

Tabela 1 Estimativa da quantidade total de NO₃⁻ ingerido diariamente em nível global e contribuição de acordo com a fonte (com base em 60 kg de peso corporal).

| Dieta regional | Consumo NO ₃ ⁻ mg dia ⁻¹ | Contribuição (µg mg ⁻¹) | | | |
|-----------------|---|-------------------------------------|------|---------|--------|
| | | Vegetais | Água | Cereais | Frutas |
| Oriente Médio | 40 | 650 | 200 | 100 | 50 |
| Extremo Oriente | 28 | 450 | 300 | 150 | 100 |
| África | 20 | 300 | 400 | 150 | 100 |
| América Latina | 55 | 650 | 150 | 50 | 100 |
| Europa | 155 | 900 | 50 | <50 | 50 |

Fonte: SANTAMARIA, 2006.

Muitos são os fatores que influenciam o acúmulo de nitrato nos vegetais, entre eles fatores genéticos, ambientais (umidade atmosférica, conteúdo de água no substrato, temperatura, irradiância, fotoperíodo) e práticas agrícolas (doses e formas de fornecimento de nitrogênio, disponibilidade de outros nutrientes, uso de herbicida, etc.), sendo que, dentre os citados, pode-se apontar o fornecimento de nitrogênio e regime de luz como os fatores de maior influência no acúmulo de nitrato nos vegetais (CANTLIFFE, 1973; UMAR & IQBAL, 2006; SANTAMARIA et al., 2001). Cantliffe (1973) realizou estudo

sobre a influência da fertilização e da intensidade luminosa no acúmulo de nitrato em plantas de espinafre e beterraba, concluindo que a fertilização nitrogenada apresentou a maior influência.

Em revisão realizada por Woese et al. (1997), com enfoque em trabalhos que compararam os sistemas de produção convencional e orgânico, 41 trabalhos que tratavam da questão do conteúdo de nitrato em vegetais indicaram que existem claras evidências confirmando que vegetais cultivados em sistema orgânico, ou que ao menos receberam apenas fertilização orgânica, apresentaram menores níveis de nitrato.

Em uma avaliação do Scientific Committee on Food - SCF (1997) as culturas de batata e alface foram apontadas como a maior fonte de nitrato na alimentação (tabela 2), sendo a batata devido ao consumo em maior quantidade e a alface por seu alto conteúdo de nitrato. O comitê destaca a necessidade de esforços para reduzir a exposição ao nitrato pela água e alimentação, considerando os possíveis danos à saúde que podem ser acarretado por sua ingestão.

Em resposta ao SCF, em 1997 o European Commission's Scientific Committee on Food (ECF), em acordo com o European Member States, estipularam limites para nitrato em alface e espinafre (EC Regulation n.º. 194/97). Posteriormente, em 2002 o ECF alterou este regulamento e adotou o EC Regulation n.º. 563/2002 (tabela 3), em que os limites permitidos variam de acordo com a estação do ano em que é realizado o cultivo e do sistema de cultivo (protegido ou não). No caso da alface, também são estipulados diferentes valores máximos de conteúdo de nitrato dependendo da variedade, sendo os menores níveis impostos para os cultivares que formam cabeça (repolhuda).

Os diferentes limites estipulados por certos países pertencentes ao European Member States já causaram certas dificuldades comerciais em toda União Europeia, sendo esta nova regulamentação muito influenciada por questões comerciais e econômicas. Verifica-se certa discrepância no limite estabelecido para o conteúdo de nitrato em hortaliças entre as leis de diferentes países. Isso se deve a questões comerciais, econômicas e também às diferentes metodologias analíticas adotadas na detecção do nitrato, que geralmente provém de modificações de protocolos utilizados para análise de outros alimentos. Contudo, em certos países, a legislação de regulamentação dos limites para conteúdo de nitrato em vegetais ainda é inexistente, como é o caso do Brasil, Uruguai e

também dos Estados Unidos (ARLÓ et al., 2013; GÜNES et al., 1996; SANTAMARIA, 2006; ZAGO et al, 1999).

Tabela 2. Classificação de vegetais de acordo com o conteúdo de NO_3^- (mg kg^{-1} mf).

| | |
|-----------------------|--|
| Muito baixo (<200) | alcachofra, aspargo, feijão-fava, couve-de-bruxelas, berinjela, alho, cebola, vagem, melão, cogumelos, ervilha, pimentão, batata, abobrinha, batata-doce, tomate e melancia. |
| Baixo (200-500) | brócolis, cenoura, couve-flor, pepino, abóbora, chicória “Puntarelle”. |
| Médio (500-1000) | repolho, endro, nabo, radiche. |
| Alto (1000-2500) | repolho chinês, endívia, escarola, funcho, chicória-folhosa, alho-poró, salsinha. |
| Muito alto (>2500) | aipo, cerefólio, agrião, alface, rabanete, beterraba, espinafre, acelga-suíça, rúcula. |

Fonte: SANTAMARIA, 2006.

O conceito de ingestão diária aceitável (sigla em inglês ADI, para acceptable daily intake) é definido pelo Joint Expert Committee of the Food and Agriculture (JECFA) da Organization of the United Nation/World Health Organization (WHO). Este é baseado no No Observed Effect Level (NOEL), que estipula 500 mg kg^{-1} de peso corporal para nitrato por dia. Este dado provem de estudos realizados a longo prazo em ratos e recentes estudos com cachorros. Com base no NOEL para nitrato o comitê propõem um ADI de 0 – 5 mg kg^{-1} de peso corporal por dia, expresso em nitrato de sódio ou 0 – 3,7 mg kg^{-1} expresso em NO_3 (SPEIJERS & VAN DEN BRANDT, 2003).

Tabela 3. Limites máximos para níveis de nitrato (mg kg^{-1} massa fresca) em alface e espinafres de acordo com European Commission Regulation (EC) No 563/2002.

| Produto | Período de colheita | NO_3 |
|---|---|---------------|
| espinafre fresco (<i>Spinacia oleracea</i> L.) | 01/11 a 31/03 | 3000 |
| | 01/04 a 31/10 | 2500 |
| espinafre preservado ou congelado | | 2000 |
| alface fresco (<i>Lactuca sativa</i> L.) (cultivo aberto e protegido) excluindo alface-americana | 01/10 a 31/03 | |
| | - alface produzido em cultivo protegido | 4500 |
| | - alface produzido em cultivo aberto | 4000 |
| | 01/01 a 30/09 | |
| | - alface produzido em cultivo protegido | 3500 |
| | - alface produzido em cultivo aberto | 2500 |
| alface-americana (iceberg) | - alface produzido em cultivo protegido | 2500 |
| | - alface produzido em cultivo aberto | 2000 |

Fonte: SANTAMARIA, 2006.

Ao utilizar como parâmetro o ADI proposto e comparar os limites do conteúdo de nitrato em vegetais (Tabela 3), pode-se verificar que para uma pessoa de 60 kg, a ingestão de uma porção de 100 g de alface ou de espinafre, ainda dentro do conteúdo máximo estipulado pela lei, já extrapolaria a ingestão diária aceitável para nitrato. Além disso, é necessário salientar que este íon ainda está presente em diversos outros produtos alimentícios e na água que consumimos diariamente, podendo assim, ultrapassar em quantidade significativa os valores aceitáveis para ingestão diária. Entretanto, o mesmo comitê que estipula o ADI, considera inapropriada a comparação da exposição ao nitrato por vegetais a este índice. Isso devido aos benefícios proporcionados pela ingestão dos mesmos e da falta de dados que comprovem a bioatividade do nitrato, sendo que dentre estes benefícios estão a presença de vitaminas, minerais e antioxidantes (SANTAMARIA, 2006).

Em uma revisão sistemática e meta-análise que reuniu 343 trabalhos científicos, selecionados dentre mais de 17.000, Baransk et al. (2014), comparam culturas convencionais e orgânicas quanto a concentração de antioxidantes, cádmio (metal pesado) e a incidência de resíduos de pesticidas. Os dados demonstram que as culturas orgânicas

possuem concentrações significativamente menores de nitrogênio (nas formas de nitrito e nitrato). Este fato embasa a teoria de que as diferenças nas concentrações de antioxidantes e polifenóis entre culturas orgânicas e convencionais podem ser devido aos diferentes padrões de fornecimento de N. Diferentes estudos reunidos nesta revisão sugeriram que, em condições de alta disponibilidade de N, as plantas alocam os carboidratos produzidos na fotossíntese no metabolismo primário, havendo rápido crescimento, produzindo assim, menores quantidades de substâncias do metabolismo secundário. Sendo assim, produtos provenientes da agricultura convencional (desenvolvidos em sistemas que proporcionam grande disponibilidade de N provenientes de adubos sintéticos) apresentam conteúdos significativamente menores desses componente benéficos a saúde.

O nitrogênio é o segundo elemento requerido em maior quantidade pelas plantas, sendo o primeiro o carbono, e corresponde aproximadamente de 1 – 5% da matéria seca total das plantas. O nitrogênio é componente integral de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, coenzimas, fitormônios e metabólitos secundários. A maior parcela de nitrogênio absorvido pelas raízes é na forma de nítrica (NO_3^-) e amoniacal (NH_4^+). Já o N_2 (forma de nitrogênio presente em maior quantidade no ambiente) só pode ser assimilado por bactérias no processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN). A fim de aumentar a produção das culturas, cerca de 100 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados foram aplicados globalmente em 2008. De acordo com o Banco de Dados Agregados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Brasil 3,69 milhões de toneladas de adubos nitrogenados foram entregues ao consumidor até o final de 2013. Do total do nitrogênio aplicado, apenas 40-50% é utilizado pela cultura, o restante é perdido no sistema solo-planta e pode resultar em problemas ambientais, incluindo a poluição de águas e ar (FAO, 2008; SYLVESTER-BRADLEY & KINDRED, 2009; IBGE, 2013).

Devido à alta mobilidade do NO_3^- no xilema e o fato do mesmo poder ser armazenado em vacúolos da raiz e da parte aérea, as plantas geralmente transportam o N na forma de nitrato. Para o nitrato ser incorporado em estruturas orgânicas ele deve ser primeiramente reduzido a amônio (NH_4^+). A importância da redução e assimilação do nitrato no ciclo de vida vegetal é similar à redução e assimilação do CO_2 na fotossíntese. A redução do nitrato a amônio é mediada por duas enzimas, a nitrato redutase e a redutase do nitrito. A redutase do nitrato catalisa a conversão do nitrato a nitrito utilizando dois

elétrons (citosol). Já a redutase do nitrito converte o nitrito em amônio (nos plátídeos) utilizando 6 elétrons. A reação geral é a seguinte(MARSCHNER, 2011):



Existem diferentes mecanismos na planta que regulam a atividade/concentração da nitrato redutase. Um dos motivos para sua regulação é evitar o acúmulo de nitrito, que é extremamente tóxico para células vegetais. A expressão genética para a nitrato redutase é fortemente e rapidamente induzida pelas presenças de nitrato, luz, sacarose e citocinina. A presença do molibdênio também é um importante elemento na assimilação do nitrato pela planta, devido a este nutriente ser um importante cofator da redutase do nitrato. Plantas desenvolvidas sob condições de baixa luminosidade (ex., em casa de vegetação durante o inverno) apresentam concentrações de nitrato maiores que plantas que se desenvolveram sob condições de alta luminosidade (ex., em cultivo aberto durante o verão) (KRAPP et al., 1998; LILLO, 2008; NEELY et al., 2010; MARSCHNER, 2011).

O nitrogênio inorgânico assimilado em glutamato e glutamina pode prontamente ser utilizado para síntese de outras aminas, tal como aminoácidos, ureídeos, amidas, peptídeos, proteínas, ácidos nucleicos entre outros componentes que contem N. Dependendo dos fatores que regulam a atividade da redutase do nitrato, em especial as condições de luminosidade e disponibilidade de N no solo, os vegetais podem acumular nitrato em quantidades significativas.

Dentre os vegetais com tendência a acumular altas concentrações de nitrato estão alface, espinafre, acelga e rabanete. Essas espécies são consideradas nitrofilicas devido ao consumo luxuriante de nitrogênio, que pode levar ao acúmulo do que foi absorvido em excesso, considerando a quantidade máxima requerida para o máximo crescimento do vegetal (GRINDLAY, 1997; VOGTMAN et al., 1984; NEELY et al., 2010).

A determinação da concentração de nitrato em vegetais é usualmente realizada em extratos obtidos de matéria seca de plantas, devido à confiabilidade e a estabilidade para sua mensuração. Embora existam diversos métodos para quantificar nitrato em extratos, o mais utilizado é baseado na nitração do ácido salicílico, proposto por Cataldo et al. (1975), originalmente para milho e aveia. Porém, o protocolo tem sido utilizado para outras espécies, por ser um método rápido e barato. Estudos realizados por Valdes et al. (2004) e Mantovani et al. (2005) compararam os resultados obtidos pelo método de Cataldo (1975)

com outros métodos de referência, para alface e alfafe e, em ambos os casos, encontraram grande correlação entre os métodos, demonstrando adaptabilidade do método de Cataldo (1975) para outras espécies vegetais, sendo este o método escolhido para determinar a concentração de nitrato para este trabalho.

2.2.2. Nitrato na saúde humana

A preocupação relacionada ao acúmulo de nitrato nos vegetais é fundamentada nas diversas implicações que este ocasiona na saúde humana. De acordo com recentes estimativas, em torno de 5 a 8 % do nitrato proveniente da dieta é reduzido a nitrito (NO_2^-), podendo ocorrer na cavidade bucal (por enzimas presentes na saliva) ou no trato digestivo. Na presença de nitrito na corrente sanguínea, o ferro da hemoglobina é oxidado de Fe^{2+} para Fe^{3+} , formando a metahemoglobina, que é incapaz de transportar o oxigênio para respiração celular, causando a doença conhecida como metahemoglobinemia. A formação da metahemoglobina se dá por meio da seguinte reação (PARDO-MARÍN et al., 2010; LARSSON et al., 2011; ARLÓ, et. al., 2013):



Taxas entre 33 e 350 mg de íon nitrato kg^{-1} de peso corporal, podem levar a formação de metahemoglobina, especialmente em crianças e bebês. Diversos casos de metahemoglobinemia causada pela ingestão de vegetais e água, com altas concentrações de nitrato foram relatados em bebês e crianças. A atenção é voltada aos bebês, que apresentam de 50 a 55% de hemoglobina fetal (que é incapaz de transportar oxigênio) e atividade da metahemoglobina redutase reduzida em média 25%, aumentando a concentração de metahemoglobina e os riscos da ocorrência da síndrome do bebê azul (metahemoglobinemia em bebês). Além disso, o intestino de crianças apresenta maior susceptibilidade à colonização de bactérias, acarretando a elevação da presença de nitrito devido à redução do nitrato realizada pela ação bacteriana (SPEIJERS, 1996; ALONSO et al., 2007; POWER et al., 2007 e JONES et al., 2014;).

Outra preocupação em relação ao nitrato e sua redução a nitrito é a formação de nitrosaminas ($\text{R}_1\text{R}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$) e nitrosamidas ($\text{R}_1\text{COR}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$), que ocorre quando o nitrito é convertido a ácido nitroso (em condições altamente ácidas no trato gastrointestinal), ocorrendo a reação com aminas. Os compostos N-nitrosos são considerados carcinogênicos

e sua relação com o câncer gastrointestinal é foco de diversos estudos (GANGOLLI et al., 1994; KOBAYASHI, 2015).

Alguns estudos epidemiológicos determinaram um coeficiente de correlação entre mortalidade devido a câncer gástrico e consumo de nitrato de 0,88. A incidência de câncer gástrico no Japão é de seis a oito vezes maiores do que nos EUA. Este fato pode estar relacionado com a ingestão de nitrato, que é três vezes maior no Japão (SHAO-TING et al., 2007; MIRVISH, 1985). Em estudo realizado por Gulis et al. (2002) os autores verificaram relação positiva entre os níveis de nitrato e a incidência de linfoma e câncer de colón, com excesso de risco entre mulheres. Em um longo estudo (duração de 16,3 anos) desenvolvido por Keszei et al. (2012), conduzido com 58.279 homens e 62.573 mulheres, de 204 municípios da Holanda, foi encontrada relação positiva entre o risco de surgimento de carcinomas epidermóides de esôfago e adenocarcinoma gástrico com a ingestão, via alimentação, de compostos N-nitrosos e nitrito.

Embora muitos trabalhos apontem os riscos da ingestão de nitrato, alguns pesquisadores apontam limitações e falta de consistência dos dados que comprovem sua relação com os riscos à saúde. Além disso, tentam comprovar certos benefícios como a diminuição da pressão sanguínea e a ação antibiótica do NO e NO₂⁻, respectivamente (BUTLER, 2015).

Muitos estudos relacionados às questões do nitrato e nitrito na saúde humana se mostram tendenciosos, de ambas as partes, e em sua maioria conclui-se que são necessários maiores estudos para elucidar tais questões, em especial, do nitrato proveniente da alimentação, incluindo vegetais. Estes estudos são geralmente complexos, pois ao mesmo tempo em que vegetais podem apresentar substâncias possivelmente tóxicas, eles também contém, como exemplo, vitaminas C e E e polifenóis, que podem eliminar potentes agentes nitrificantes, atenuando os efeitos maléficos dessas dietas (KOBAYASHI et al., 2015).

2.2.3. Nitrato e a alimentação escolar

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma política pública que descende da década de 1940, mas somente na década de 1980 foi assegurado o direito de alimento para todas as crianças no Ensino Público Fundamental no Brasil, na Nova Constituição Federal, sendo a maior e mais antiga política do Brasil (Controladoria-Geral

da União, 2006). A alimentação escolar é um direito garantido por lei e é considerada uma das estratégias de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN).

O objetivo do PNAE é fornecer alimentos saudáveis para os alunos nas escolas públicas, que compreende melhorias na aprendizagem, crescimento, desenvolvimento econômico, nutricional e biopsicossocial. Uma das diretrizes estipula que, no mínimo, trinta por cento (30 %) do total dos recursos da alimentação escolar, devem ser destinados à compra de alimentos, preferencialmente orgânicos, produzidos pela agricultura familiar, local, regional ou nacional (BRASIL, 2009; BÁNKUTI et al., 2015).

O ideal e as diretrizes dessa política, sem dúvida são de grande valia para os avanços no Brasil, com foco nas bases, educação e produção alimentícia. Porém sua efetividade se mostra muito baixa, sendo o PNAE muito heterogeneamente desenvolvido nas diferentes regiões do país. Muitos municípios ainda são carentes de alimentação escolar, sendo ausente ou muitas vezes precária. Ainda quando o fornecimento de alimento para merenda escolar ocorre, deve-se priorizar a qualidade destes. Por isso, existem diretrizes que direcionam a compra para agricultura familiar, preferencialmente regional e orgânica. Porém, menos da metade dos municípios brasileiros (47,4%) adquiriram alimentos da agricultura familiar em 2010, e o percentual de compra nestes foi, em média de 22,7%, abaixo do estipulado por lei (SARAIVA et al., 2013).

Os principais alimentos fornecidos para alimentação escolar pela agricultura familiar são hortaliças e frutas (BÁNKUTI et al., 2015). Mesmo quando proveniente da agricultura familiar, a qualidade dos mesmos não é garantida, pois nem todos trabalham com a produção orgânica. Geralmente, onde não se realizam compras da agricultura familiar, os municípios fornecem alimento proveniente de empresários rurais ou de Centrais de Abastecimento (CEASA), sendo estes alimentos, produzidos em sistemas de produção convencionais e hidropônicos, apresentando grande possibilidade de conterem a presença de resíduos dos insumos que são utilizados nesses sistemas, com potencial toxicológico, especialmente para crianças. Este fato demonstra mais um relevante motivo para investimentos em legislação e fiscalização, que regulamente os padrões de qualidade dos alimentos vegetais, zelando pela saúde humana.

2.3. Fotossíntese

A interdependência entre o desenvolvimento da vida no nosso planeta e a fotossíntese leva a evoluções constantes do mundo da ciência que estuda este mecanismo. A fotossíntese é o único processo de importância biológica que pode aproveitar a energia proveniente do sol de maneira direta. Apesar do conhecimento da estrutura tridimensional de grande parte dos complexos fotossintéticos, a compreensão da conversão de energia luminosa nos cloroplastos de plantas e microalgas, sob condições fisiológicas, requer explorar a dinâmica da fotossíntese, pois o aparato fotossintético é uma máquina molecular flexível que pode adaptar-se a flutuações metabólicas e de luz em questão de minutos (Figura 1) (EBERHARD et al., 2008 e HOHMANN-MARRIOTT & BLANKENSHIP, 2011).

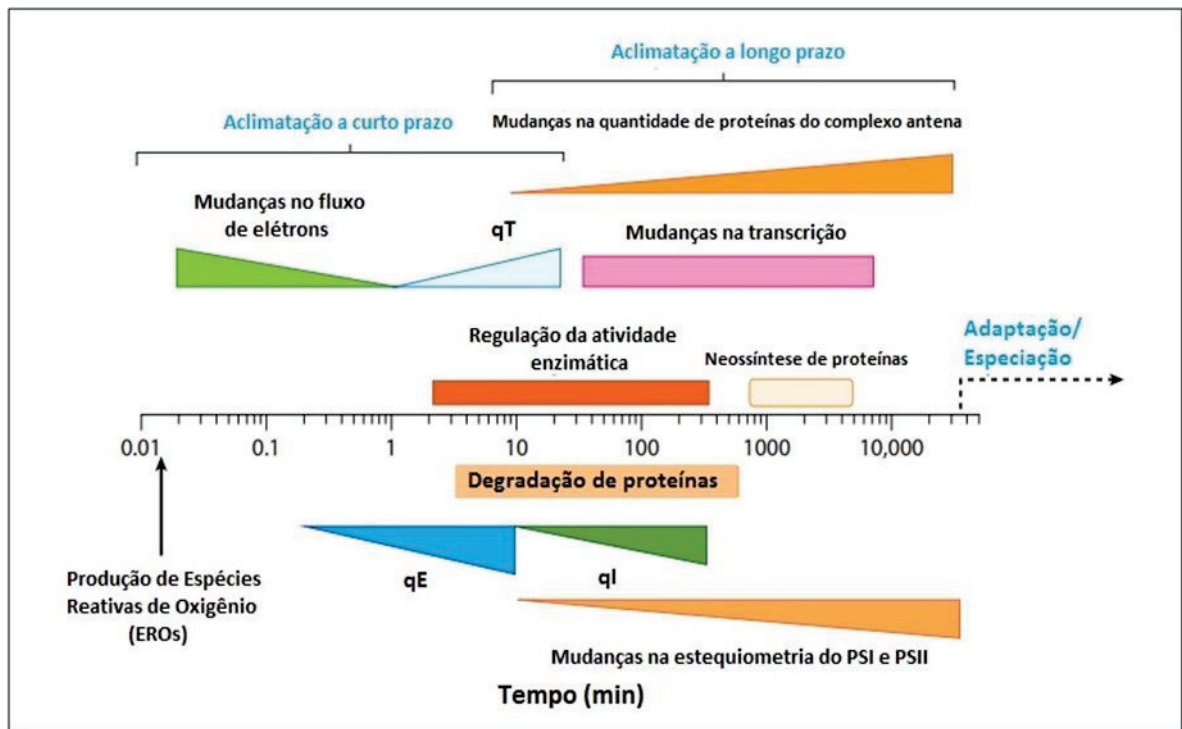


Figura 1. Escala de tempo e processo de aclimação de curto e longo prazo em plantas vasculares. Fonte: EBERHARD et al., 2008 (adaptado).

Os cloroplastos são organelas envolvidas por dupla membrana, denominadas plastídeos, que são ricas em glicosilglicerídeos, contêm clorofila e suas moléculas associadas e constituem o sítio da fotossíntese. Além dos plastídeos (membranas interna e

externa), os cloroplastos apresentam um terceiro sistema de membranas chamado tilacóide, e uma pilha de tilacóides forma um *granum*. As proteínas e os pigmentos (clorofilas e carotenoides – atuantes em eventos fotoquímicos) estão embebidos na membrana do tilacóide. Diferentes componentes do aparelho fotossintético estão localizados em áreas diferentes dos *grana* (plural de *granum*) e das lamelas (membranas adjacente do *grana*) do estroma, que é o compartimento fluido que circunda os tilacoides. As ATPsintases do cloroplasto localizam-se nas membranas dos tilacóides, elas dissipam o gradiente de prótons formado durante as reações de transferência de elétrons, desencadeadas pela luz na fotossíntese, e sintetizam o ATP. Os cloroplastos, assim como as mitocôndrias são organelas semi-autônomas, contêm seu próprio DNA e a maquinaria para síntese proteica (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Na fotossíntese a luz solar é primeiramente absorvida pelos pigmentos ativos, que se encontram no cloroplasto. Os diferentes pigmentos presentes no complexo antena apresentam variadas funções, como absorção da luz, transferência de energia para excitação dos centros de reação, contribuição na estabilização e regulação do aparato fotossintético, entre outras funções. Esses pigmentos podem ser clorofilas, carotenoides e ficobilinas. A clorofila mais abundante é a clorofila *a*, presente em quase todos os organismos fotossintetizantes, e localiza-se nos centros de captação de luz. Sua absorção é intensa ($\epsilon \approx 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$), porém restrita a estreitas faixas próximo das extremidades do espectro visível (≈ 430 e ≈ 680 nm), assim como a clorofila *b* que absorve a luz nas faixas espectrais de 460 e 650 nm, e, como os carotenoides, são denominados pigmentos acessórios (GREEN & PARSON, 2003).

Os carotenoides são encontrados em todos os organismos fotossintéticos, constituem integralmente as membranas dos tilacoides e geralmente estão fortemente associados aos pigmentos proteicos das antenas e dos centros de reação, sendo sua absorção de luz solar transferida para a clorofila. Constituem o grupo de pigmentos fotossintéticos funcionalmente e estruturalmente mais diversificado, contribuem com absorção do espectro de luz na faixa de 450 – 550 nm, sendo consideravelmente variada. São indispensáveis devido à sua função protetora a efeitos diretos e indiretos da luz, devido a isto eles também estão presentes em quantidades variáveis em organismos não fotossintetizantes bem como em órgãos não fotossintéticos (como flores). Apenas uma

fração, dos mais de 800 tipos de carotenoides conhecidos, está envolvida na fotossíntese (GREEN & PARSON, 2003).

Na normalidade do funcionamento da fotossíntese, a luz reduz a nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP) e também forma ATP (adenosina trifosfato), durante o fluxo de elétrons da água ao NADP, sendo ambos os produtos utilizados na fixação do carbono no ciclo de Calvin e na redução do nitrogênio (nitrito – amônio), servindo como agente redutor. Os complexos fotoquímicos são divididos em fotossistemas I e II (PSI e PSII), funcionam em série, sendo que o PSI absorve preferencialmente a luz no espectro acima de 680 nm (vermelho-distante, centro de reação P700) e o PSII na faixa do vermelho com comprimento de onda de 680nm (centro de reação P680). O PSII produz um oxidante muito forte, capaz de oxidar a água, que fornece um elétron para o centro de reação P680. Esse elétron passa pela cadeia transportadora de elétrons para o centro de reação P700 do PSI, que produz um redutor forte e reduz o NADP^+ para NADPH. O centro de reação PSII, suas clorofilas antena e as proteínas da cadeia transportadora de elétrons associadas, então localizados predominantemente nas lamelas granais, e o centro de reação PSI e adjuntos, bem como a enzima conhecida como fator de ligação que catalisa a formação do ATP, são encontrados quase exclusivamente nas lamelas do estroma e nas margens das lamelas granais (ALLEN & FORSBERG, 2001; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Esse complexo mecanismo biológico é o princípio para compreensão da regulação das demais rotas metabólicas, que dependem intrinsecamente dos produtos da fotossíntese. Assim, temos a luz, tanto quantitativa como qualitativamente, como um fator chave na produção e qualidade vegetal.

2.3.1. Características da luz

Com o intuito de se atender as preferências das plantas com relação à qualidade da luz tem-se buscado manipulá-la utilizando diferentes tipos de malhas de sombreamento. A utilização dessas malhas combina a proteção física com filtragem de luz, nas regiões espectrais do visível, Ultra-violeta (UV) e vermelho-distante, podendo promover mudanças na produtividade, qualidade e velocidade de maturação. Elas também influenciam na temperatura e umidade pela dispersão de radiação difusa afetando componentes térmicos do infravermelho, além disso, também podem absorver bandas espectrais que podem afetar a qualidade da luz (STAMPS, 2009; PÉRES et al, 2006).

A luz apresenta características tanto de partícula como de onda. A onda de luz é uma onda eletromagnética transversal, onde os campos magnético e elétrico oscilam perpendicularmente à direção da propagação da onda. A partícula de luz, denominada fóton, contém uma quantidade de energia chamada quantum, seu conteúdo de energia não é contínuo, sendo emitido em “pacotes” denominados quanta (TAIZ.& ZEIGER, 2004). A clorofila absorve a luz nos comprimentos de onda do vermelho e do azul, para verificar os comprimentos de luz que estão atingindo as culturas, podem-se analisar por meio de espectroradiometria, as características de absorvância, transmitância, reflectância e irradiância das diferentes malhas de sombreamento, podendo assim verificar a eficiência das mesmas.

O fluxo radiante solar, incidente na superfície do terreno por área de superfície, é denominado irradiância, que é medida em watts por metro quadrado ($W m^{-2}$). Quando a radiação eletromagnética (REM) atinge a superfície dos materiais e, em parte é absorvida (absorvância), ocorre uma troca ou interação da energia da onda com a energia contida nos átomos e moléculas da matéria. A outra parte da REM é refletida, sendo que materiais de diferentes composições têm absorções e reflectâncias diferentes. A reflectância é a razão entre a quantidade de energia radiante, que deixa uma unidade de área no terreno (radiância), pela quantidade de energia incidente naquela área (irradiância), medida no mesmo instante de tempo. Como irradiância e radiância são densidades de fluxo, o valor dessa razão torna-se adimensional, sendo expresso em porcentagem. A transmitância é a energia transmitida pelo material após a incidência de um fluxo radiante. (MENESES, 2012).

2.4. Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família das Asteraceae, originou-se de espécies silvestres de regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. As variedades comumente cultivadas são *Lactuca sativa* var. *capitata* (alface repolhuda), *Lactuca sativa* var. *longifolia* (alface romana), *Lactuca sativa* var. *crispa* (alfaces crespas ou frisadas) e a *Lactuca sativa* var. *latina* (alface galega). É uma planta herbácea, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas, que são amplas e crescem em roseta, em volta do caule. As folhas podem ser lisas ou crespas e podem formar cabeça, podem apresentar diversas colorações nos tons de verde ou roxa dependendo da cultivar. O

sistema radicular é superficial e ramificado exigindo solos de textura média, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes (FILGUEIRA, 2003; SOUZA et al., 2005).

A alface é cultivada em todas as regiões brasileiras e é a principal salada consumida pela população, tanto pelo sabor e qualidade nutricional quanto pelo reduzido preço para o consumidor (RESENDE et al., 2007) O Brasil possui uma área de aproximadamente 35.000 hectares plantados com alface, caracterizados pela produção intensiva, pelo cultivo em pequenas áreas e por produtores familiares, gerando cerca de cinco empregos diretos por hectare (COSTA e SALA, 2005).

De acordo com o último censo agropecuário realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2006, a região Sul foi responsável por 14 % da produção de alface a nível nacional (produção brasileira estimada em 525.602 toneladas), sendo que na região Sul, o Estado do Paraná (PR) foi responsável por 38 % da produção dessa hortícola.

Segundo DERAL (Departamento de Economia Rural) – SEAB (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento), o PR produziu, na safra de 2011/12, 3,01 milhões de toneladas (t) de hortaliças, em uma área de 114 mil hectares (ha), movimentando aproximadamente R\$ 2,64 bilhões. A área cultivada com alface foi estimada em 4.671 ha, significando 3,12 % do Valor Bruto da Produção (VBP) de hortaliças no Estado, com uma produção de 94.263 t.

Por ser originária de regiões de clima temperado, seu melhor desenvolvimento se dá sob clima ameno durante a fase vegetativa, sendo que a fase reprodutiva ocorre em temperaturas mais elevadas e dias longos. Portanto, temperaturas elevadas podem reduzir a fase vegetativa e ocasionar o pendoamento precoce, tornando as folhas leitosas e amargas, perdendo seu valor comercial. O avanço dos trabalhos de melhoramento genético possibilitou sua produção em todos os períodos do ano, sendo recomendado as cultivares mais rústicas, adaptadas as condições locais, que possuam sistema radicular bem desenvolvido com boa capacidade de exploração do solo, para os cultivos orgânicos (RESENDE et al., 2007).

As cultivares de alface atualmente disponíveis no mercado brasileiro de sementes são agrupadas em cinco tipos morfológicos principais, com base na formação de cabeça e tipo de folha: repolhuda lisa (cultivares Elisa, Maravilha de Verão, Rainha de Maio, entre

outras); repolhuda crespa ou americana (cultivares América Delícia, Grandes Lagos, Lucy Brown, Tainá, entre outras); solta lisa (cultivares Babá, Regina, Vitória de Verão, entre outras); solta crespa (cultivares Brisa, Elba, Hortência, Vera, entre outras); solta crespa roxa (cultivares Quatro Estações, Veneza Roxa, Vermelha Ruby, entre outras); e a romana (cultivares Branca de Paris, Ideal Cos e Romana Balão) (HENZ & SUINAGA, 2009).

O elemento climático de maior influência, nos processos fisiológicos das plantas de alface, é a temperatura do ar, podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas (VIEIRA & CURY, 1997). Porém, outros fatores como a umidade relativa do ar e a luz, podem afetar diretamente as interações com a fotossíntese e a produção de matéria seca e o índice de área foliar (JOLLIET, 1994).

Com relação ao tipo de sistema de produção, o cultivo convencional, no caso das culturas folhosas, podem apresentar sérios problemas relacionados ao uso de altas doses de adubos solúveis (principalmente nitrogenados) aliado à intensa aplicação de agrotóxicos, que podem acarretar a produtos de qualidade contestável, apresentando resíduos dos diversos insumos utilizados que são potencialmente tóxicos para saúde humana. Muitos trabalhos apontam esses problemas, não só na cultura do alface, mas também em outras hortícolas, com claras evidências da superioridade nutricional e menor risco toxicológico dos produtos orgânicos (WOESE et al., 1997; ZAGO, et al., 1999; MIYAZAWA et al., 2001; SANTAMARIA, 2006; BARANSK et al., 2014).

Devido a alta demanda pela cultura do alface, é de suma importância que se verifique a qualidade do que está sendo consumido. Muitas questões com relação aos problemas acarretados pelo consumo de vegetais contaminados ainda necessitam de maiores estudos para serem totalmente elucidadas. Contudo, a falta de legislação referente ao conteúdo de certos elementos possivelmente tóxicos, demonstra o quão vulnerável está o consumidor, que majoritariamente não tem consciência do quanto a qualidade desses alimentos podem influir em sua saúde.

2.5. Homeopatia

A homeopatia é a ciência das ultra diluições proposta pelo médico alemão Christian Frederic Samuel Hahnemann para um novo sistema terapêutico. Seu marco inicial se deu com a publicação do trabalho “Ensaio sobre novo princípio para se determinar as virtudes curativas das substâncias”, publicado por Hahnemann em 1796. A

homeopatia é fundamentada no princípio da cura pelo semelhante, enunciada por Hahnemann, mas citado por Hipócrates, Paracelso e outros ao longo da história da medicina. De acordo com esse princípio qualquer substância que possua propriedade de despertar sintomas em um organismo sadio, será capaz de curar, em doses adequadas, o organismo enfermo com os mesmos sintomas (CORRÊA et al., 1997; NUNES, 2005; LISBOA, 2006; PERES et al., 2006).

Outro princípio da homeopatia é o da experimentação. Por meio dela é possível observar sintomas da ação integral, superficial e profunda dos medicamentos, devendo estes serem testados não só em seu estado natural, mas também em diversas dinâmizações (BAROLLO, 1996). Hahnemann diluía as substâncias com as quais trabalhava na tentativa de suavizar os sintomas de intoxicação dos indivíduos sadios, bem como os sintomas de agravação nos indivíduos doentes. A diluição reduzia a toxicidade, porém também reduzia o efeito terapêutico, Hahnemann então, provavelmente por meio da alquimia, descobriu a técnica de adicionar energia cinética às diluições através da agitação, declarando que dinamizar (diluição seguida de agitação) significa desenvolver o poder medicinal interno e imaterial das substâncias cruas. No processo de dinamização, a informação da substância liberada é absorvida e armazenada pela água (ou outra substância inerte), utilizada como veículo no preparo dos medicamentos homeopáticos (VITHOULKAS, 1980; NUNES, 2005 e SCHEMBRI, 1992;)

Hahnemann preconiza também o conceito da aplicação de um medicamento único, buscando, durante o tratamento, individualizar ao máximo cada paciente e compor o “quadro sintomático da individualidade”, traduzida na totalidade dos sintomas manifestos pelo enfermo, a fim de escolher o medicamento que despertou o maior conjunto de sintomas semelhantes no experimentado sadio (VITHOULKAS, 1980; SCHEMBRI, 1992).

Considerando os princípios da homeopatia, os fenômenos dessa ciência são repetíveis, quantificáveis, descritíveis, previsíveis e possuem relação causa-efeito, encaixando-se nos critérios rígidos da ciência moderna (CASALI, 2004).

Os medicamentos homeopáticos são derivados de substâncias de origem animal, vegetal, mineral e produtos de doença (secreções fisiológicas) e elaborados a partir de normativas contidas na Farmacopéia Homeopática Brasileira ou em Farmacopéias Estrangeiras. A liberação do potencial interno das substâncias por meio da sucussão

(movimento ascendente e descendente ritmado) está diretamente relacionada com a escala de diluição, que pode ser decimal (1:9), centesimal (1:99) ou milesimal (1:999), sendo a escala centesimal (C) padronizada e utilizada por Hahnemann. A nomenclatura homeopática é universal e segue a expressão latina do nome do medicamento seguido da escala de dinamização, por exemplo, *Calcarea carbonica* 12CH (CH – centesimal hahnemanniana) (BELLAVITE, 2002; SCHEMBRI, 1992).

O uso de substâncias dinamizadas na agricultura é crescente. A partir da década de 20, no Instituto de Biologia de Stuttgart, Alemanha, têm-se relatos de experimentações em plantas, contudo, apesar dos resultados efetivos já observados até a atualidade, tanto em âmbito acadêmico como de campo, muito pouco se conhece sobre os mecanismos fisiológicos de sua atuação em modelos vegetais. O estímulo a pesquisas pode refletir na consolidação experimental e conceitual dos princípios da homeopatia, bem como gerar o desenvolvimento de uma nova biotecnologia, provavelmente com menor impacto ambiental (BONATO, 2007 e ANDRADE & CASALI, 2011).

Preparados Homeopáticos vêm sendo experimentados em plantas sadias, com o objetivo de causar patogenesis (desenvolvimento de sintomas pela aplicação de medicamento em organismo sadio), podendo assim orientar a escolha dos medicamentos no tratamento vegetal (ANDRADE, 2000). Para a escolha do medicamento, a investigação deve ser dirigida à elucidação dos princípios deixados por Hahnemann, através de estudos patogénicos (experimentação em indivíduo sadio). Além disso, a escolha da dinamização ainda depende de estudos, devido ao grande número de possibilidade das dinamizações de cada fármaco e seus diferentes padrões de ondas. Também se deve levar em consideração a importância da frequência das aplicações, outro aspecto que necessita de maiores estudos, principalmente se tratando da aplicação da homeopatia nos vegetais (TOLEDO et al., 2011).

A Ciência da Homeopatia é orgânica, pois os preparados homeopáticos atuam no equilíbrio da unidade orgânica, ao invés de focarem em apenas sinais pontuais. É também sistêmica e ecológica por contribuir com as inter-relações dos sistemas vivos e, ainda, por reconhecer cada organismo como parte do todo, assim como suas individualidades, é uma ciência holística (CAPRA, 1983; CASALI et al. 2006; ANDRADE & CASALI, 2011).

Nessa lógica, pode-se afirmar que a homeopatia é coerente com as bases epistemológicas que norteiam a sustentabilidade agrícola por respeitar a dinâmica dos

processos vivos da natureza e as leis naturais dos organismos e do equilíbrio (CASALI et al., 2001; ANDRADE & CASALI, 2011), sendo uma importante ferramenta para a agricultura, tanto convencional como orgânica.

O uso da homeopatia na agricultura é recente, entretanto, é comum utilizar nesta área os mesmos princípios que são utilizados na veterinária e na medicina. Policrestos como a *Calcarea carbonica* são bastante utilizados na agricultura e atualmente são indicadas para tratamentos de sintomas relacionados ao excesso ou carência de cálcio, aclimatação de plantas para meios alcalinos, excesso de nitrogênio, distúrbios do crescimento e no controle de algumas doenças como antracnose e pragas como tripes (CASALI et al., 2009). Embora haja estas descrições do efeito da *Calcarea carbonica* nas plantas, os efeitos deste medicamento na patogênese de plantas são raros. Marques et al (dados não publicados), encontraram alterações fisiológicas na biomassa fresca das plantas de soja causadas por diferentes dinamizações de *C. carbonica*. Além disso, constataram que possivelmente o medicamento alterou a seletividade da membrana plasmática incrementando a absorção de cálcio, fósforo e potássio, assim como, alterou a eficiência de absorção e translocação preferencialmente de P.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, que possui cobertura de polietileno de baixa densidade, transparente, de 150 μ , na Universidade Estadual de Maringá (UEM), campus do município de Maringá – PR, com coordenadas geográficas 23°24'12" de latitude sul e 51°56'31" de longitude oeste, altitude 550 metros (Google Earth[®], 2015). O clima do local é classificado por Köppen como subtropical (Cfa).

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados com distribuição fatorial, combinando dois solos de diferentes sistemas de cultivo, duas dinamizações do medicamento homeopático *Calcarea carbonica* (12 e 30CH) e água deionizada como controle e três malhas de sombreamento (vermelha, preta e prateada) e sem malha como controle (fatorial 2x3x4). O experimento foi desenvolvido com quatro repetições, sendo a

unidade experimental representada por uma planta de alface cultivada em vaso de 5 litros, totalizando 96 plantas no experimento.

Utilizou-se para o experimento sementes de alface americana cultivar Delícia, da empresa ISLA, semeadas em bandeja de polietileno expandido de 128 células preenchidas com substrato para mudas de hortaliças MecPlant[®]. Desde a semeadura as bandejas foram tratadas semanalmente com pulverizador manual, sendo uma delas tratada com água destilada, uma com *Calcareea carbonica* 12 CH e outra com *Calcareea carbonica* 30 CH, ambas com concentração de 2,0 mL L⁻¹. O transplântio das mudas para os vasos ocorreu 34 dias após a semeadura e 30 dias após a germinação das sementes.

Para a condução do experimento foram utilizados 96 vasos de 5,0 L, sendo 48 compostos por solo proveniente de uma propriedade convencional e os outros 48 vasos compostos por solo proveniente de uma propriedade com certificação orgânica. Ambos os solos foram classificados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico.

O solo coletado da camada arável (0 a 20 cm) da propriedade convencional, de uma área de produção hortícola, apresentou a seguinte caracterização química e granulométrica: P = 131,3 mg dm⁻³; Carbono Orgânico TOTAL = 21,18 g dm⁻³; pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ = 5,73; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC, respectivamente iguais a 1,89; 7,52; 3,09; 3,83; 12,50 e 16,33 cmol_c dm⁻³; V = 76,55%; argila, silte e areia, respectivamente 667, 169 e 164 g kg⁻¹. Também foram feitas análises de S-SO₄²⁻, de B, Cu, Fe, Mn e Zn, cujos resultados foram, respectivamente, iguais a 27,52; 0,45; 15,13; 33,20; 175,30; 25,48 mg dm⁻³.

Da mesma forma o solo coletado da camada arável (0 a 20 cm) da propriedade com certificação orgânica, também de área de produção hortícola, apresentou seguinte caracterização química e granulométrica: P = 82,37 mg dm⁻³; Carbono Orgânico Total = 13,80 g dm⁻³; pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ = 6,80; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC, respectivamente iguais a 0,54; 10,25; 2,90; 2,36; 13,69 e 16,05 cmol_c dm⁻³; V = 85,30%; argila, silte e areia, respectivamente 645, 147 e 208 g kg⁻¹. Também foram feitas análises de S-SO₄²⁻, de B, Cu, Fe, Mn e Zn, cujos resultados foram, respectivamente, iguais a 10,23; 0,17; 20,49; 50,60; 130,20; 13,64 mg dm⁻³.

Em todos os vasos foram adicionados vermiculita expandida, da empresa Terra Mater[®], na proporção de 1:3 (vermiculita para solo) e 30 g de composto orgânico da empresa Organo-Nipo Brasil. Nos vasos compostos com solo da propriedade convencional

foram adicionados 300 mg de uréia por vaso (5 L), e nos vasos compostos com solo orgânico foram adicionados 3,0 g de torta de mamona por vaso.

As unidades experimentais foram distribuídas sob três diferentes malhas e um controle (sem malha de sombreamento). As malhas foram instaladas a 1,0 m de distância (altura) dos vasos, sendo todas as repetições de todos os tratamentos dispostos sob as malhas e também no controle. Foram utilizadas as malhas preta, vermelha e prateada, todas com 35% de sombreamento da marca SolPack[®]. Os tratamentos com as diferentes dinamizações de *Calcareo carbonica* (concentração de 2,0 mL L⁻¹), assim como o controle com água, foram realizados semanalmente às 17:00 horas.

3.2. Preparo dos medicamentos homeopáticos

O preparo dos medicamentos homeopáticos utilizados foi realizado no laboratório de Fisiologia e Homeopatia da Universidade Estadual de Maringá, iniciado no dia 07 de abril de 2015. Utilizou-se 30 frascos âmbar de 50 ml, sendo completados 2/3 com água deionizada para as diluições. A sucussão dos medicamentos foi realizada com auxílio do dinamizador de braço mecânico Denise 50, com 100 ciclos de sucussão em 33 segundos.

A matriz utilizada foi a *Calcareo carbonica* 5 CH proveniente de uma farmácia homeopática licenciada de Maringá. A partir da matriz foram preparadas a 11 e a 29 CH em álcool 70%. Essas serviram para preparação das dinamizações 12 e 30 CH em água deionizada, que eram preparadas semanalmente para utilização no tratamento das plantas. Para o tratamento sem homeopatia foi utilizada água deionizada diluída e aplicada da mesma forma que as homeopantias.

3.3. Avaliação das características espectrais das malhas

Para avaliação da intensidade luminosa conferida pelas malhas de sombreamento, foram obtidas as curvas espectrais de amostras (0,30 x 0,30 m) das três diferentes malhas de sombreamento, com a utilização do espectrorradiômetro FieldSpec[®]3, marca ASD. As medidas espectrais foram realizadas na faixa de 350 nm a 2500 nm, com intervalo de leitura de 1,4 nm na faixa de 350 a 1050 nm e de 2 nm entre 1050 a 2500 nm, sendo que a resolução espectral é de 3 nm, na faixa espectral de 350 a 700 nm e de 30 nm na faixa de 1400 a 2100 nm. Os procedimentos foram realizados no laboratório do Grupo Aplicado ao

Levantamento e Espacialização dos Solos (GALeS) da Universidade Estadual de Maringá. As malhas foram avaliadas quanto às suas refletividade, transmissividade e absorvidade. Os dados foram convertidos de extensão asd para txt pelo programa ViewSpec Pro da ASD (ASD, 2008).

Também foram realizadas análises da irradiância nos diferentes microambientes (fora e dentro da casa de vegetação, sob as diferentes malhas - preta, vermelha e termo refletora). Para essas análises utilizou-se o mesmo equipamento descrito acima, com auxílio do adaptador RCR (Remote Cosine Receptor) de mesma marca. As leituras foram obtidas ao nível em que os vasos ficavam do solo, aproximadamente 15 cm, para analisar a luz incidente nas plantas, tanto nos ambientes sombreados como no ambiente sem cobertura (apenas dentro da estufa). As leituras de irradiância foram todas obtidas no mesmo horário (13:00), sendo realizadas 3 repetições de cada análise.

3.4. Colheita e processamento das amostras

A colheita ocorreu 52 dias após o transplântio das mudas, sendo as plantas cortadas rente a superfície do solo, todas no mesmo horário da manhã (08:00h). As plantas foram pesadas para obtenção de matéria fresca, acondicionadas em sacos de papel e posteriormente colocadas em estufa de circulação forçada por 96 horas. Após a secagem as amostras foram pesadas novamente para obtenção de matéria seca, trituradas em moinho tipo Willey da marca Marconi[®] e acondicionadas em frascos de vidro âmbar para posteriores análises.

3.5. Determinação de nitrato

Para determinação do nitrato na matéria seca de alface, provenientes do experimento conduzido em casa de vegetação, foi utilizada metodologia de nitração do ácido salicílico adaptada de Cataldo et al., (1975). Para extração de nitrato, 100 mg de matéria seca foram adicionados a 10 mL de água deionizada em tubos de ensaio e então submetidos a agitação de 1 minuto, seguidos de 15 minutos de repouso, em banho-maria a 60 °C. Após extração, foi adicionado 1g de carvão ativado por amostra, agitando e mantido em repouso por 10 min. O homogenato obtido foi então filtrado em papel-filtro quantitativo de filtração lenta (azul). Após a filtração, alíquotas de 0,2 mL de extrato

filtrado receberam 0,8 mL de solução de ácido salicílico ($\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_3$) 50 g L^{-1} em H_2SO_4 concentrado (98%) e 19 mL de NaOH 2 mol L^{-1} . A leitura da absorvância foi realizada em 410 nm em espectrofotômetro UV-1201, da Shimadzu. Os resultados foram convertidos em teores de N-NO_3^- com auxílio de uma curva de calibração preparada a partir de soluções diluídas de NaNO_3 , 0, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 mg L^{-1} , que receberam o mesmo tratamento das amostras.

Os dados de nitrato em matéria seca assim como os dados de massa fresca, foram submetidos a análise estatística por meio do software SISVAR, utilizando o teste de comparação de médias Scott-Knott a 10% para massa fresca e 5% para concentração de nitrato.

4. RESULTADOS

4.1. Temperatura

Pelas médias de amplitude térmica e temperatura diária, observa-se discreta variação entre os diferentes microambientes, especialmente no ambiente sem a presença de malha de sombreamento (controle), que apresentou maior amplitude térmica e temperaturas médias mais elevadas em todo o período, sendo que, as maiores diferenças foram constatadas nos dias de maior temperatura (Figura 2).

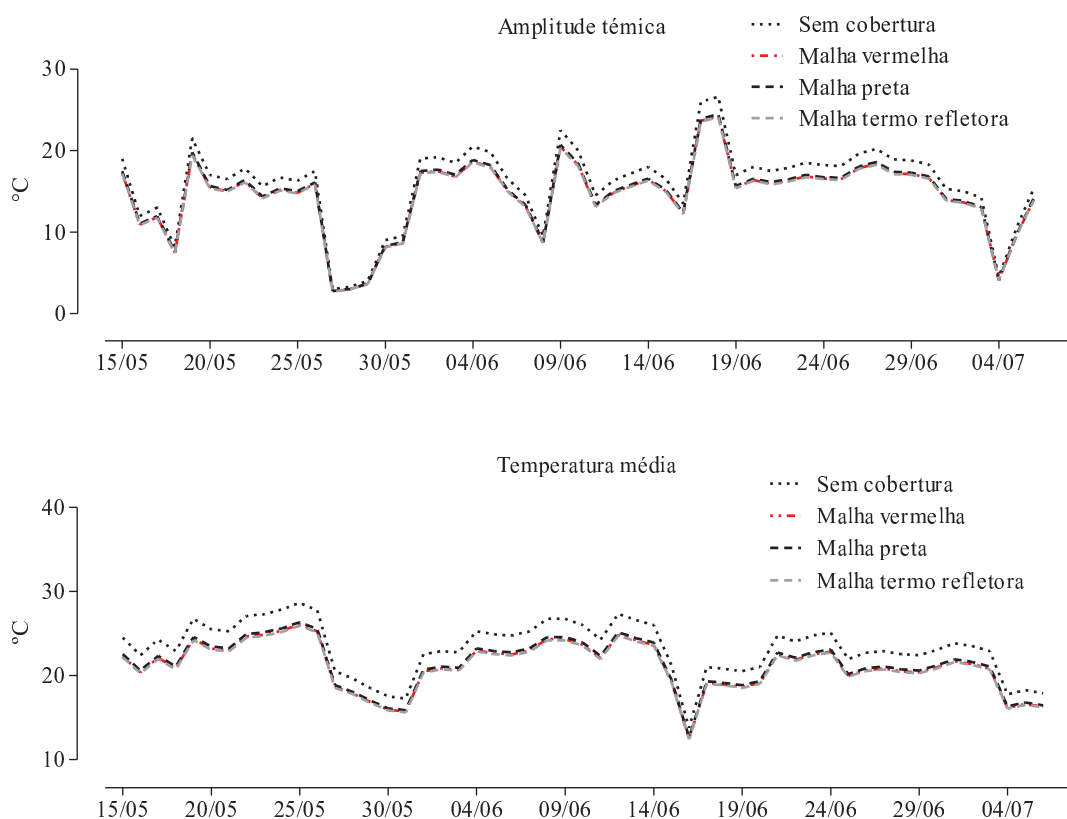


Figura 2. Variações de amplitude térmica e temperatura média diária do ar registrada no interior dos diferentes microambientes durante o ciclo da cultura.

A planta de alface é tolerante a baixas temperaturas, podendo resistir a temperaturas inferiores a 0 °C, entretanto, a temperatura ótima para seu desenvolvimento vegetativo está entre 14 e 18 °C (SCHAFER, 2009). Sanders (2001) afirma que a temperatura ideal para seu desenvolvimento está entre 15,5 e 18,3°C, sendo assim, as faixas de temperatura aferidas durante todo o período deste ensaio não superaram a máxima e mínima tolerável, estando condizente com a necessidade térmica da cultura.

4.2. Características espectrais

Observa-se que os valores de irradiância no interior da estufa, independentemente do ambiente, foram inferiores a irradiância no exterior da estufa (Figura 3). Estes resultados se devem a obstrução da luz causada pela lona plástica e partículas acumuladas com o tempo. Dentre as diferentes malhas localizadas no interior da casa de vegetação, a termo refletora apresentou os menores valores de irradiância. A malha vermelha

apresentou valores de irradiância próximos aos valores obtidos dentro da estufa sem malha de cobertura no espectro acima dos 600 nm, região de grande importância na atividade fotossintética.

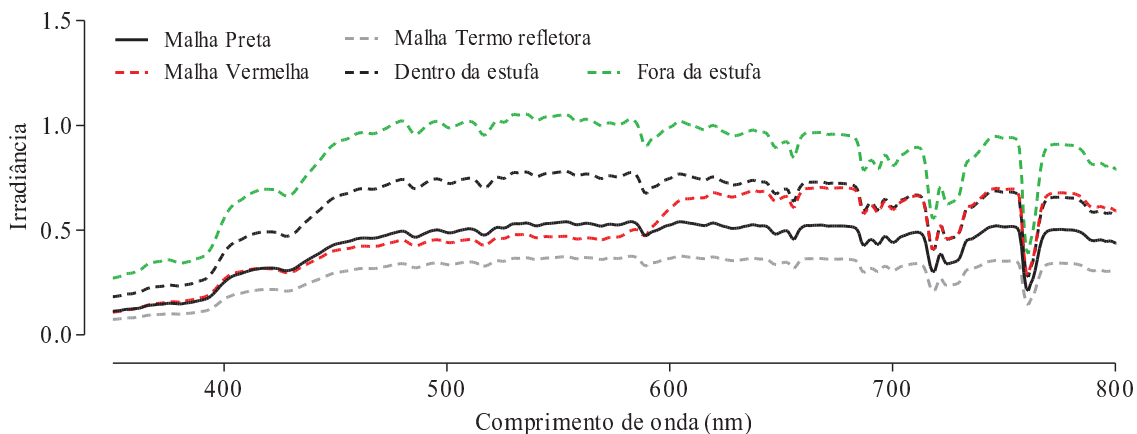


Figura 3. Espectro de irradiância para as três malhas de sombreamentos, fora da estufa e dentro da estufa.

De acordo com as análises realizadas em laboratório, com a utilização do espectrorradiômetro, para todas as curvas obtidas, as malhas prateada e preta não apresentaram grandes variações de reflectância, absorvância e transmitância, o que demonstra baixa seletividade das mesmas (Figuras 4, 5 e 6).

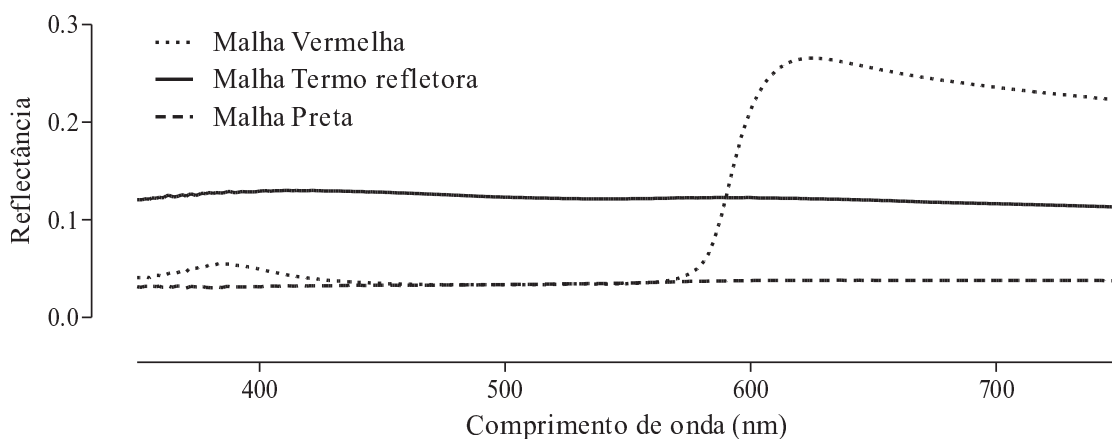


Figura 4. Espectro de reflectância para três diferentes malhas de sombreamento.

Entre as três malhas, observa-se diferentes valores de transmitância de luz, sendo que a malha vermelha apresentou valores mais discrepantes quando comparadas com as malhas preta e termo refletora (Figura 5). Percebe-se brusca elevação da transmitância da

malha vermelha na região próxima aos 600 nm, chegando a aproximadamente 80%, mantendo-se em elevação até próximo ao comprimento de onda de 800 nm. É sabido que na região entre o espectro de 610 e 700 nm ocorre absorção de energia luminosa pelas clorofilas, resultando em melhor eficiência fotossintética. Shahak et al., (2004) relatam que a malha vermelha reduz as ondas azuis, verdes e amarelas, e adiciona ondas na faixa espectral do vermelho e vermelho distante (comprimentos de ondas superiores a 590 nm), corroborando com os resultados apresentados neste trabalho.

Outro pico, chegando a 56% de transmitância, observado na malha vermelha, entre 360 e 420 nm, corresponde à região do violeta. Este espectro também possui grande relevância na atividade fotossintética e na regulação fotomorfogênica das plantas. Estes resultados sugerem que a malha vermelha é a mais adequada em termos de qualidade de luz, sendo que as demais não apresentaram valores elevados de transmitância, principalmente nos espectros compatíveis com a atividade fotossintética.

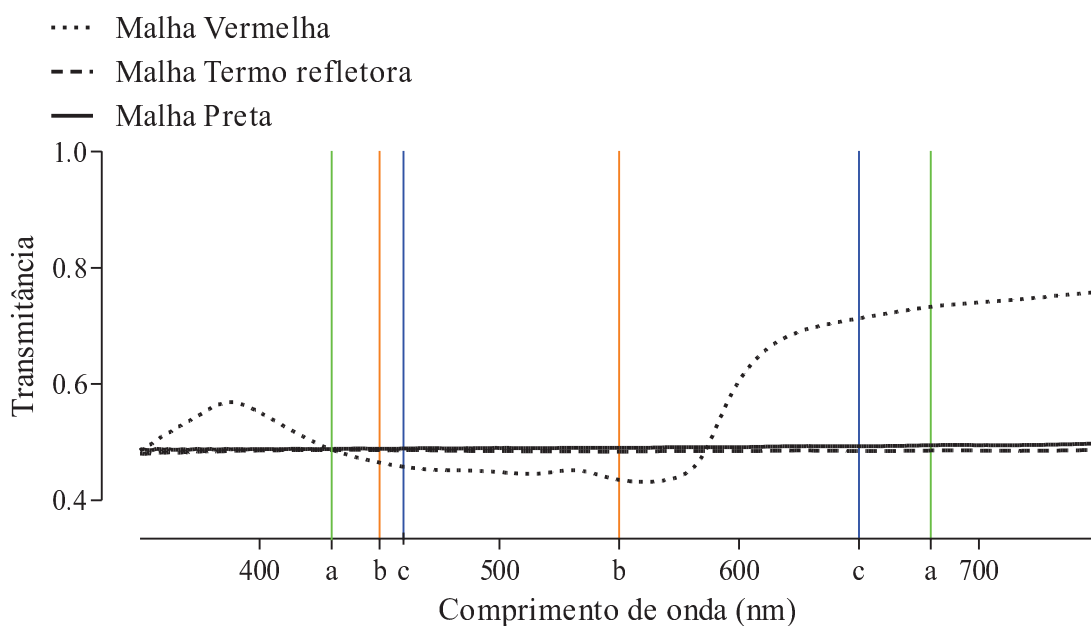


Figura 5. Espectro de transmitância para três diferentes malhas de sombreamento. “a”, “b” e “c” representam a faixa do espectro em que ocorre absorbância dos pigmentos Clorofila a (430 e 680 nm), Carotenóides (450 e 550 nm) e Clorofila b (460 e 650 nm), respectivamente.

Diferentes valores de absorbância também foram constatados entres as malhas (Figura 6). A malha vermelha foi a que apresentou os valores mais discrepantes em relação às demais. Na região do azul e especialmente na região do vermelho a absorbância foi reduzida fortemente. É possível observar valores mais elevados de absorbância para as

malhas preta e termo refletora, significando que, grande parte do espectro foi filtrado e/ou absorvido por estas malhas.

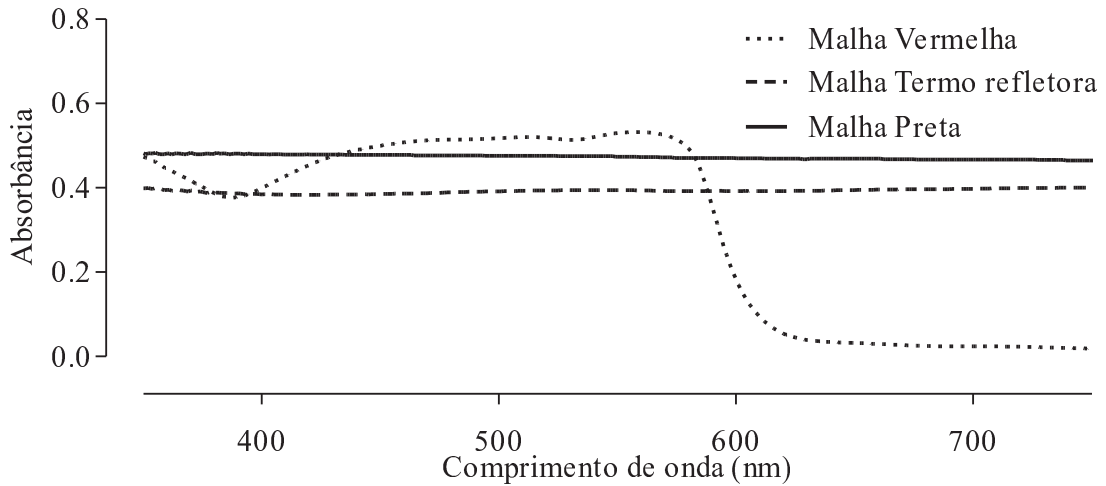


Figura 6. Espectro de absorvância para três diferentes malhas de sombreamento.

4.3. Produção de massa fresca da alface

Observa-se que as homeopatia influenciaram a produção de biomassa fresca quando as coberturas utilizadas foram a malha preta e vermelha no tratamento convencional e, na ausência de cobertura no tratamento orgânico (Figura 7). No tratamento convencional, utilizando-se da malha preta, observa-se que a homeopatia *Calcarea carbonica* 30CH acarretou menor produção de massa fresca. O mesmo aconteceu para a malha vermelha, entretanto, neste caso as duas dinamizações (12 e 30CH) acarretaram redução de biomassa. No tratamento orgânico houve diferença apenas na dinamização 12 CH quando não se utilizou nenhuma malha (controle).

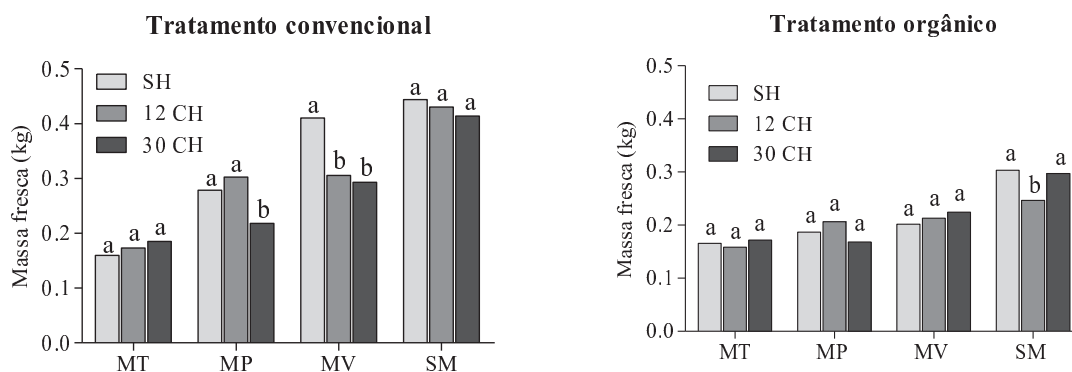


Figura 7. Massa fresca de alface sob diferentes dinamizações de homeopatia *Calcarea carbonica* dentro de cada nível de cobertura (malhas) e tratamento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. SH= sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* diluição 12 CH; 30CH: *Calcarea carbonica* diluição 30CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

Quando se compara a eficiência das malhas dentro do sistema de cultivo e do tratamento homeopático, observa-se que no tratamento convencional o comportamento foi bastante similar (Figura 8). Entretanto, na presença das homeopantias 12 e 30 CH, a eficiência da malha vermelha foi reduzida. Quando comparada com a ausência de cobertura, observa-se que a malha vermelha, mesmo com menor quantidade de luz incidente, foi tão eficiente quanto na ausência de cobertura. Os melhores resultados de produção de massa fresca, independentemente da homeopatia, foi na ausência de cobertura, seguida da malha vermelha, malha preta e então da malha termo refletora (Figura 8).

Já no tratamento orgânico os dados se demonstram diferentes do comportamento anterior, entretanto, as plantas de alface crescidas na ausência de malha apresentaram os melhores resultados. Interessantemente, a dinamização 12CH, ao contrário do que aconteceu para o tratamento convencional, acarretou maior eficiência para as malhas vermelha e preta, não diferindo do controle (sem malha). Neste caso, a malha termo refletora acarretou os resultados mais negativos na produção de massa fresca. Na dinamização 30 CH a malha vermelha foi a segunda melhor, diferenciando das outras duas malhas que não diferenciaram entre si.

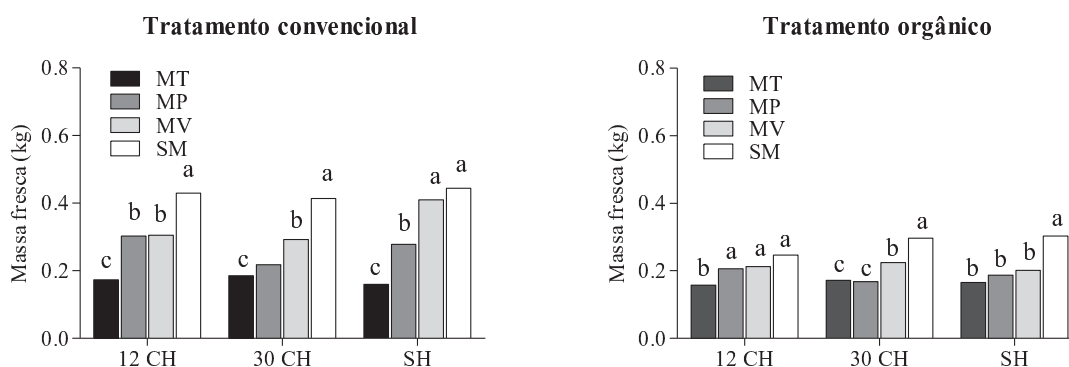


Figura 8. Massa fresca de alface comparando as coberturas dentro de cada nível de tratamento orgânico/convencional e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

Independentemente da homeopatia utilizada, não houve diferença entre o tratamento orgânico e convencional quando as plantas de alface cresceram sob a malha termo refletora (Figura 9). Já as outras malhas (preta e vermelha) e principalmente na condição sem malha o tratamento convencional sobressaiu-se e diferenciou do tratamento orgânico. A única exceção ocorreu na dinamização 30 CH com a cobertura de malha preta, em que o tratamento convencional não diferenciou do tratamento orgânico (Figura 9).

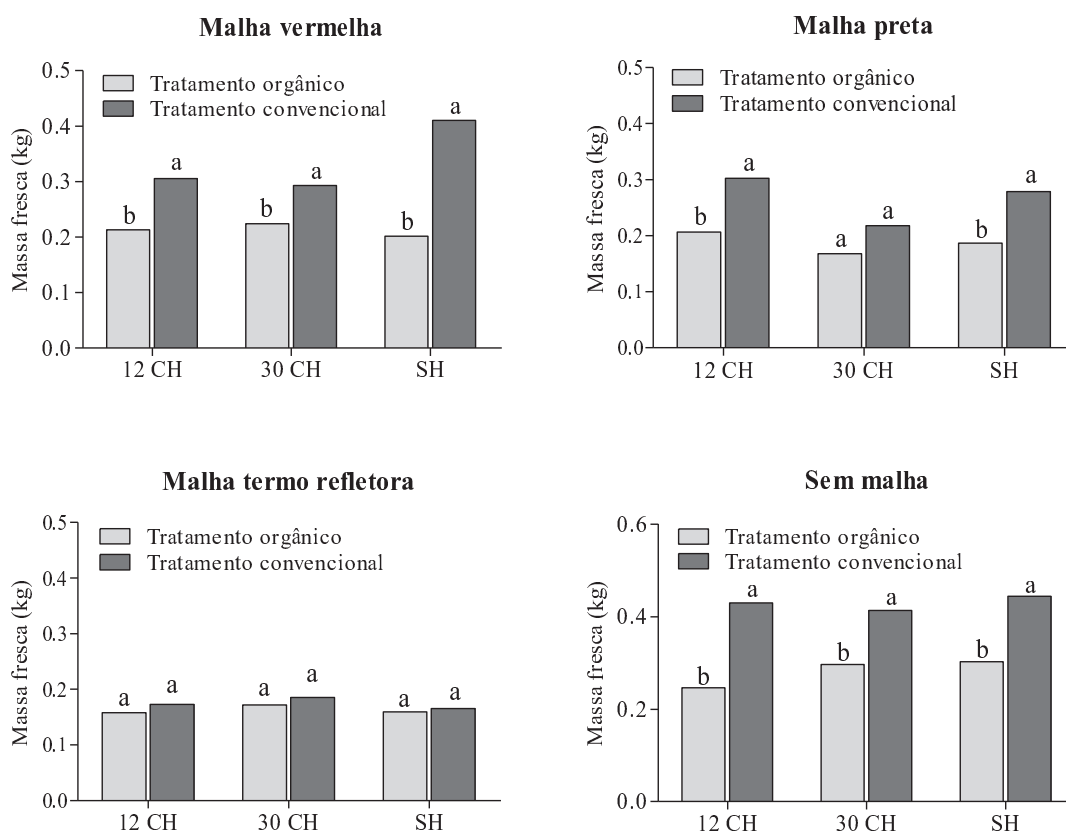


Figura 9. Massa fresca de alface comparando os tratamentos orgânico e convencional dentro de cada nível de cobertura e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 10% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

4.4. Concentração de nitrato

Os resultados da determinação de nitrato mostraram diferentes comportamentos de acordo com os tratamentos (Figuras 10, 11 e 12). No tratamento convencional sob a malha termo refletora, o maior acúmulo foi observado quando se utilizou a *Calcarea carbonica* 30 CH, o que também ocorreu nas plantas que se desenvolveram sob a malha vermelha. Com relação à malha preta, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos homeopáticos (Figura 10). Já na condição sem a presença de malha de sombreamento, o tratamento com a *Calcarea carbonica* apresentou o menor acúmulo de nitrato. No tratamento orgânico, independente da condição de luz, não foram observadas diferenças significativas na influência das homeopantias no acúmulo de nitrato.

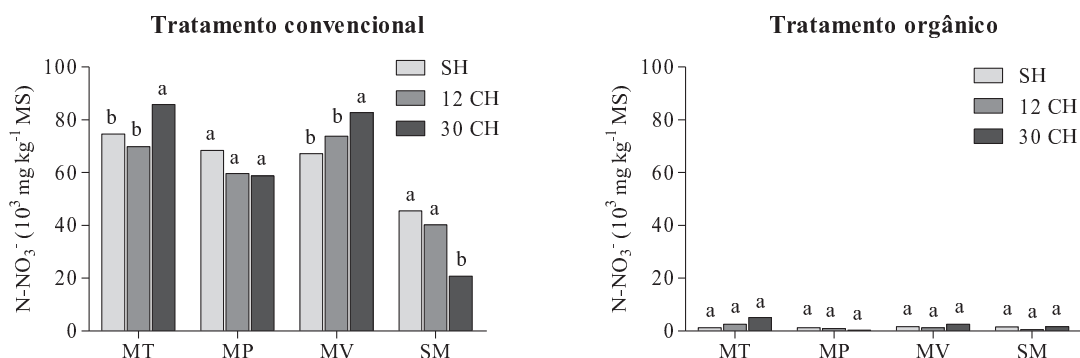


Figura 10. Concentração de nitrato na matéria seca de alface sob diferentes dinamizações de homeopatia *Calcareo carbonica* dentro de cada nível de cobertura e tratamento orgânico/convencional. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcareo carbonica* diluição 12 CH; 30 CH: *Calcareo carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

Comparando-se os resultados dentro do tratamento convencional, independentemente do tratamento com homeopatia, os menores valores de acúmulo de nitrato foram observados na condição sem malha de sombreamento (Figura 11). Em ambas as dinamizações homeopáticas a malha preta apresentou menor teor de nitrato, quando comparada com as outras malhas, e principalmente na ausência de malha. Já sob o tratamento orgânico não foram constatadas diferenças significativas no teor de nitrato, nas diferentes condições de sombreamento e nos tratamentos homeopático.

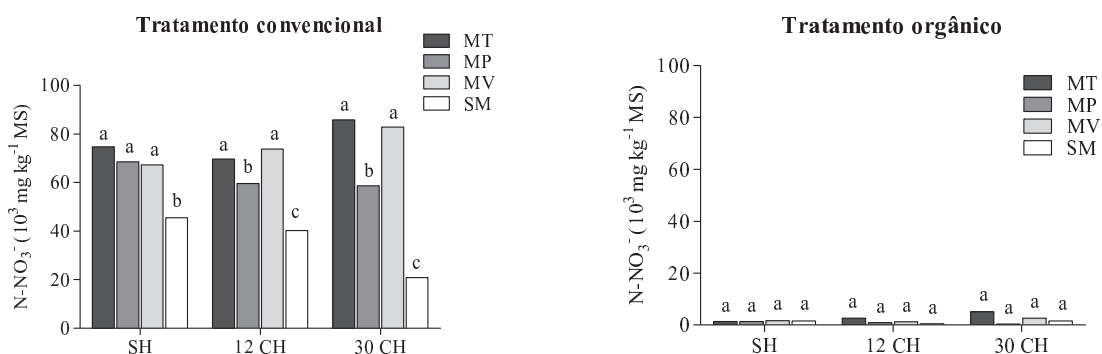


Figura 11. Concentração de nitrato na matéria seca de alface comparando as coberturas dentro de cada nível de tratamento homeopático e orgânico/convencional. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcareo carbonica* diluição 12 CH; 30 CH: *Calcareo carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

Independentemente da malha de sombreamento e do tratamento homeopático, o tratamento convencional apresentou sempre maior concentração de nitrato do que o

tratamento orgânico (Figura 12). Resultados semelhante, com diferenças discrepantes entre acúmulo de nitrato com adubação orgânica e adubo solúvel, foram observadas por Zago et al. (1999) e Miyazawa et al. (2001). Essas discrepâncias foram menores, em valores absolutos, quando não se utilizou cobertura.

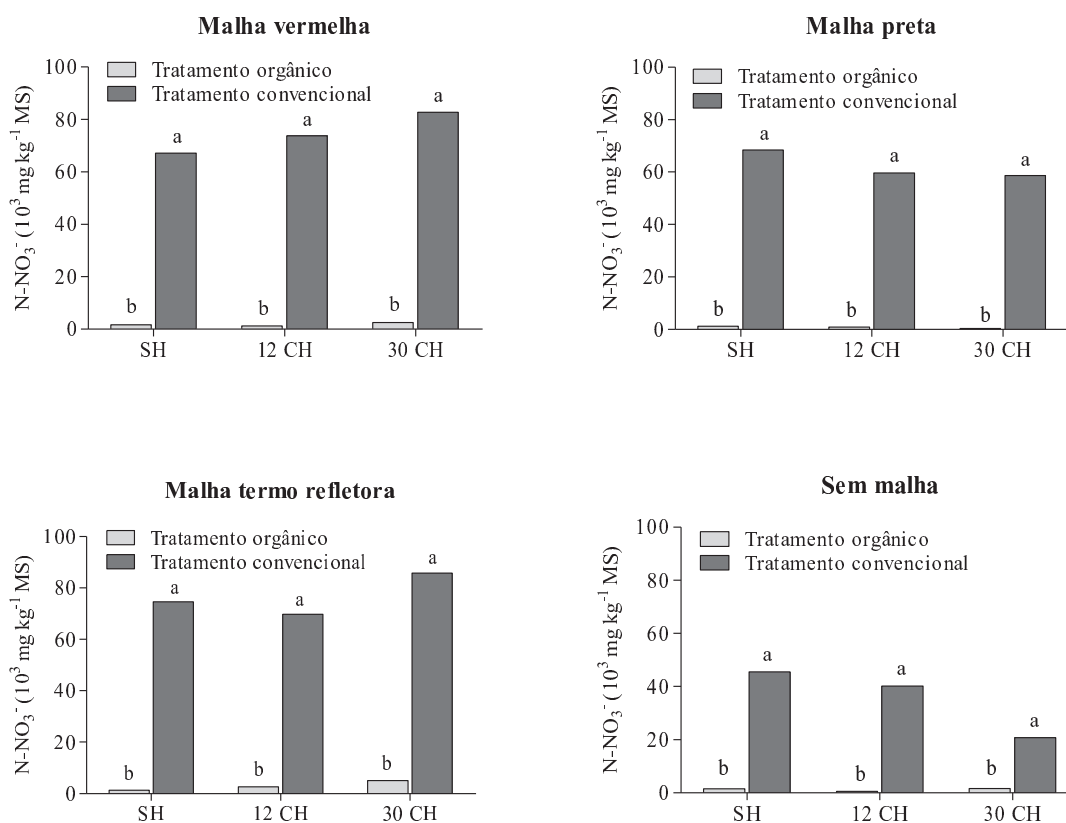


Figura 12. Concentração de nitrato na matéria seca de alface comparando os sistemas de cultivo dentro de cada nível de cobertura e tratamento homeopático. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. SH: sem homeopatia; 12 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 12 CH; 30 CH: *Calcarea carbonica* na diluição 30 CH; MT: malha termo refletora; MP: malha preta; MV malha vermelha; SM: sem malha.

5. DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados permitem algumas considerações. Os dados de irradiância, absorvância, refletividade e reflectância permitem concluir que dentre as malhas testadas, a malha vermelha foi a que se destacou. Os dados de absorvância, principalmente, demonstram que na região do vermelho (acima de 625nm) a irradiância foi muito parecida com as irradiâncias mensuradas no interior da estufa sem nenhum outro tipo de cobertura. Esta eficiência parece ter refletido diretamente na produtividade no

tratamento convencional, mas não no tratamento orgânico (sem homeopatia – SH). Neste último, as malhas vermelha, preta e termo refletora diminuíram a produtividade. Entretanto, deve-se considerar que no tratamento orgânico não foi adicionado adubo nitrogenado, o que não aconteceu no caso do tratamento convencional, em que se adicionou adubo solúvel (prontamente disponível).

A adubação proporciona maior crescimento foliar e, conseqüentemente, maior captura de luz, o que melhora sobremaneira a eficiência quântica do sistema. Assim, no caso do tratamento convencional, o aumento na superfície foliar motivada pelo nitrogênio, determinou maior eficiência quântica da luz repercutindo em maior produtividade. Além disso, deve-se considerar que o experimento foi conduzido em época de baixa irradiância (abril a julho), o que pode ter sido o motivo da menor eficiência das malhas, em especial da malha vermelha. Se o experimento fosse realizado em época de maior fotoperíodo e maior irradiância poderia se ter maior irradiância total e os resultados poderiam ser superiores, inclusive do controle em que não houve uso de nenhuma malha. Neste caso, a maior irradiância poderia causar maior transmitância, principalmente na região do espectro de luz do vermelho, aumentando a taxa fotossintética e, em conseqüência, a produtividade final.

A luz vermelha (acima de 625 nm) ativa os fotossistemas, especialmente o complexo coletor de luz, otimizando a produção dos compostos redutores (NADPH e ATP) indispensáveis para a fase de redução do carbono fotossintético. Desta forma, em ambos os sistemas, a menor irradiância total pode ter reduzido a eficiência das malhas. É de fundamental importância que este experimento seja novamente conduzido em épocas de maior irradiância e assim, permitir melhores comparações da eficiência das diferentes malhas. A condução do experimento em épocas de maior irradiância, portanto, de maior temperatura pode trazer resultados diferentes, pois nessas condições as malhas podem amenizar o excesso de calor (ver Figura 2 e 3) e ao mesmo tempo permitir irradiância suficientemente alta para permitir maior produção de biomassa. Se esta hipótese for verdadeira, a recomendação de malha poderia ser indicada apenas nas estações mais quentes e de maior irradiância.

Por outro lado, pode-se destacar que aumento de biomassa não significa necessariamente melhor qualidade de produto. Adubação solúvel pode induzir o crescimento mais rápido de uma planta, no entanto, a concentração de elementos minerais

pode não aumentar proporcionalmente. Este comportamento na nutrição é conhecido como efeito de diluição (crescimento luxuriante). A qualidade de uma olerícola não está apenas no teor de nutrientes, mas também no teor de compostos antioxidantes produzidos pela mesma. É sabido que plantas produzidas organicamente apresentam teores de substâncias antioxidantes maiores do que plantas obtidas em sistema convencional, o que pode ser mais benéfico à saúde dos consumidores do que plantas obtidas pelo sistema convencional. Além disso, no sistema orgânico não se utiliza xenobióticos, o que representa um grande benefício aos consumidores (BARANSK et al., 2014).

Quanto à homeopatia, observou-se que no tratamento convencional, as plantas crescidas com homeopatia apresentaram, nos casos em que houve significância, menor produção de massa fresca principalmente sob a malha vermelha, ou seja, o medicamento reduziu a eficiência da malha na produção de biomassa. Entretanto, no tratamento orgânico, as homeopantias melhoraram a eficiência das malhas vermelha e preta. Este comportamento é complexo e de difícil explicação. Aparentemente, a homeopatia poderia estar influenciando a homeostase das plantas, melhorando a eficiência em condições desfavoráveis como a falta de luz. Além disso, observa-se que o mesmo medicamento, mas em dinamizações diferentes podem levar a resultados diferentes. Desta forma, ao se sugerir um medicamento homeopático, deve-se levar em conta não apenas a homeopatia, mas também a dinamização a ser utilizadas. É comum verificar que diferentes dinamizações de um mesmo medicamento podem repercutir em comportamentos completamente diferentes, ora estimulando, ora inibindo a variável estudada.

Para conclusões mais acertadas é necessário que se desenvolvam mais experimentos, testando o efeito das malhas aqui estudadas, em diferentes estações do ano, que apresentam diferenças na intensidade de luz e temperatura. Esta conduta pode também ser útil para o melhor entendimento dos efeitos das homeopantias, em especial, quando se altera o sistema de produção e a intensidade/qualidade de luz.

Quanto ao teor de nitrato, pode-se também tecer algumas considerações importantes. Sabe-se que as plantas possuem um sistema muito eficiente de absorção de nitrato. Há dois sistemas de absorção de nitrato, um de alta afinidade (Km baixo), operando em baixas concentrações do íon, e outro de baixa afinidade (Km maior), responsável pela absorção em concentrações maiores (cinética não saturante) (LI et al., 2016). Assim, o nitrogênio inorgânico no solo é rapidamente absorvido e acumulado nos

vacúolos. A dimensão do aporte de nitrato no vacúolo irá depender da disponibilidade, da espécie (redução na parte aérea e/ou raiz), da superfície transpiratória, da concentração/atividade enzimática das enzimas chaves da redução do nitrato e dos compostos redutores (NADPH e de Ferredoxina reduzida). Assim, na redução do nitrato são muitos os fatores abióticos envolvidos, entretanto, a presença dos compostos redutores somente é possível na presença de luz.

A conversão do nitrato a nitrito pela redutase do nitrato exige a presença de NADPH (fonte de elétrons), que é produzido na fase fotoquímica da fotossíntese, portanto, na presença de luz. Da mesma forma, a redutase no nitrito, para converter nitrito a íon amônio, depende diretamente dos elétrons da ferredoxina, que é reduzida diretamente no fotossistema I. Este processo somente acontece na presença de luz. Como consequência, plantas com alta disponibilidade de nitrato em condições de baixa luminosidade irão absorver o nitrato e acumular no vacúolo, uma vez que não há ferredoxina suficiente para converter o nitrito a amônia. O acúmulo temporário de nitrito é extremamente tóxico ao sistema, acarretando uma retroalimentação negativa na enzima redutase do nitrato e, por conseguinte, acúmulo de nitrato no vacúolo.

A partir deste entendimento pode-se perfeitamente entender os resultados observados neste experimento. Observou-se que no tratamento convencional a concentração de nitrato foi muito superior aos valores encontrados no tratamento orgânico independentemente (Figura 12) do tipo de cobertura (malha) utilizada. Isto aconteceu provavelmente porque no tratamento convencional aplicou-se adubo nitrogenado solúvel (uréia), prontamente disponível para planta, diferentemente do aplicado no tratamento orgânico (torta de mamona), o que pode ter aumentado o teor do nitrato nos tecidos da parte aérea da alface. Além disso, a baixa luminosidade acarretada pela estação do ano (inverno) e pela utilização das malhas provavelmente levou à redução substancial da produção dos compostos redutores necessários a redução do nitrato. A presença das malhas, quando comparado com a condição sem sombreamento acarretou maior concentração de nitrato na parte aérea da alface. Este comportamento sugere fortemente que a luz é um fator imprescindível na redução do nitrato nas plantas, em especial nas folhosas. Já no tratamento orgânico, os baixos teores destes elementos na alface se devem principalmente a baixa disponibilidade das fontes nitrogenadas às plantas.

Quanto à homeopatia, observa-se que o acúmulo de nitrato no tratamento orgânico não variou dentro das diferentes malhas de sombreamento, ou mesmo na condição sem malha (Figura 10). Porém, no tratamento convencional, a dinamização 30 CH aumentou o teor de nitrato nas malhas termo refletora e vermelha. Estes dados sugerem que, neste caso, houve patogênese e a homeopatia de *C. carbonica* acentuou os problemas decorrentes da falta de luminosidade, como a produção de NADPH e ferredoxina. Desta forma, houve maior acúmulo de nitrato no tecido da parte aérea da alface.

Ao comparar o teor de nitrato entre as malhas dentro dos tratamentos sem homeopatia e as dinamizações 12 e 30 CH, observa-se que as homeopatias diminuíram o teor de nitrato quando se utilizou a malha preta, ou seja, as homeopatias amenizaram os efeitos da baixa luminosidade, neste caso.

Este experimento demonstra claramente que não basta disponibilizar nitrogênio às plantas de alface, deve-se, além disso, certificar-se de que a luminosidade seja suficiente para otimizar a produtividade sem causar o acúmulo de nitrato nas plantas. O acúmulo de nitrato, dependendo da concentração, pode causar danos à saúde. Como apresentado em diversos trabalhos, o nitrato reduzido a nitrito, tanto na cavidade bucal como no trato intestinal, pode acarretar o desenvolvimento de doenças como a metahemoglobinemia e cânceres gástricos, além de indicar relações com outras doenças que ainda não estão bem elucidadas (GULIS et al., 2002; SHAO-TING et al., 2007; PARDO-MARÍN et al., 2010; KESZEI et al., 2012; JONES et al., 2014; KOBAYASHI, 2015).

6. CONCLUSÕES

- Os dados de temperatura (amplitude térmica e temperatura média) sugerem que a temperatura não foi limitante no comportamento diferencial entre os tratamentos;
- Os dados de irradiância, reflectância, transmitância e absorvância sugerem que as malhas reduziram a intensidade total da luz que chegaram até as plantas de alface;
- A malha vermelha apresentou características qualitativas de luz mais favoráveis, uma vez que refletiu mais e absorveu menos na região do espectro eletromagnético correspondente ao vermelho, permitindo maior passagem de luz nos comprimentos de onda favoráveis à atividade fotossintética;

- Dentre as malhas testadas, a malha vermelha foi a que determinou maior produtividade no tratamento convencional. No tratamento orgânico as malhas não diferiram entre si;

- A homeopatia na diluição 12 CH de *Calcarea carbonica*, no tratamento orgânico, melhorou a eficiência das malhas vermelha e preta e a produtividade foi similar ao controle;

- Independentemente da homeopatia utilizada, a produção de alface no tratamento convencional foi maior para todas as malhas utilizadas, com exceção para a malha termo refletora, em que a produção no tratamento convencional não diferiu do tratamento orgânico;

- Os medicamentos homeopáticos interferiram na produção de massa fresca, com maior ênfase no tratamento convencional do que no tratamento orgânico;

- O tratamento com solo e adubação orgânica/convencional foi determinante no acúmulo de nitrato, sendo que no tratamento convencional (adubo solúvel), verificou-se uma grande superioridade no acúmulo de nitrato em comparação ao tratamento orgânico;

- A irradiância também se apresentou como importante fator no acúmulo de nitrato, sendo que, na condição sem malha de sombreamento (maior irradiância), foram verificados os menores acúmulos de nitrato;

- A homeopatia *C. carbonica* 30 CH aparentemente acarretou patogênese, quando sob as malhas vermelha e termo refletora no tratamento convencional, apresentando maior acúmulo de nitrato;

- Sob a malha preta, ambas as homeopantias reduziram os efeitos da baixa luminosidade, diminuindo o acúmulo de nitrato no tratamento convencional;

- Há necessidade de se conduzir outros experimentos em épocas de maior intensidade luminosa para se tenha melhor avaliação do comportamento das diferentes malhas e também das homeopantias.

7. REFERÊNCIAS

- ABAURRE, M. E. O. et al. Produtividade de duas cultivares de alface sob malhas termo-refletores e difusa no cultivo de verão. In: CONGRESSO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOB, 2003. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/cpfi2003c.pdf>> . Acesso em: 10 fev. 2016.
- ALLEN, J. F.; FORSBERG, J. Molecular recognition in thylakoid structure and function. **Trends Plant Sci.**, v. 6, p. 317-326, 2001.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade de luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, v. 31, p. 393-400, 2001.
- ALONSO, L. V. et al. Methaemoglobinaemia in an infant after eating vegetable puree. **Emergencias**, n. 19, p. 283-285, 2007.
- ALTIERI, M. **Agroecologia, a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Ed. UFRGS, 2001.
- ANDRADE, F. M. C. **Homeopatia no crescimento e produção de cumarina em chambá *Justicia pectoralis* Jacq.** Viçosa, MG: UFV, 2000. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Rev. Bras De Agroecologia**, v. 6, p. 29-56, 2011.
- ARLÓ, L.; BERETTA, A.; PERDOMO, C. H. A Quick Test Based on Cataldo's Method to Determine Nitrate in Fresh Tissue Extracts. **Journal of Plant Nutrition.**, v. 38, p. 1-12, 2015.
- ASD Inc. **ViewSpec Pro User's Guide: ViewSpec Pro™ User Manual**, ASD Document 600555 Rev. A 2008.
- ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e Agricultura Orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 6, p. 67-80, 2002.
- AZEVEDO, P. F. **Nova economia institucional: referencial geral e aplicações para a agricultura**. Agricultura em São Paulo, vol. 47, 2000. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/asp-1-00.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2016.
- BÁNKUTI, S. M. S. et al. A comercialização de produtos agroalimentares através do PNAE e PAA: um estudo com agricultores familiares no Paraná, Brasil. In: JORNADAS INTERDISCIPLINARIAS DE ESTUDIOS AGRARIOS Y AGROINDUSTRIALES, 9, Buenos Aires, Argentina. **Anais...** Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas UBA, 2015. (CD ROM).

- BARANSKI, M. et al. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. **British J. Nut.**, v. 112, p. 794-811, 2014.
- BAROLLO, C. R. **Homeopatia: ciência médica e arte de curar**. São Paulo, SP: Robe, 1996. 71 p.
- BELLAVITE, P. **Medicina biodinâmica: a força vital, suas patologias e suas terapias**. Campinas. São Paulo, SP: Papirus, 2002, 480 p.
- BETTI, L.; BORGHINI, F.; NANI, D. Plant models for fundamental research in homeopathy. **Homeopathy**, v. 92, p. 129-130, 2003.
- BONATO, C. M. Homeopatia em Modelos Vegetais. **Cultura Homeopática**, v. 21, p. 24-28, 2007.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez.2003, Seção 1, p. 8.
- BUTLER, A. Nitrites and nitrates in the human diet: Carcinogens or beneficial hypotensive agents? **J. Ethnopharmacology**, v. 167, p. 105-107, 2015.
- CALDAS, E. D. Resíduos de pesticidas em alimentos e o *Codex Alimentarius*. **Bol. SBCTA**, v. 33, p. 50-56, 1999.
- CANTLIFFE, D. J. Nitrate Accumulation in Table Beets and Spinach as Affected by Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Nutrition and Light Intensity. **Agron. J.**, v. 65, p. 563-565, 1973.
- CAPRA, F. **O tao da física: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental**. 2. ed. São Paulo, SP: Cultrix, 1983. 260 p
- CARLINI, C. R.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. **Toxicon**, v. 40, p. 1515-39, 2002.
- CASALI, V. W. D. et al. **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 140 p.
- CASALI, V. W. D. Utilização da Homeopatia em vegetais. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 5, 2004, Toledo, PR. **Anais...** Viçosa: UFV, DFT, 2004. p.89-117.
- CASALI, V. W. D.; ANDRADE, F. M. C.; DUARTE, E. S. M. **Acologia de altas diluições**. Viçosa, MG: UFV-Departamento de Fitotecnia, 2009. 537 p.
- CASALI, V. W. D.; CASTRO, D. M.; ANDRADE, F. M. C. Homeopatia vegetal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, Natural, Ecológica e

biodinâmica, 1, 2001, Piracicaba - SP. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 235-238.

CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p. 71-80, 1975

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da Trofobiose**. 2. ed. São Paulo, SP: Expressão Popular, 2012. 318 p.

CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. **MERENDA ESCOLAR: Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**, 2006. Disponível em: <http://www.portaldatransparencia.gov.br/aprendaMais/documentos/curso_PNAE.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2016.

CORRÊA, A. D.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; QUINTAS, L. E. M. Similia similibus curentur: notação histórica da medicina homeopática. **Ver. Ass. Med. Brasil.**, v. 43, p. 347-351, 1997.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 158-159, 2005.

DERAL – Departamento de Economia Rural; SEAB – Secretaria do Estado e da Agricultura e do Abastecimento. **Olericultura – Análise da Conjuntura Agropecuária**, out. 2013. Disponível em : <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2013_14.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2016.

DU, S.; ZHANG, Y; LIN, X. Accumulation of Nitrate in Vegetables and Its Possible Implications to Human Health. **Agric. Sci. China**, v. 6, p. 1246-1255, 2007.

EBERHARD, S.; FINAZZI, G.; WOLLMAN, F. The Dynamics of Photosynthesis. **Annu. Rev. Genet.**, v. 42, p. 463-515, 2008.

EC (European Commission), Commission Regulation (EC). Regulamentação nº 194/97, de 31 de janeiro de 1997. Estabelece níveis máximos para alguns contaminantes em alimentos. **Official J. Eur. Commun.** Europa, v. 31 p.48-50, 1997.

EC (European Commission), Commission Regulation (EC). Regulamentação nº 563/2002 de 2 abril de 2002. Altera a Regulamentação (EC) nº 466/2001 e estabelece níveis máximos para alguns contaminantes em alimentos. **Official J. Eur. Commun.** Europa, v. 86, p.5-6 2002.

FAO, U. N. Current world fertilizer trends and outlook to 2011/12. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Roma, Itália: 2008.

FiBL – Research Institute of Organic Agriculture; IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements. **The world of organic agriculture. Statistics & Emerging Trends 2015**. Frick, Suíça: FiBL, 2015. Disponível em:

<<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf>>. Acesso em: 4 fev. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 412 p.

GANGOLLI, S. D. et al. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. **Eur. J. of Pharmacol.: Environ. Toxicol. Pharmacol.**, v. 292, p. 1-38, 1994.

GREEN, B. R.; PARSON, W. W. (Ed.). **Advances in Photosynthesis and Respiration. Light-Harvesting Antennas in Photosynthesis**. Urbana, Illinois: Springer-Science+Business Media, B.V.2003. v. 13, 513 p.

GRINDLAY, D. J. C. REVIEW Towards an explanation of crop nitrogen demand based on the optimization of leaf nitrogen per unit leaf area. **The Journal of Agriculture**, v. 128, p. 377-396, 1997.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIN, S. C. S. (Coord.). **Novo retrato da agricultura familiar no Brasil**: o Brasil redescoberto. Brasília, DF: Convênio INCRA/FAO, 2000.

GULIS, G.; CZOMPOLYOVA, M.; CERHAN, J. R. An Ecologic Study of Nitrate in Municipal Drinking Water and Cancer Incidence in Trnava District, Slovakia. **Environmental Research**, v. 88, p. 182-187, 2002.

GÜNES, A; INAL, A.; AKTAS, M. Reducting nitrate content of NFT grown winter onion plants (*Allium cepa* L.) by partial replacement of NO₃ with amino acid in nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v. 65, p. 203-208, 1996.

HAMBRIDGE, T. Nitrate and Nitrite: intake assessment. **.Net, WHO Food Additives Series: 50**. 2003. Disponível em:
<<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

HAMMAN, B.; KONING, G.; LOK, K. H. Homeopathically prepared gibberellic acid and barley seed germination. **Homeopathy**, v. 92, p. 140-144, 2003.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Comunicado Técnico 75. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009.

HOHMANN-MARRIOT, M. F.; BLANKENSHIP, R. E. Evolution of Photosynthesis. **Annu. Rev. Plant. Biol.**, v. 62, p. 515-548, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: Censo Agropec./IBGE, p. 1-777, 2006. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2013. Disponível: <www.sidra.ibge.gov.br/bda>. Acesso: 18 jan. 2016.

JOLLIET, O. Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering Resources**, v. 58, p. 23-37, 1994.

JONES, J. A. et al. Dietary intake and bio-activation of nitrite and nitrate in newborn infants. **Pediatric research**, v. 77, p. 173-181, 2014.

KESZEI, A. P. et al. Dietary N-nitroso compounds, endogenous nitrosation, and the risk of esophageal and gastric cancer subtypes in the Netherlands Cohort Study. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 97, p. 135-146, 2012.

KIM, S. I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilusoryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, p. 293-303, 2003.

KOBAYASHI, J.; OHTAKE, K.; UCHIDA, H. NO-Rich Diet for Lifestyle-Related Diseases. **Nutrients**, v. 7, p. 4911-4937, 2015.

KRAPP, A. et al. Expression studies of Nrt2: 1Np, a putative high-affinity nitrate transporter: evidence for its role in nitrate uptake. **The Plant Journal**, v. 14, p. 723-731, 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: RiMA Artes e textos, 2004. 531 p.

LARSSON, K. et al. Estimated dietary intake of nitrite and nitrate in Swedish children. **Food Additives and Contaminants**, v.28, p. 659-666, 2011.

LI, G. et al. Dual regulation of root hydraulic conductivity and plasma membrane aquaporins by plant nitrate accumulation and high-affinity nitrate transporter NRT2.1. **Plant and Cell Physiology**, v. 57, 2016. DOI: 10.1093/pcp/pcw022

LILLO, C. Signalling cascades integrating light-enhanced nitrate metabolism. **Biochem. J.**, v. 415, n. 1, p. 11-19, 2008.

LISBOA, S. P. Homeopatia na agricultura orgânica. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 7, 2006, Campos dos Goytacazes - RJ. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 91-181.

LUZ, A.O.D. et al. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, v. 2, n. 6, p. 71-82, 2009.

MANTOVANI, J. R. et al. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesq. agropec. bras.**, v. 40, p. 53-59, 2005.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Waltham: Academic Press, 2011.

MENESES, P. R. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: CNPq, 2012. p. 1-33.

MESINGA, T. T.; SPEIJERS, G. J. A.; MAULENBELT, J. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. **Toxicol. Rev.**, v. 22, p. 41-51, 2003.

MIRVISH, S. S. Gastric cancer and salivary nitrate and nitrite. **Nature**, v. 315, p. 461-462, 1985.

MIYAZAWA, M., KHATOUNIAN, C. A.; ODENATH-PENHA, L. A. Teor de nitrato nas folhas de Alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**, II, N.7, p. 23, 2001.

NEELY, H. L. et al. Diurnal fluctuation in tissue nitrate concentration of field-grown leafy greens at two latitudes. **HortScience**, v. 45, n. 12, p. 1815-1818, 2010.

NUNES, R. O. **Teor de tanino em *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski com aplicação da homeopatia Sulphur**. Viçosa, MG: UFV, 2005. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

OHSEM, S. et al.. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 181-185, 2001.

PARDO-MARÍN, O. et al. Monitoring programme on nitrates in vegetables and vegetable-based baby foods marketed in the Region of Valencia, Spain: levels and estimated daily intake. **Food Additives and Contaminants**, v. 27, p. 478-486, 2010.

PAULL, J. A Century of Synthetic Fertilizer: 1909-2009. **Journal of Bio-Dynamics Tasmania**, v. 94, p. 16-21, 2009.

PAULL, J. Attending the First Organic Agriculture Course: Rudolf Steiner's Agriculture Course at Koberwitz, 1924. **European Journal of Social Sciences**, v. 21, p. 64-70, 2011.

PERES, P. G. P.; SOUZA, A. F.; BONATO, C. M. Efeito dos medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *Arsenicum album* em algumas variáveis de crescimento de calêndula (*Calendula officinalis* L.). In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 7, 2006, Campos dos Goytacazes - RJ. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 91-182.

PÉREZ M. et al. The radiation spectrum through ornamental net houses and its impact on the climate generated. **Acta Hort.**, v. 7; p. 631-636, 2006.

PINHEIRO, R.R. et al. Efeitos de diferentes malhas de sombreamento na emergência e produção de mudas de rúcula. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 8, p. 757-766, 2012.

PINHEIRO, S. **Cartilha dos agrotóxicos**. Porto Alegre, RS: Fundação JuquiraCandirú, 1998. 66p.

- POWER, G. G. et al. A novel method of measuring reduction of nitrite-induced methemoglobin applied to fetal and adult blood of humans and sheep. **J. Applied Physiology**, v. 103, p. 1359-1365, 2007.
- RESENDE, F. V. et al. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Circular Técnica 56. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. PiraRoxa: cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p.158-159, 2005.
- SANTAMARIA, P. et al. Ways of reducing rocket salad nitrate content. **Acta Hort.**,v. 548, p. 529-536, 2001.
- SANTAMARIA, P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. **J. Sci. of Food Agric.** v.86, p. 10-27, 2006.
- SARAIVA, E. B. et al. Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 927-936, 2013.
- SCF (Scientific Committee on Food). Assesment of dietary intake of nitrates by the population in the European Union, as a consequence of the consumption of vegetables. In: EC (European Comission). **Reports on tasks for scientific cooperation: report of experts participating in Task 3.2.3**. Bruxelas: EC, 1997. p. 34.
- SCHEMBRI, J. **Conheça a homeopatia**. 3 ed. Belo Horizonte, MG. Rona, 1992. 263 p.
- SHAO-TING, D.; YONG-SONG, Z.; XIAN-YONG, L. Accumulation of Nitrate in Vegetables and Its Possible Implications to Human Health. **Agricultural Sciences in China**, v. 6, p. 1246-1255, 2007.
- SOUZA, A. P. O.; ALCÂNTARA, R. L. C. Produtos orgânicos: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mercado internacional. In: ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: USP, 2000. (CD-ROM).
- SOUZA, P. A. et al. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 754-757, 2005.
- SPEIJERS, G. J. A. Nitrate, toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food. **WHO Food Additives Series**. v. 35, 3658-3662; 325-360, 1996.
- SPEIJERS, G. J. A.; VAN DEN BRANDT, P. A. Nitrite (and potencial endogenous formation of N-nitroso compounds). **.Net, WHO Food Additives Series: 50**. 2003. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je05>>. Acesso em: 10 fev. 2016.
- STAMPS, R.H. Use of colored shade netting in horticulture. **Hort Science**, v. 33, p. 239-241, 2009.

STERTZ, S. C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na região metropolitana de Curitiba, Paraná.** Curitiba, PR: UFPR, 2004. Originalmente apresentada como tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, 2004.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; KINDERED, D. R. Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. **J. Exp. Bot.**, v. 60, p. 1939–1951, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3 ed. Trad. SANTARÉM, E. R. et al. Porto Alegre, RS: ARTMED, 2004. 719 p.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Homeopathy for the control of plant pathogens. In: MÉNDEZ-VILAS, A. (Ed.). **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances.** Badajoz, Espanha: Formatex Research Center, 2011, p. 1063-1067.

UMAR, S. A.; IQBAL, M. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. **Agron. Sustain. Dev.**, v. 27, p. 45-57, 2007.

VALDES, A. et al. Determinação de nitrato em vegetais. Comparação de quatro métodos analíticos (em Espanhol). **Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 36, p. 21-28, 2004.

VIEIRA, V. C. R.; CURY, D. M. L. Graus-dias na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: SBA, 1997. p. 47-49.

VITHOULKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura.** São Paulo, SP: Cultrix, 1980. 463 p.

WOESE, K. et al. A Comparison of Organically and Conventionally Grown Foods—Results of a Review of the Relevant Literature. **J. Sci. Food Agric.**, v. 74, p. 281-293, 1997.

ZAGO, V. C. P. et al. Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Hortic. bras.**, v. 17, p. 207-210, 1999.