

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Bárbara Maria da Cruz Bento

MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO FAVORECE O CRESCIMENTO DA ALFACE
SOB TEMPERATURAS ESTRESSANTES

Diamantina

2017

Bárbara Maria da Cruz Bento

**MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO FAVORECE O CRESCIMENTO DA ALFACE
SOB TEMPERATURAS ESTRESSANTES**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. André Cabral França

Diamantina

2017

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

B478m Bento, Bárbara Maria da Cruz
 Matéria orgânica no solo favorece o crescimento da alface sob
 temperaturas estressantes / Bárbara Maria da Cruz Bento. –
 Diamantina, 2017.
 56 p. : il.

 Orientador: André Cabral França

 Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Produção
 Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

 1. *Lactuca sativa* L. 2. Estresse térmico. 3. Adubação alternativa.
 I. França, André Cabral. II. Título. III. Universidade Federal dos
 Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 635

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

BÁRBARA MARIA DA CRUZ BÊNTO

Matéria orgânica no solo favorece o crescimento da alface sob temperaturas estressantes

Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM PRODUÇÃO VEGETAL -
STRICTO SENSU, nível de
MESTRADO como parte dos requisitos
para obtenção do título de MAGISTER
SCIENTIAE EM PRODUÇÃO
VEGETAL

Orientador : Prof. Dr. Andre Cabral
França

Data da aprovação : 01/12/2017


Prof.Dr. ALCINEI MÍSTICO AZEVEDO - UFMG


Prof.Dr. EVANDER ALVES FERREIRA - UFVJM


Prof.Dr. ANDRE CABRAL FRANÇA - UFVJM

DIAMANTINA

Ofereço

*À Deus e a Nossa Senhora Aparecida por guiar meus passos,
dar forças e sabedoria ao longo de toda jornada.*

Dedico

*Aos meus pais, Sandra e Constantino, irmãos, Ká e Rico,
sobrinhos, Cadu, Mabi e Beh pelo amor, orações, incentivo e apoio
ao longo de toda minha caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Á Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pela proteção e força! Por sempre estarem presentes em minha vida me guiando e abençoando.

À minha mãe, Sandra Geralda da Cruz Bento, meu imenso agradecimento. Amor incondicional, exemplo de força e vida! Pela torcida e incentivo diário.

Ao meu pai, Constantino Bento, pelo apoio.

Aos meus irmãos Karine e Ricardo, pelo amor, dedicação e pelos presentes: Cadu, Mabi e Beh, motivos de tanta felicidade.

Ao professor André Cabral pelos anos de carinho, dedicação, confiança e amizade! Pelos sábios e oportunos conselhos que ultrapassaram a vida acadêmica.

Aos meus amigos de jornada... Em especial à Cintia e Teel, por toda amizade, companheirismo e ajuda essencial na condução do trabalho e pelo meu crescimento pessoal e profissional.

À família NECAF/UFVJM pelo companheirismo, amizade, apoio e ajuda na condução das atividades durante o experimento.

Aos colegas do AMBIAGRO/UFVJM e a professora Maria Clara pelo apoio e torcida.

Ao Evander e professor Alcinei pela participação na banca e contribuição para o trabalho. Professor Valter pelo apoio durante a condução dos experimentos.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ao Departamento de Agronomia e funcionários.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

RESUMO

Resumo: A alface (*Lactuca sativa* L.) é sensível às condições climáticas, principalmente à alta temperatura, modificando a sua arquitetura, peso, qualidade e, principalmente a produção. A ação da temperatura do ar é determinante nas mudanças dos estádios de desenvolvimento dos vegetais, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança dos estádios fenológicos, além de provocar alterações morfológicas e fisiológicas. A faixa de temperatura de 15 a 24 °C é considerada adequada ao desenvolvimento da alface, entretanto, quando cultivada em regiões de temperatura e luminosidade elevadas, esta hortaliça pode deixar de desenvolver todo o seu potencial genético. A adubação pode ser utilizada para incrementar a produtividade na cultura da alface. No entanto, os efeitos das condições climáticas juntamente com a adubação e suas influências no crescimento cultura requerem maior aprofundamento no estudo, pois, o ambiente de cultivo, juntamente com a adubação e o componente genético da planta, são os grandes responsáveis pelas mudanças no crescimento, floração e senescência. Assim, objetivou-se verificar o comportamento e padrão de crescimento de plantas de alface cv. Regina sob diferentes temperaturas e estratégias de adubações. O estudo foi conduzido em sala de crescimento, em DIC com esquema fatorial 4x6, sendo: quatro temperaturas médias constantes para o cultivo da alface (12 °C; 20 °C; 23 °C e 28 °C) e seis adubações (controle, convencional mineral, Geofert - organomineral peletizado, Organomineral UFVJM, esterco de curral curtido e cama de codorna compostada). As plantas foram avaliadas quanto ao crescimento, pós-colheita e perda de massa fresca em cada ciclo. Nas condições do experimento, os tratamentos cama de codorna, esterco de curral e organomineral Geofert promoveram maior crescimento às plantas de alface cv. Regina, sendo que essas estratégias de adubação podem permitir melhor desempenho produtivo das plantas até mesmo em temperaturas de estresse. Os adubos orgânicos e Geofert são alternativas eficientes para o crescimento de plantas de alface cv. Regina e conferem às plantas menor perda de massa fresca, quando comparado à adubação mineral convencional.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., Estresse térmico, Adubação alternativa

ABSTRACT

BENTO, B.M.C. **Lettuce cultivated under stressful temperature conditions**. 2017. 56 p. (Thesis - Master in Plant Production) - Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina - MG, 2017.

Abstract: Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is sensitive to the climatic conditions, mainly to the high temperature, changing its architecture, weight, quality and mainly the production. The action of air temperature is determinant in the changes of the stages of development of the plants, interfering as much in the emission of leaves as in the change of the phenological stages, besides causing morphological and physiological alterations. The temperature ranges of 15 to 24 ° C is considered adequate for the development of lettuce, however, when cultivated in regions of high temperature and luminosity, may fail to develop its full genetic potential. Fertilization can be used to increase productivity in lettuce culture. However, the effects of climatic conditions together with fertilization and its influences on the growth of culture require further study, because the growth environment together with the fertilization and genetic component of the plant are responsible for the changes in growth, flowering and senescence. Thus, objective was to verify the behavior and growth pattern of lettuce cv. Regina under different temperatures and fertilization strategies. The study was conducted in a growth room adopting a completely randomized design (CRD) in 4x6 factorial scheme with four constant average temperatures for lettuce cultivation (12, 20, 23, and 28°C) and six fertilizations (control, conventional mineral, Geofert - pelletized organic mineral, organic mineral from UFVJM, corral manure and composted quail bed). The plants were evaluated for growth, postharvest and loss of fresh mass in each cycle. Under the conditions of the experiment, treatments composed of composted quail bed, corral manure and Geofert promoted higher growth to lettuce plants cv. Regina being that these strategies of fertilization can allow better productive performance of the plants even in temperatures of stress. Organic fertilizers and Geofert are efficient alternatives for the growth of lettuce plants cv. Regina and gives the plants less fresh weight loss when compared to conventional mineral fertilization.

Keywords: *Lactuca sativa* L., Thermic stress, Alternative fertilization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura da alface	3
2.2 Exigências climáticas da alface	4
2.3 Adubação	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Análises quantitativa de crescimento	18
4.1.1 Crescimento da cultura (Número de folhas, diâmetro da cabeça e área foliar).....	18
4.1.2 Variáveis de pós-colheita (Massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa seca de raiz e massa seca total)	25
4.2 Índices de crescimento e perda de água (Razão de área foliar - RAF, razão de peso foliar - RPF e perda de massa fresca - PMF).....	35
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das principais hortaliças folhosas produzidas e comercializadas no Brasil devido à facilidade de aquisição, sabor, teor nutricional, baixo valor calórico e a possibilidade de produção durante todo o ano (FILGUEIRA, 2008). É cultivada, principalmente por agricultores familiares, o que assegura a essa cultura, expressiva importância econômica e social, além de favorecer a fixação do homem no campo (VILLAS BÔAS *et al.*, 2004).

A cultura da alface, por se tratar de uma hortaliça de clima temperado, é sensível às condições climáticas, principalmente à alta pluviosidade, fotoperíodo e alta temperatura, modificando a sua arquitetura, peso, qualidade e, principalmente a produção (SILVA *et al.*, 2000). Tradicionalmente é adaptada a condições de temperaturas amenas com elevada produção nas épocas mais frias do ano (SANTOS *et al.*, 2009).

A temperatura do ar é determinante nas mudanças dos estádios de desenvolvimento dos vegetais, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança dos estádios fenológicos. Além disso provocar alterações morfológicas e fisiológicas como sabor, textura, quantidade de fotoassimilados e na taxa fotossintética das plantas de alface (HERMES *et al.*, 2001).

A faixa de temperatura de 15 a 24 °C é considerada adequada ao desenvolvimento da alface (SANTANA *et al.*, 2009), entretanto, quando cultivada em regiões de temperatura e luminosidade elevadas, pode deixar de desenvolver todo o seu potencial genético (CARON *et al.*, 2013). A temperatura tolerável à cultura fica em torno de 6°C a 30°C (DUARTE *et al.*, 1992).

Temperaturas elevadas no verão, além de alterar a arquitetura das plantas de alface, ocasionam o pendoamento precoce, tornando-as impróprias para o consumo em decorrências de perdas na formação da cabeça comercial e maior produção de látex, o que causa o sabor amargo das folhas (FIORINI *et al.*, 2005). Resulta ainda, na colheita de plantas ainda pequenas, com menor peso de matéria seca e de má qualidade (SANTANA *et al.*, 2005). Por outro lado, o frio e os ventos do inverno prolongam o ciclo dessa cultura (FILGUEIRA, 2008).

A alface é cultivada na forma convencional e orgânica, as quais apresentam características diferenciadas em suas práticas de manejo e podem influenciar os parâmetros de qualidade desta hortaliça (MIYZAWA *et al.*, 2001).

A nutrição das plantas é baseada quase que exclusivamente no emprego de adubos minerais ou químicos, que são produtos sintéticos ou de natureza inorgânica (MALAVOLTA *et al.*, 2002). Entretanto, a utilização desses compostos pode ocasionar acidificação e salinização dos solos, redução da atividade biológica do solo, desequilíbrio na qualidade nutricional dos alimentos e sobre a saúde humana (DAROLT, 2001; MALAVOLTA *et al.*, 2002; SOUZA, 2005).

Os adubos orgânicos e organominerais proporcionam ao solo melhoria da estrutura, aeração, armazenamento de água e drenagem interna, favorecem a redução das variações bruscas de temperatura do solo que interferem nos processos biológicos, na absorção de nutrientes pelas plantas, enriquecimento gradual com macro e micronutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas (TRANI *et al.*, 2013).

A adubação orgânica pode ser utilizada para incrementar a produtividade na cultura da alface. No entanto, os efeitos das condições climáticas juntamente com a adubação e suas influências no crescimento e desenvolvimento da cultura requerem maior aprofundamento no estudo. Pois, o ambiente de cultivo, juntamente com a adubação e o componente genético da planta, são os grandes responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, como crescimento, floração e senescência (HERMES, 2001).

Quaisquer fatores limitantes sejam diretos, como a água, luz e CO₂, ou indiretos como temperatura e a nutrição da planta, podem alterar a resposta fotossintética da planta, em maior ou em menor grau (ECHER; ROSOLEM, 2014).

A produção de uma espécie está relacionada à interação entre o genótipo, a nutrição da planta e as condições ambientais. A alface, assim como os demais cultivos, responde aos efeitos provocados pela temperatura e à adubação em que submetidas, os quais exercem grande influência no comportamento das plantas afetando-lhes a arquitetura, o crescimento, desenvolvimento, peso, qualidade e, conseqüentemente, a produção (SILVA *et al.*, 2000). Assim, o objetivo do trabalho foi verificar o comportamento e padrão de crescimento de plantas de alface cv. Regina sob diferentes temperaturas e adubações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da alface

A alface é originária da região do mediterrâneo, com registros de seu cultivo de aproximadamente 4500 a.C. no Egito e originária de espécies silvestres ainda encontradas em regiões de clima temperado da Europa e da Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2008). Os efeitos da domesticação proporcionaram perda dos espinhos do caule e folha, decréscimo no conteúdo do látex e do sabor amargo e ausência do pendoamento precoce nos tipos cultivados (SOUZA, 2006). A domesticação também afetou a formação da cabeça da planta, bem como a forma e estrutura das folhas.

É uma hortaliça de clima temperado, pertencente à família Asteracea, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae e gênero *Lactuca*. Possui caule diminuto, onde se prendem as folhas que são amplas e crescem em roseta em volta do caule (FRANÇA, 2011). Estas folhas compõem a parte comestível da planta, podendo desenvolver-se com ou sem formação de cabeça, com folhas lisas ou crespas, de colorações variando do verde-claro ao verde-escuro, e ainda, algumas cultivares apresentam pigmentações roxa nas bordas ou na folha como um todo e podem ser classificadas nos seguintes grupos: Crespa, Lisa, Mimosa, Romana e Americana (FILGUEIRA, 2008).

O sistema radicular das plantas alface quando novas é pivotante, e com o crescimento, principalmente após o transplante, torna-se bastante ramificado, podendo atingir até 60 cm de profundidade, sendo que as ramificações exploram efetivamente de 15 a 30 cm de solo (LIMA JUNIOR, 2008).

É uma cultura anual, florescendo sob dias longos e temperaturas elevadas na etapa reprodutiva do ciclo da cultura, que se inicia com o pendoamento e emissão da haste floral, com inflorescência ramificada e grande número de flores perfeitas, nessa fase há formação de látex, que provoca a sensação do sabor amargo (SOUZA, 2005).

Por ser uma hortaliça de ciclo curto e crescimento rápido, é muito exigente quanto às condições climáticas, à disponibilidade de nutrientes e água para que ocorra um acelerado incremento à massa fresca (LIMA JUNIOR, 2008).

Geralmente, hortaliças folhosas são altamente suscetíveis à perda de água, o que pode ser intensificado pelo manejo inadequado da temperatura e umidade do ar no cultivo,

armazenamento e comercialização, com redução da vida de prateleira e aumento do custo final do produto para o consumidor (FRANÇA, 2011).

O cultivo da alface vem sendo realizado nas formas convencional, orgânica e hidropônica, as quais apresentam características diferenciadas em suas práticas de manejo e podem influenciar os parâmetros de qualidade desta hortaliça.

2.2 Exigências climáticas da alface

O clima é primordial ao crescimento e desenvolvimento de plantas, os fatores climáticos como temperatura e luminosidade podem interferir de forma favorável ou desfavorável nos processos fisiológicos dos vegetais (SANTOS et al, 2010). O estresse térmico é uma situação de desconforto e ocorre quando o calor produzido pelo metabolismo é maior do que o liberado para o ambiente e pode levar a inúmeras alterações (FLOSS, 2008), devido à desnaturação das enzimas, que altera o desenvolvimento da planta, como acúmulo de biomassa, produtividade e sobrevivência da planta.

O fotoperíodo afeta o processo de pendoamento, sendo que os dias longos podem acelerá-lo (MOTA *et al.*, 2003).

Para a planta, a radiação solar não é somente uma fonte de energia, mas um estímulo que controla o condicionamento do desenvolvimento e às vezes funciona como um fator estressante; muitos processos do desenvolvimento são controlados pela radiação solar, como a germinação, o crescimento direcionado e a forma externa da planta (LARCHER, 2000).

A alface é uma planta que se adapta às condições de baixo fluxo de energia radiante, pelo fato da intensidade de luz afetar diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. Quando a cultura é conduzida dentro de uma variação ótima de luminosidade com outros fatores favoráveis, a fotossíntese é elevada, a respiração é normal e a quantidade de matéria seca acumulada é alta (BEZERRA NETO *et al.*, 2005).

A morfologia da cabeça da alface é influenciada pelas condições ambientais nas quais a planta cresce: sob níveis de luz altos suas formas tornam-se progressivamente largas, com reduzida razão comprimento/largura, enquanto sob pouca luz as folhas tendem a ser longas e estreitas (SCHAFER, 2009).

A umidade relativa do ar pode afetar a transpiração, e, como consequência, causar mudanças na condutância estomática, afetando as interações com a fotossíntese e a produção de matéria seca e o índice de área foliar (LIMA, 2007). A umidade relativa do ar necessária ao bom desenvolvimento vegetativo da alface deve ficar na faixa de 60% a 80%. A umidade

relativa do ar abaixo da faixa ideal as plantas se desidratam com facilidade e acima o desenvolvimento fica prejudicado pelo aumento da suscetibilidade a doenças (LIMA JUNIOR, 2008).

Para muitas espécies agrícolas, principalmente a temperatura do ar interfere tanto na emissão de folhas, como no crescimento das plantas (HERMES *et al.*, 2001). E para todas as cultivares de alface, a ocorrência de dias curtos e temperaturas amenas favorece a etapa vegetativa (FILGUEIRA, 2003).

Dentre os fatores ambientais, a temperatura é um dos parâmetros que mais influenciam o desenvolvimento dos vegetais (ECHER; ROSOLEM, 2014). Entender as consequências do estresse térmico sobre as culturas é extremamente importante, devido às grandes variações de temperaturas, que podem ocorrer de um dia para o outro ou até entre períodos de um mesmo dia e, estima-se que as constantes variações climáticas ano após ano, somando-se ao aumento da temperatura, resultem em danos significativos à agricultura (ECHER; ROSOLEM, 2014).

Quando plantas de clima temperado são cultivadas sob temperaturas elevadas, realizam a fotossíntese com menor eficiência, ou seja, apresentam uma queda na incorporação de gás carbônico na produção de açúcar (TAIZ; ZIEGER, 2004). Isso se deve ao fato de que parte do gás carbônico originalmente absorvido é perdida através de fotorrespiração na superfície da folha.

A alface é uma hortaliça extremamente sensível a variações climáticas acarretando comprometimento na parte comercial da planta, devido às forças sazonais, principalmente, a temperatura e fotoperíodo. Tradicionalmente é melhor adaptada a temperaturas mais amenas, e apresenta maior produção nas épocas mais frias do ano, em condições de campo (OLIVEIRA *et al.*, 2004), com variação de rendimento em função de variedades cultivadas e da mudança climática ocorrida durante o ano (DUARTE *et al.*, 1992).

Assim como todos os vegetais, a alface, não possui mecanismos termo-reguladores, portanto, é incapaz de manter a temperatura intracelular constante e as condições estressantes impostas por altas ou baixas temperaturas, acarretam em diferentes respostas (SCHAFER, 2009).

A temperatura do ar influencia na transpiração, respiração, fotossíntese, germinação, crescimento, floração, frutificação e outras funções vitais das plantas. Essas funções vitais quando em situações críticas não ocorrem ou são dificultadas. Cada espécie vegetal, em cada momento crítico do seu ciclo biológico, necessita de uma temperatura ótima para o

desenvolvimento normal (NUNES; SANTOS, 2007). É importante ressaltar que o desenvolvimento reprodutivo é possivelmente a fase mais sensível ao estresse térmico (ECHER; ROSOLEM, 2014).

A limitação do cultivo de verão são as altas temperaturas associadas à alta umidade relativa do ar, o que promove o aparecimento e grande disseminação de pragas e doenças, induzindo a produtos de baixa qualidade que elevam o preço nesse período (DELISTOIANOV, 1997).

Altas temperaturas podem elevar a demanda evaporativa das plantas através do efeito sobre o déficit da pressão de vapor, aumentando a taxa de evapotranspiração da cultura inibindo os processos fisiológicos fundamentais da planta (ECHER; ROSOLEM, 2014).

Pesquisas são realizadas para estudar a influencia de altas temperaturas nas culturas, levando em consideração o fato de que reduções substanciais na produtividade de inúmeras espécies vegetais (ECHER; ROSOLEM, 2014). Quando exposta a temperaturas elevadas durante o crescimento vegetativo, a alface passa rapidamente para a fase reprodutiva, ocorrendo o estiolamento (alongamento do caule) e, posteriormente, o surgimento da inflorescência, o que desvaloriza a produção comercial ao promover colheitas antecipadas e de qualidade inferior. A elevação de temperatura afeta primeiramente a evapotranspiração, com o aumento da capacidade do ar para receber vapor de água (LIMA JUNIOR, 2008).

De um modo geral, em altas temperaturas as respostas mais comuns ao estresse são: mudança no ângulo das folhas para diminuir a absorção e aumentar a reflexão de radiação; redução na área das folhas, com alongamento e estreitamento delas; queda das folhas.

Quando submetida a baixas temperaturas e precipitações pluviométricas prolongadas às plantas retardam o crescimento e sofrem danos (SEGOVIA *et al.*, 1997).

As temperaturas ótimas para a alface dependem do estágio de desenvolvimento da cultura: na germinação 15 a 20 °C e, no desenvolvimento 14 a 18 °C sendo para o dia de 5 a 20 °C e para a noite de 15 a 20 °C, com máxima não ultrapassando a 30 °C e a mínima de 6 °C (LIMA JUNIOR, 2008). No caso de ocorrência de temperaturas fora destas faixas, às raízes pode apresentar baixa taxa de crescimento, diminuição da atividade enzimática dos tecidos e inibição de absorção de água e nutrientes (BEZERRA NETO, *et al.*, 2005).

Além da temperatura, o fotoperíodo também afeta a planta, pois a alface exige dias curtos durante a fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendoamento precoce que ocasiona acúmulo excessivo de látex, tornando as folhas amargas, rígidas e de tamanho e número reduzidos (YOKOYAMA *et al.*, 1990).

Crescimento restrito de plantas induzido por estresse de temperaturas elevadas é consequência principalmente da redução da taxa de fotossíntese líquida, definida pela quantidade de CO₂ que é assimilado por uma determinada unidade de área foliar, após a subtração dos valores de perdas de carbono através da respiração e fotorrespiração, fato comum que pode ser observado em várias espécies de plantas C₃ atribuído ao aumento da respiração e fotorrespiração e ao decréscimo na fotossíntese bruta devido à inibição da enzima RuBisCO a alterações na estabilidade da membrana do tilacóide e a limitações no transporte de elétrons entre os aparatos da fotossíntese (ECHER; ROSOLEM, 2014).

A produtividade das culturas é, em grande parte, definida pela ação do sistema fotossintético por unidade de área de solo, assim, condições de altas temperaturas que propiciem queda da eficiência fotossintética por unidade de folha e diminuição da área foliar podem ocasionar efeitos que levem à diminuição da disponibilidade de carboidratos e, portanto, à perda de produtividade final (ECHER; ROSOLEM, 2014).

Assim, o desenvolvimento ótimo dos vegetais ocorre dentro de determinadas faixas dos agentes ambientais, diretamente relacionados aos processos de fotossíntese e respiração, ambos responsáveis pela transformação de energia luminosa em energia química e pela produção de compostos orgânicos.

2.3 Adubação

A fertilidade dos solos e a adubação são fatores importantes para a construção de um sistema de produção eficiente. A disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura, em quantidade, forma e tempo (EMBRAPA, 2008).

O solo é fundamental para abrigar e fixar as plantas, armazenar água e com tudo fornecer os nutrientes essenciais à vida vegetal. Em relação à função de fornecedor de nutrientes, os solos podem ser ricos ou pobres nesses nutrientes, e solos ricos são empobrecidos com o decorrer da exploração agrícola, dessa forma, se esses nutrientes não forem fornecidos pelos fertilizantes, eles serão absorvidos das reservas do solo, podendo causar seu esgotamento (ALCARDE *et al.*, 1998). Assim, é preciso realizar o enriquecimento do solo com esses nutrientes por meio de adubos, que podem ser inorgânicos ou orgânicos.

O cultivo de alface vem sendo realizado nas formas convencional e orgânica, as quais apresentam características diferenciadas em suas práticas de manejo e podem influenciar os parâmetros de qualidade desta hortaliça (MIYZAWA *et al.*, 2001). Nos últimos

anos, o interesse por produtos cultivados em sistemas de produção orgânicos vem crescendo intensamente, tradicionalmente cultivada por agricultores familiares, o que assegura a alface orgânica, expressiva importância econômica e social (VILLAS BÔAS *et al.*, 2004).

Os adubos minerais são obtidos a partir de extração mineral ou refino do petróleo, como por exemplo: os fosfatos, os carbonatos, os cloretos (FOGAÇA, 2016). São constituídos de compostos inorgânicos, sendo os mais usados na agricultura devido ao alto conteúdo de nutrientes, menor custo por unidade do elemento, menor umidade e efeito mais rápido (CAMARGO, 2012).

A vantagem desse tipo de adubo é que, como eles se apresentam na forma iônica, seus nutrientes são absorvidos pelas plantas com maior facilidade e o resultado é mais rápido (FOGAÇA, 2016). Além disso, apresentam composição química definida e os orgânicos não; de modo que é possível realizar com eles cálculos precisos sobre a quantidade que se deve usar em cada caso. Isso é extremamente importante, pois o uso excessivo de adubos inorgânicos pode causar desastres ambientais, como mudança na composição química do solo, tornando-o menos produtivo e, em longo prazo, causando danos ao ecossistema (CAMARGO, 2012).

O uso racional de fertilizantes minerais na agricultura pode reduzir a degradação química, física e biológica do solo, que é um bem não-renovável, conservando a qualidade da água, a saúde das plantas, além de ter seu papel de fornecer alimento à população mundial e energia com o aumento da produtividade das culturas. Por isso, surge o paradigma de aproveitar integral e racionalmente todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural, visando à estabilidade dos sistemas de produção existentes, maximizando a eficiência dos sistemas de produção, reduzindo custos e melhorando a produtividade (KONZEN, 2004).

A substituição dos adubos minerais pode ser feita sem preocupação, pois estudos têm mostrado que não há diferenças entre valores nutricionais e avaliação sensorial de plantas adubadas com fertilizantes minerais ou orgânicos, porque as plantas não distinguem as fontes de nutrientes, se é mineral ou orgânica, pois os nutrientes são absorvidos pela mesma forma química (CAMARGO, 2012).

Diante do aspecto de uma agricultura sustentável, indiscutivelmente as mudanças não ocorrerão de forma espontânea, pois elas dependerão de práticas agrícolas que conservem os recursos naturais e produzam alimentos, sem que ocorra a degradação do ecossistema. As causas dessa degradação, na maioria das vezes, estão relacionadas aos prejuízos que causam aos organismos do solo. A atuação conjunta de várias causas acelera ainda mais a degradação

deste ecossistema. Dentre as opções para a regeneração da fertilidade do solo pode-se citar a adubação orgânica (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Adubos orgânicos são aqueles obtidos por meio de matéria de origem vegetal ou animal, como esterco, farinhas, bagaços, cascas e restos de vegetais, decompostos ou ainda em estágio de decomposição. Esses materiais sofrem decomposição e podem ser produzidos pelo homem por meio da compostagem (FOGAÇA, 2016).

A grande quantidade de matéria orgânica presente nesses adubos contribui para a melhoria do solo, pois na mistura da matéria orgânica uma das frações é a húmica, que melhora e estimula a flora microbiana ao redor do sistema radicular, facilita a liberação dos nutrientes, aumenta a retenção de água, a aeração, a retenção de nutrientes, a parte física do solo e, influencia a formação de quelatos naturais, influenciando diretamente na nutrição da planta (SOUZA; RESENDE, 2003).

Outro benefício da adição da matéria orgânica no solo se dá pelo potencial para controle de nematóides e redução do uso de agrotóxicos. A solarização combinada às adubações orgânica e organomineral reduziu de maneira eficiente o número de galhas, massas de ovos e a população de nematóides fitoparasitas nas raízes, em especial de *Meloidogyne* spp. no cultivo de alface (SILVA *et al.*, 2006).

Foram observados após aplicação de adubos orgânicos, aumento de produção e dos teores de nutrientes nas plantas, maior resistência a pragas, doenças e estresses ambientais, (SOUZA, 2008).

É evidente que os produtos orgânicos desempenham muito mais as funções de condicionador ou melhorador do solo e muito pouco as funções de fertilizante, enquanto os produtos minerais desempenham efetivamente as funções de fertilizante. E comparando-se os conceitos de fertilizante e de condicionador, verifica-se que os materiais orgânicos se enquadram muito melhor no segundo, pois sua ação é muito mais eficaz no aumento da porosidade, aeração, retenção de água, atividade microbiana e capacidade de retenção de cátions, do que como fornecedor de nutrientes (PEREIRA *et al.*, 2013). Isto porque os materiais orgânicos contêm nutrientes vegetais em baixíssimas concentrações, necessitando-se de grandes quantidades para funcionarem como fertilizantes. Sendo essas características limitadas pela disponibilidade do produto e pelo custo, principalmente do transporte (ALCARDE *et al.*, 1998).

Outra vantagem decorrente do uso de adubos orgânicos destaca-se o fornecimento de nutrientes (mesmo que em quantidade pequena), especialmente nitrogênio e micronutrientes,

sendo a única forma de armazenamento de nitrogênio que não volatiliza (PIRES e JUNQUEIRA, 2001). Responsável por 80% do fósforo total encontrado no solo é uma fonte de nutrientes mais completa e equilibrada para as plantas do que os adubos minerais, sem haver grandes perdas por lixiviação (CARDOSO e OLIVEIRA, 2004).

A adubação orgânica torna-se uma prática sustentável e econômica dentro da propriedade, pois contribui para a melhoria do solo e nutrição das plantas, além de servir como uma forma alternativa do aproveitamento de usos de dejetos na agricultura e também pela prática da adubação ser uma atividade onerosa.

O esterco de aves possui maior concentração de nitrogênio em relação a bovinos e suínos, além de que a criação intensiva dos aviários faz com que o esterco possua maior quantidade de nutrientes, com ênfase para o nitrogênio, fósforo e potássio, além de apresentar decomposição mais lenta, com liberação, no decorrer do tempo de parte dos nutrientes (PEREIRA *et al.*, 2013).

Os benefícios do esterco de aves assemelham-se aos da ureia, devido à rápida resposta e normalmente, apresenta elevados teores de nutrientes (SOUZA, 2007).

Com o objetivo de avaliar a produção da alface em cultivo sucessivos, Peixoto Filho *et al.* (2013) observaram que o esterco de frango adicionado ao solo proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, atingindo $141,5 \text{ g planta}^{-1}$ de matéria fresca.

O esterco ou restos vegetais provenientes das atividades agrícolas não passam por algum processo de tratamento antes de serem utilizados nas áreas agrícolas e é conveniente que seja realizado algum tipo de reciclagem biológica dos resíduos antes da sua aplicação, sendo utilizado, na maioria das vezes o processo de decomposição denominado de compostagem (PEREIRA *et al.*, 2013).

A compostagem é um processo de decomposição aeróbica, em que há desprendimento de gás carbônico, água, na forma de vapor e energia, devido a ação dos microrganismos (PEREIRA *et al.*, 2013). A aplicação de composto na superfície do solo e o monitoramento dos atributos químicos possibilitam observar que doses maiores de composto propiciam aumentos do conteúdo de P, K, Ca, Mg e do pH a 10 cm de profundidade no solo sob consórcio de alface e cenoura (PIMENTEL *et al.*, 2009). Contudo, pH pouco alcalino, condutividade elétrica baixa, altos teores de nitrogênio e matéria orgânica dos compostos indicam que estes podem ser aplicados como fertilizantes orgânicos com vantagens agronômicas e ambientais (BRITO *et al.*, 2008).

Na agricultura orgânica a utilização de fertilizantes organominerais que são provenientes da mistura de compostos orgânicos mais fertilizantes minerais, tem se destacado.

Estes compostos enquadram-se nas categorias de ativadores biológicos, estimulantes e reguladores de crescimento, fontes de nutrientes minerais de baixa concentração, condicionadores e agentes umectantes (NCR 103 COMMITTEE, 1984). Os aminoácidos livres presentes nos fertilizantes organominerais, além de servirem como veículo de entrada de nutrientes na planta e serem uma excelente fonte de energia inicial, atuam como precursores de hormônios essenciais ao processo de enraizamento (GONÇALVES *et al.*, 2007).

A fabricação dos fertilizantes organominerais é feita industrialmente, partindo-se de uma ou mais matérias-primas orgânicas, e a ela se juntam corretivos, macronutrientes primários e secundários, além de micronutrientes, segundo as fórmulas de cada fabricante (KIEHL, 1985). Antes de se adicionar os fertilizantes minerais o pH do composto orgânico é corrigido.

A reciclagem de resíduos orgânicos, visando ao seu reaproveitamento como fonte alternativa para produção de fertilizantes, é uma medida extremamente estratégica, do ponto de vista ambiental, e conveniente quando economicamente viável (FERNANDES e TESTEZLAF, 2002). Devido sua maior concentração de nutrientes em relação aos fertilizantes orgânicos, os fertilizantes organominerais podem ser empregados em menores quantidades por área, além de diminuir os custos com transporte, além de, ao contrário dos químicos, podem ser aplicados uma só vez no solo (KIEHL, 1999), o que causa o efeito de liberação lenta dos nutrientes.

Grande potencial produtivo da alface quando utilizados adubos orgânicos e organominerais foi observado por diversos autores, principalmente quando comparados à adubação mineral e em associação a esta (SANTOS *et al.*, 2001 e TEXEITA *et al.*, 2004), além do aumento de número de folhas, matéria fresca e diâmetro da cabeça de plantas de alface submetidas a aplicação de doses crescentes de esterco bovino e cama de aves (SOUZA, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em sala de crescimento localizada no laboratório de Propagação de Plantas pertencente ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura - NECAF, do Departamento de Agronomia - DAG, no *campus* JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, em Diamantina – MG, sob coordenadas geográficas 18°12'01''S, 43°34'20''W a 1400m de altitude.

A sala de crescimento de dimensões 10 x 10 m, é equipada com luzes fluorescentes nas paredes e teto sob controle de *timers* e um ar condicionado tipo split quente/frio controlado por meio de controlador eletrônico de temperatura.

A cultivar de alface utilizada foi a cultivar Regina (Feltrin®) de folhas lisas, tolerante ao pendoamento precoce e ao calor, não forma cabeça, com ciclo de 70 a 80 dias. As mudas foram produzidas a partir do método de sementeira direta em bandejas de isopor com 128 células no formato de pirâmide invertida e substrato comercial. Foram colocadas três sementes de alface por célula e, após emergência, foi mantida uma plântula por célula. As bandejas foram mantidas em condições de casa de vegetação no Setor de Olericultura da UFVJM, sendo irrigadas diariamente com uma lâmina de 5 mm.

Utilizou-se do delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x6, sendo: quatro temperaturas médias constantes para o cultivo da alface e seis adubações. As repetições foram divididas quanto as variáveis a serem analisadas, sendo: quatro repetições foram escolhidas aleatoriamente para as análises destrutivas (número de folhas, diâmetro da cabeça, área foliar, massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa seca de raiz, massa seca total, razão de área foliar e razão de peso foliar) e três para avaliação da conservação pós-colheita em temperatura ambiente (18 a 25°C).

O transplântio das mudas para os vasos de polietileno (4,5dm³) seguindo a recomendação de Fontes (1999) foi feito manualmente quando apresentaram de cinco a seis folhas definitivas, produzidas num período de aproximadamente 30 dias. Nesse estágio de desenvolvimento elas foram transplantadas para os vasos contendo solo (Tabela 1) corrigido com 11,3 g.vaso⁻¹ calcário dolomítico (PRNT de 90%). A unidade experimental foi constituída de uma planta por vaso durante toda condução do experimento.

Tabela 1 - Análise química e textural do solo experimental, na profundidade de 0-20 cm

Análise Química												
pH	P(res)	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.
CaCl ₂	-- mg.dm ⁻³ --		-----cmolc.dm ⁻³ -----					%	%	dag.Kg ⁻¹		
4,0	3,0	15,0	0,54	0,3	0,1	4,3	0,44	0,98	4,74	9,3	55,1	2,2
Análise Textural												
Areia			Silte				Argila					
-----g.Kg ⁻¹ -----			-----g.Kg ⁻¹ -----									
425			25				550					

Nota: P(rem)= Fósforo remanescente; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = Sat. Alumínio; P, K, Na = (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al = (Solução Tampão SMP a pH 7,5); M.O. =Método calorimétrico.

As temperaturas médias constantes utilizadas foram de: T12 – 12 °C; T20 - 20 °C; T23 – 23 °C e T28 - 28 °C, correspondendo ao estresse severo por frio, temperatura ótima de crescimento, estresse moderado e severo por calor, respectivamente.

Utilizou-se das adubações de: Controle - sem adubação; Convencional mineral (convencional) (Fontes, 1999) - 1,9 g.vaso⁻¹ de Mono-Amônio-Fosfato (MAP) no transplântio das mudas, 0,76g.vaso⁻¹ de uréia (U) e 0,47g.vaso⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) para a cobertura aos 15 dias após o transplântio; Geofert - organomineral peletizado 4-17-7 - 5,3g.vaso⁻¹; Organomineral UFVJM (OrgUFVJM) produzido a partir da mistura de 1kg composto orgânico, 338g de MAP, 670g de U e 140g de KCl 4-17-7 - 5,3 g.vaso⁻¹; Esterco de curral curtido (Fontes, 1999) - 112,5g.vaso⁻¹ e Cama de codorna compostada (Fontes, 1999) - 27g.vaso⁻¹.

A Tabela 2 representa as características químicas do composto orgânico, esterco de curral curtido e da cama de codorna compostada, utilizados no experimento.

Tabela 2 - Características químicas do composto fabricado a partir cama de codorna e capim seco triturado, esterco de curral curtido e cama de codorna compostada

ANÁLISES	Composto orgânico ¹	Esterco de curral	Cama de codorna
pH	7,5	8,3	7,6
Densidade - g cm ⁻³	0,64	-	-
Umidade total - %	25,92	-	-
Nitrogênio total - %	1,00	4,60	7,70
Mat. Orgânica total - %	24,73	84,00	107,70
Carbono total - %	13,74	48,76	62,37
Resíduo mineral total - %	51,37	-	-
Relação C/N (C total e N total)	14/1	25/1	11/1
Fósforo (P ₂ O ₅ total) - %	0,77	1,60	4,80
Potássio (K ₂ O total) - %	0,98	4,50	4,30
Cálcio (Ca total) - %	2,14	-	-
Magnésio (Mg total) - %	0,93	-	-
Enxofre (S total) - %	0,24	-	-
Boro (B total) - mg.kg ⁻¹	16,00	-	-
Cobre (Cu total) - mg.kg ⁻¹	56,00	-	-
Ferro (Fe total) - mg.kg ⁻¹	22697	-	-
Manganês (Mn total) - mg.kg ⁻¹	209	-	-
Zinco (Zn total) - mg.kg ⁻¹	141	-	-
Sódio (Na total) - mg.kg ⁻¹	172	-	-

1. pH (CaCl₂ 0,001 M) relação 1:2,5; Resíduos: Gravimétricos; P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: Digestão Nitro Perclórico; Absorção Atômica; B: Incineração.

O composto orgânico (Tabela 2) utilizado para formulação do fertilizante organomineral UFVJM foi proveniente do setor de compostagem da universidade, tendo como matéria prima cama de codorna e capim seco triturado (1:10). Após a montagem da pilha de compostagem no formato de cone, a mesma foi revirada três vezes por semana, até 90 dias, e duas vezes por semana até o final do processo (176 dias), quando a temperatura da pilha permaneceu inferior a 40°C.

No decorrer do experimento foram monitoradas continuamente a temperatura (TA) e a umidade relativa do ar (UR) para controle das mesmas na sala de crescimento de plantas. As medições de TA e UR foram realizadas utilizando sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados - *dataloggers*, de leitura contínua em intervalos de 15 minutos, totalizado 96 horários de coletas por dia.

As plantas de alface permaneceram em sala de crescimento em temperatura constante, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro durante todo período experimental.

A colheita foi realizada quando 50% das plantas apresentaram diâmetro da cabeça igual ou superior a 30 cm.

O cálculo de acúmulo térmico (GD), em graus-dia, é definido como a quantidade de calor efetivamente acumulada durante o dia é favorável ao crescimento do vegetal. Foi obtido de acordo com a fórmula $GD = \left\{ \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right\}$, em que GD = total de graus-dia acumulado (°C); T_{\max} = temperatura do ar máxima diária (°C); T_{\min} = temperatura do ar mínima diária (°C); T_b = Temperatura base (10 °C); n = número de dias das amostras realizadas (ARAÚJO *et al.*, 2010).

As avaliações destrutivas foram realizadas no final de cada ciclo da cultura onde as plantas passaram por um processo de limpeza e separação da parte aérea e raiz, para as avaliações das seguintes características: número de folhas (NF), determinado a partir da contagem desses órgãos; diâmetro da cabeça, medido uma régua milimetrada; comprimento (C) e largura (L) da folha para cálculo de área foliar, determinados com o auxílio de uma régua milimetrada para o cálculo de área foliar com base na fórmula proposta por Ledo *et al.*, (2000), sendo: $AF = \frac{C \times L}{2} \times 0,68 \times NF$; matéria fresca das folhas, a partir da pesagem direta da cabeça; matéria seca da folha, matéria seca da raiz e massa seca total após secagem em estufa a 65°C até atingir massa constante e pesagem em balança analítica com precisão de 0,01g.

Após determinação das variáveis diretas em cada amostragem foi calculado as análises fisiológicas com base nas especificações de Cairo *et al.* (2008):

1. razão de área foliar (RAF): que se refere à área foliar disponível para realizar a fotossíntese, isto é área fotossinteticamente útil. Corresponde à AF utilizada para produzir 1g de massa seca, calculada pela expressão:

$$RAF = AF / PSF, \text{ dm}^2.\text{g}^{-1} \quad (1)$$

Em que: AF = área foliar total (cm²); PSF = peso seco de folhas (g).

2. razão de peso foliar (RPF): que é a relação entre o peso foliar total e o peso de toda a planta. Esta característica representa a fração de matéria seca produzida pela fotossíntese que permanece retida nas folhas. Expressa pela fórmula:

$$RPF = PSF / PST \quad (2)$$

Em que: PSF= peso seco foliar total (g); PST= peso seco de toda planta (g).

Para avaliações da conservação pós-colheita foi estimado o tempo de vida de prateleira conforme procedimentos sugeridos por Carvalho (2012), onde três plantas foram selecionadas e armazenadas a temperatura ambiente (18 a 25°C), em bancadas. A primeira avaliação constitui na mensuração da desidratação através das pesagens em balança analítica, entre intervalos de 6 horas até 72 horas pós-colheita. Os resultados foram utilizados para cálculo de perda de matéria fresca.

A perda de matéria fresca foi estimada em relação à matéria fresca inicial e os resultados expressos em porcentagem de perda de matéria fresca, de acordo com França (2011), conforme a expressão:

$$PMF = \{(MFI - MFF) \times 100\} / MFI \quad (3)$$

Em que: PMF = perda de matéria fresca (%); MFI = matéria fresca inicial (g) e MFF = matéria fresca final (g).

Para a interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa, empregando-se o teste de Scott-Knott a 5% para as comparações entre adubações e a análise de regressão para as temperaturas utilizadas, com escolha dos modelos baseada na sua significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se por meio da análise de variância que houve efeito significativo da interação ($p \leq 0,05$) para as variáveis: número de folhas, diâmetro da cabeça, área foliar, massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa seca de raiz, massa seca total, razão de área foliar, razão de peso foliar e perda de massa fresca.

O ciclo produtivo médio da alface foi influenciado pela temperatura, sendo T12, T20, T23 e T28 com ciclos de 63, 56, 49 e 38 dias, respectivamente. As baixas temperaturas prolongam o ciclo dessa cultura (FILGUEIRA, 2008) e temperaturas elevadas, além de alterarem a arquitetura das plantas de alface, ocasionam o pendoamento precoce (FIORINI *et al.*, 2005). A faixa de temperatura de 15 a 24 °C é considerada adequada ao desenvolvimento da alface (SANTANA *et al.*, 2009). Os modelos de crescimento de plantas têm mostrado que em cenários de temperaturas muito elevadas, os ciclos das culturas diminuem, reduzindo a produtividade (RENATO *et al.*, 2013).

As plantas cultivadas em menores temperaturas tem menor necessidade de acúmulo térmico durante seu ciclo em relação à alface cultivada em temperaturas médias elevadas (COSTA *et al.*, 2007). Considerando a temperatura base de crescimento da alface de 10°C, o acúmulo térmico para colheita das plantas também sofreu influência da temperatura, correspondendo a 126, 560, 637, 684 graus-dia para as temperaturas de T12, T20, T23 e T28, respectivamente, observando que a emissão de folhas e crescimento do diâmetro da cabeça em alface está intimamente relacionada com a temperatura do ar, representada pelo acúmulo de GD.

Esses dados são importantes, pois podem ajudar o produtor a programar melhor a produção com a estação do ano, planejando a data de semeadura e colheita, auxiliando na escolha da melhor variedade para a região, estimando custos de produção, auxiliando no embasamento do melhoramento genético das cultivares e até mesmo fornecendo dados para a criação de mapas de graus-dias onde indicariam as melhores estações para o cultivo diante do impacto das alterações climáticas na agricultura.

4.1 Análises quantitativa de crescimento

4.1.1 Crescimento da cultura (Número de folhas, diâmetro da cabeça e área foliar)

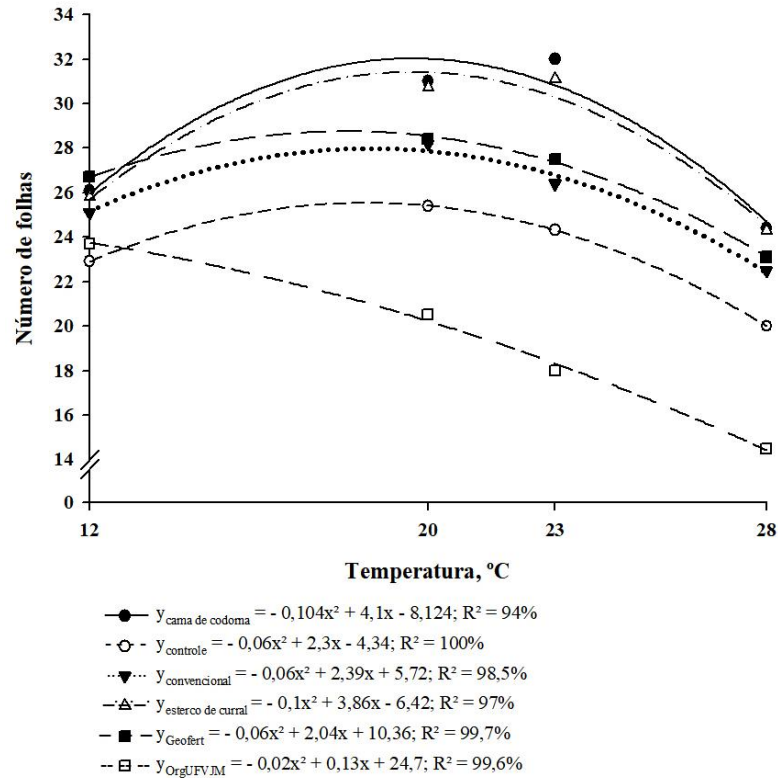
O número de folhas é um fator de grande importância, pois indica a adaptação do material genético ao ambiente (DIAMANTE *et al.*, 2013), sendo influenciado pela temperatura. A alface, quando cultivada em temperaturas consideradas de conforto (18 a 24°C) para seu crescimento, apresentou número de folhas final maior do que quando cultivada em temperaturas de estresse (Figura 1). Na T28, as plantas adubadas com cama de codorna e OrgUFVJM apresentaram queda de 21,3% e 29,3%, respectivamente, na produção de folhas em relação às cultivadas à T20. Para a mesma temperatura os tratamentos convencional e Geofert apresentaram 20,2% e 18,7% de declínio no número de folhas, nesta ordem.

Os maiores valores de número de folhas para as plantas crescidas em solo adubado com os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral e Geofert, foram conseguidos diante das temperaturas de 19,7°C, 19,2°, 19,9°C, 19,3°C e 17°C, respectivamente, sendo que a partir dessas temperaturas houve queda no número de folhas (Figura 1).

As adubações cama de codorna, esterco de curral, Geofert e convencional se destacam com 31, 31, 28,4 e 28 folhas planta⁻¹, respectivamente (Figura 1). Os resultados estão de acordo com Peixoto Filho *et al.*, (2013) onde o número de folhas das plantas de alface adubadas com esterco aviário e bovino, não diferiu das adubadas com adubação convencional.

A alface necessita de 45,1 graus-dia para a emissão de uma nova folha (HERMES *et al.*, 2001). Apesar do acúmulo de 684 graus-dia na maior temperatura testada (T28), as plantas apresentaram queda acentuada no número de folhas, visto que em altas temperaturas as respostas mais comuns ao estresse são: mudança no ângulo das folhas para diminuir a absorção e aumentar a reflexão da radiação solar; redução na área das folhas, com alongamento e estreitamento delas; baixo investimento em produção e queda das folhas (TIBIRIÇÁ *et al.*, 2004). Quando a temperatura permanece por um tempo elevada, as plantas de clima temperado realizam a fotossíntese com menor eficiência, ou seja, apresentam uma queda na incorporação de gás carbono na produção de fotoassimilados (TAIZ; ZIEGER, 2004). Isso se deve ao fato que parte do dióxido de carbono originalmente absorvido é perdida através da transpiração, reduzindo a produção de folhas pelas plantas.

Figura 1 – Valores médios de número de folhas de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivadas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	26,10 A	31,00 A	32,00 A	24,40 A
Controle	22,90 B	25,40 B	24,30 B	20,00 B
Convencional	25,11 A	28,20 A	26,40 A	22,50 A
Esterco de curral	25,80 A	30,70 A	31,10 A	24,30 A
Geofert	26,70 A	28,40 A	27,50 A	23,10 A
OGMUFVJM	23,70 B	20,50 B	18,00 C	14,50 C
Média	24,00			
CV (%)	10,88			

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Na parte aérea das plantas, entre as características visuais mais importantes na planta de alface está o diâmetro da cabeça. Na T28, as plantas adubadas com cama de codorna e OrgUFVJM apresentaram diminuição no diâmetro da cabeça 27,1% e 42,2%, respectivamente, em relação às plantas adubadas com os mesmos tratamentos na T20 (Figura 2). Em relação aos tratamentos, convencional e Geofert as plantas cultivadas à 28°C apresentaram declínio de 30,6 e 20,2%, nesta variável, respectivamente, em relação às plantas cultivadas com os mesmos tratamentos na T20.

As plantas cultivadas com adubação convencional e Geofert não diferiram nos valores de diâmetro da cabeça na T12 e T20, já na T23 e T28 o tratamento Geofert conferiu às plantas maior acúmulo, de 8,3 e 9,3%, respectivamente. Isso se deve ao fato de que, os macronutrientes, as vantagens da adição de composto orgânico ao solo presentes neste organomineral e possui liberação lenta de nutrientes garante a planta bem nutrida por todo ciclo (ROMANO *et al.*, 2014) mesmo sob estresse.

O diâmetro da cabeça foi menor em plantas cultivadas na T12, com declínio desta variável em plantas expostas as temperatura superiores a 20°C. A T20 proporcionou maiores médias com aproximadamente 32 cm planta⁻¹, para as plantas adubadas com cama de codorna e esterco de curral, 28 cm planta⁻¹ para as plantas adubadas com Geofert e convencionalmente, e 21 cm planta⁻¹ nas sem adubação e com OrgUFVJM. Para essa variável, Barboza *et al.* (2007) observaram média de 27,75 cm cultivar Regina cultivada sob temperaturas favoráveis, sendo influenciada pelo ambiente de cultivo, uma vez que este fator pode ser responsável pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas (HERMES *et al.*, 2001).

A alface é uma planta tipicamente de clima temperado, capaz de resistir a baixas temperaturas, porém, em condições de temperaturas elevadas, ocorre redução do ciclo da cultura e, conseqüentemente, menor diâmetro da cabeça (YURI *et al.*, 2002).

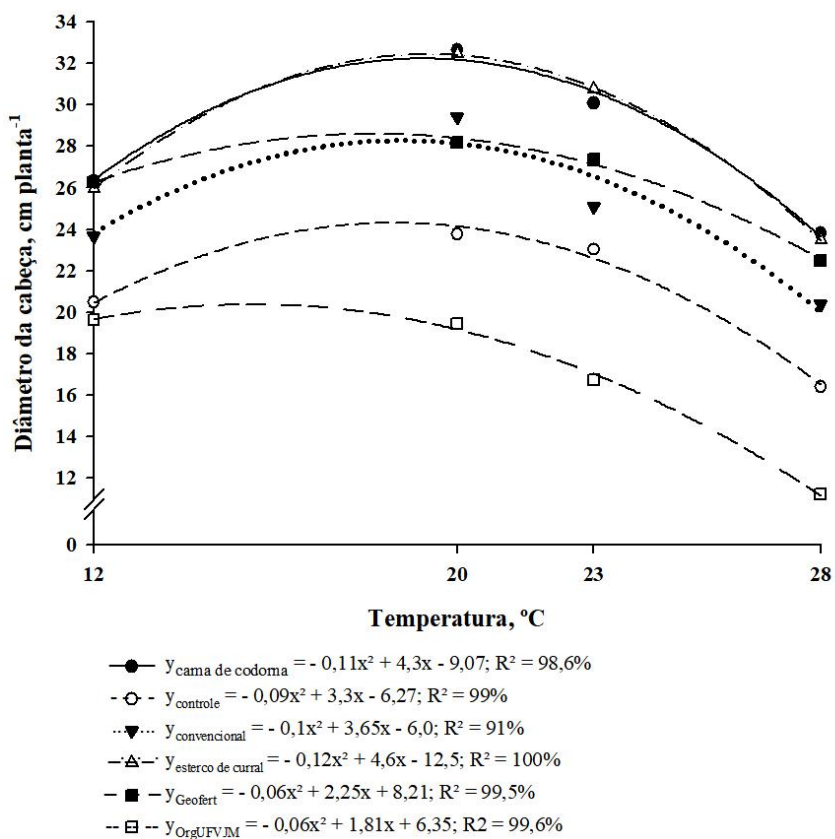
Nas plantas cultivadas a 12°C observa-se diminuição de 19,4%, 19,5% e 13,7% nas plantas adubadas com cama de codorna, convencionalmente e sem adubação (controle), respectivamente, quando comparadas às cultivadas a 20°C (Figura 2). Embora as plantas continuem a fazer fotossíntese quando mantidas sob baixas temperaturas, o rendimento em fotoassimilados não é investido no crescimento em diâmetro, havendo aumento na concentração destes solutos no citoplasma, o que estabiliza o equilíbrio termodinâmico, tornando menor o risco do estresse promovido pela desidratação ocasionada pelos estresses de temperatura (LARCHER, 2000).

As temperaturas que proporcionaram maiores médias de diâmetro da cabeça foram as correspondentes a 19,5°C, 18,3°C, 18,2°C, 19,2°C e 18,7°C, para os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral e Geofert.

As hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica melhorando seu desempenho produtivo (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Os tratamentos que promoveram maior diâmetro da cabeça em plantas de alface foram cama de codorna, esterco de curral e Geofert, independente das temperaturas em que as plantas foram cultivadas (Figura 2). Para esta variável o controle e OrgUFVJM foram os tratamentos que apresentaram valores inferiores, respectivamente, o controle por não ter recebido nutrientes via fertilização e possível desbalanço de nutrientes que proporciona efeito prejudicial ao crescimento em diâmetro pelas plantas de alface no OrgUFVJM.

A mineralização mais lenta da matéria orgânica nos tratamentos cama de codorna, esterco de curral e Geofert, pode ter acarretado as maiores médias de diâmetro da cabeça nas plantas. A ação de adubos com base orgânica é eficaz no aumento da porosidade, aeração, retenção de água, atividade microbiana e fornecedor de nutrientes (PEREIRA *et al.*, 2013), o que reduziu o efeito das altas temperaturas na produção de alface. Esses resultados estão em conformidade com os obtidos por Bezerra Neto *et al.* (2005) que ao estudarem a produtividade de alface em razão da temperatura, em que, número de folhas e diâmetro da cabeça diminuíram à medida que diminui ou aumenta drasticamente a temperatura.

Figura 2 - Valores médios de diâmetro da cabeça de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivadas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	26,32 A	32,66 A	30,07 A	23,80 A
Controle	20,50 B	23,77 B	23,02 C	16,40 C
Convencional	23,65 A	29,40 A	25,09 B	20,40 B
Esterco de curral	25,96 A	32,45 A	30,77 A	23,47 A
Geofert	26,30 A	28,20 A	27,35 A	22,50 A
OGMUFVJM	19,63 B	19,44 C	16,72 C	11,24 C
Média		23,40		
CV (%)		14,32		

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

A estimativa da superfície das folhas pode fornecer elementos para interpretações do aumento da habilidade fotossintética de uma planta (PEIXOTO *et al.*, 2011). As plantas apresentaram maior área foliar nas temperaturas de 20°C a 23°C, visto que, na T12 e T28 as folhas foram diminuindo de tamanho (Figura 3). Para essas temperaturas as plantas apresentaram redução na área foliar devido ao menor número de folhas e a variação de desempenho da alface, que expressa de forma distinta seu potencial genético quando submetidas em diferentes condições ambientais (SILVA e MALUF, 1999; SOUZA *et al.*, 2008).

As médias de área foliar das plantas podem ter apresentado baixos valores devido ao estresse térmico promover maior transpiração das plantas, ganhando menos em fotoassimilados para as folhas e menor temperatura foliar, ficando as folhas menores e com maior teor de água. Segundo Campos & Uchida (2002), a expansão das folhas sob estresse indica uma tática de compensação da planta, aproveitando para elevar ao máximo os processos fisiológicos relativos ao seu crescimento e desenvolvimento, o que proporcionou a planta vantagens, proporcionando uma maior área foliar (ESPINDOLA JUNIOR, 2006; SABBI *et al.*, 2010).

O cultivo de plantas de alface em temperaturas superiores a 24°C provoca o alongamento do caule, reduz o número de folhas, afeta a formação da cabeça comercial e estimula a produção de látex, o que torna o sabor da folha amargo, resultando na colheita de plantas ainda pequenas, com menor peso e número de folhas, de má qualidade, não expressando, portanto, o seu máximo potencial genético, comprometendo a produção (FELTRIM *et al.*, 2005).

As temperaturas que proporcionaram maiores médias de área foliar para as plantas foram as correspondentes a 19,8°C, 18,0°C, 18,4°C, 19,4°C e 18,4°C, para as plantas conduzidas sob os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral e Geofert.

Na T12, as plantas cultivadas com cama de codorna e esterco de curral apresentaram-se maior 52 e 53%, respectivamente, na área foliar em relação às plantas sem adubação. Porém, na T28 esses tratamentos tiveram queda de 17,3 e 19,3% na produção de área foliar. Em relação à T20 e T28 as plantas adubadas com cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM apresentaram área foliar 57,6%, 47,1%, 66%, 37,6%, 65,5% e 40,7% menor.

A área foliar da cultura, sobretudo em culturas folhosas, é fundamental para a produção de fotoassimilados e posteriormente distribuição e acúmulo de fitomassa (CARON *et al.*, 2004). Para essa variável observou-se que independente da temperatura em que as plantas estavam expostas, as adubadas com cama de codorna e esterco de curral apresentaram maior área foliar. A grande quantidade de matéria orgânica presente nesses adubos contribui para a melhoria do solo, pois na mistura da matéria orgânica uma das frações é a húmica, que melhora e estimula a flora microbiana ao redor do sistema radicular, facilita a liberação dos nutrientes, aumenta a retenção de água, a aeração, a retenção de nutrientes, a parte física do solo e, influencia a formação de quelatos naturais alterando diretamente na nutrição da planta (SOUZA; RESENDE, 2003) tornando-as mais resistentes ao estresse em que foram submetidas.

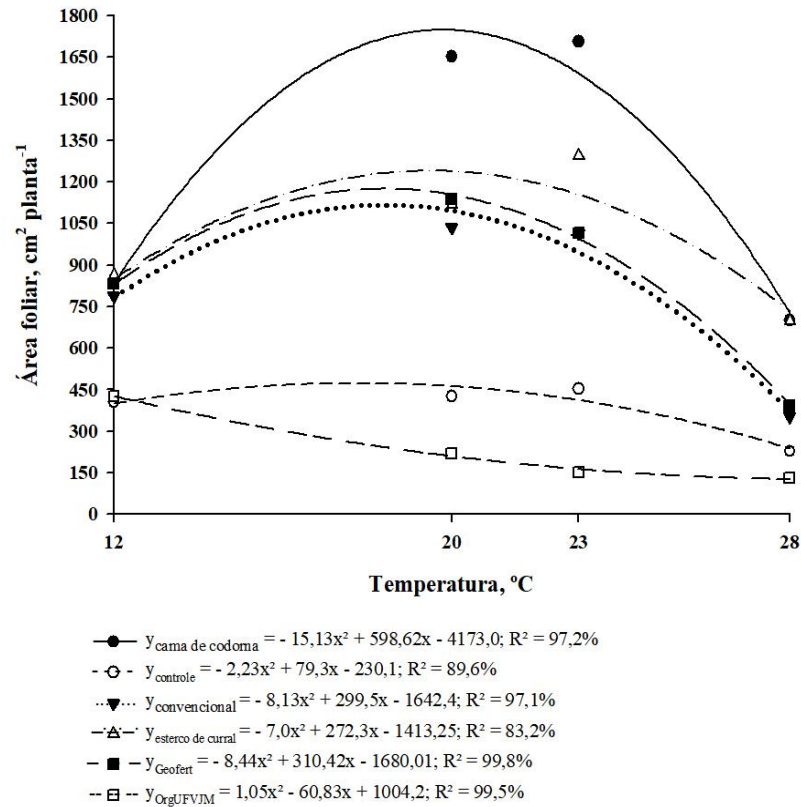
Os tratamentos controle e OrgUFVJM não apresentaram diferença entre si para área foliar. Nas temperaturas, T12, T20, T23 e T28 a adubação Geofert proporcionou aumento de 51,4%, 62,6%, 55,3% e 58% na área foliar em relação ao controle, respectivamente. O uso de adubação organomineral é uma das alternativas para propiciar maior rendimento da cultura e melhor qualidade (ANDRADE *et al.*, 2012).

As adubações orgânicas e o Geofert proporcionaram as plantas de alface melhor rendimento em relação às variáveis de crescimento da cultura independente das temperaturas em que as plantas expostas, indicando que adubações orgânicas têm efeito de amplo espectro, agindo nos mecanismos físicos e biológicos do solo, e exercendo importância para agricultura, uma vez quando devidamente mineralizados melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo (NORONHA, 2000) fornecendo às plantas melhores condições de crescimento até mesmo sob estresse térmico. Com a adubação organomineral as plantas podem usufruir melhor os nutrientes através do sincronismo de liberação ao longo de seu crescimento (RABELO, 2015).

Para todas as variáveis de crescimento os tratamentos controle e OrgUFVJM foram os que apresentaram valores inferiores aos demais, independente da temperatura promovida para o desenvolvimento da planta. O controle por não ter recebido nutrientes via fertilização e OrgUFVJM no solo, observou-se decréscimo nas variáveis de crescimento, fato que se deve à elevadas concentrações de nutrientes no composto, que provocam desbalanço nutricional, acarretando em menor desenvolvimento das plantas.

Figura 3 - Valores médios de área foliar de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de

curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	845,25 A	1651,25 A	1705,75 A	699,25 A
Controle	404,50 B	425,50 C	453,75 C	227,25 C
Convencional	789,50 A	1036,75 B	1015,50 B	352,75 B
Esterco de curral	864,50 A	1118,50 A	1292,75 A	697,75 A
Geofert	832,25 A	1137,75 A	1014,75 B	392,25 B
OGMUFVJM	424,50 B	219,00 C	150,50 C	129,75 C
Média	719,21			
CV (%)	3,32			

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

4.1.2 Variáveis de pós-colheita (Massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa seca de raiz e massa seca total)

As temperaturas em que as plantas de alface foram expostas proporcionaram um padrão de massa fresca de folhas de forma polinomial quadrática (Figura 4). Nesse sentido, percebe-se que as temperaturas de 18,3°C, 18°C, 18°C e 17,8°C proporcionaram maiores médias de massa fresca para as plantas cultivadas com cama de codorna, convencionalmente, com esterco de curral e Geofert, porém, temperaturas consideradas fora da faixa de conforto para o crescimento da cultura causam desbalanço nos processos fisiológicos retardando ou prolongando o ciclo, causando efeito negativo no incremento e produção de alface.

Na T12, as plantas cultivadas com cama de codorna, esterco de curral e Geofert apresentaram aumento 58,7%, 59,4% e 60,2%, respectivamente, na massa fresca de folhas em relação às plantas sem adubação. Porém, na T28 esses tratamentos tiveram menor produção de massa fresca de folhas em 28, 28,6 e 51,5%, respectivamente. Em relação à T20 e T28 os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM apresentaram redução de 48,5%, 45,9%, 65,2%, 43,4%, 60,6% e 70,6% na massa seca de folhas, nesta ordem.

Na T20 as plantas adubadas com Geofert apresentaram aumento de 32% a eficiência na produção de massa fresca em relação às cultivadas sob adubação convencional, isso se deve ao benefício dos fertilizantes minerais e a potencialidade agrônômica da matéria orgânica no Geofert. Conforme Rodrigues e Casali (1999) a adubação orgânica em combinação com a adubação mineral para alface é economicamente interessante para o produtor. Os autores observaram elevação média de cerca de 35% da massa fresca de folhas da alface Manteiga Baba de Verão.

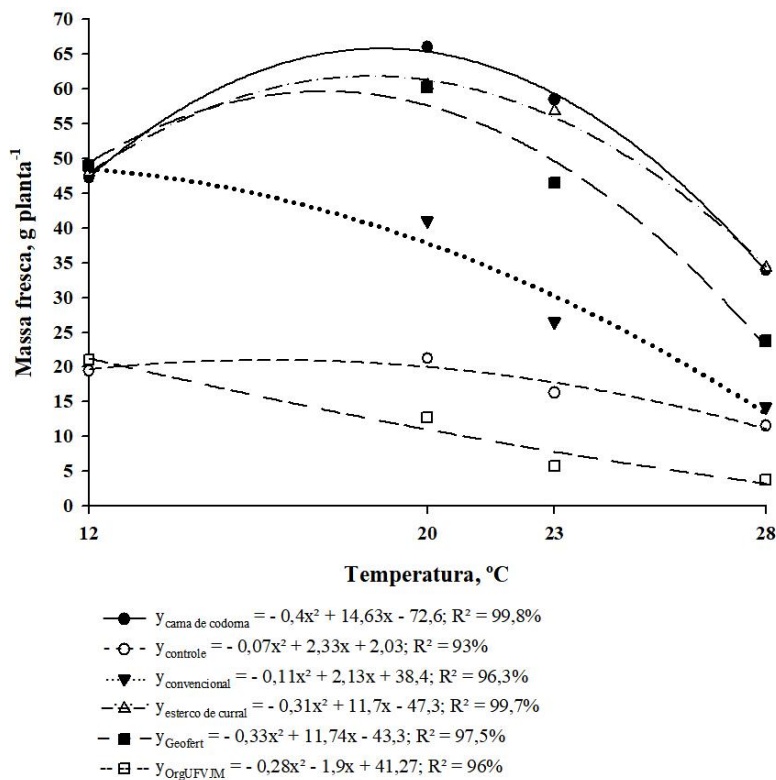
A produção de massa fresca da alface está diretamente relacionada com a área foliar da planta (CAVALHEIRO *et al.*, 2015) e constitui um dos principais parâmetros para se avaliar os rendimentos obtidos em produção das culturas em diversos ambientes (RABELO, 2015). A baixa adaptação da alface à temperatura fora da faixa ideal tem impedido a cultura de expressar todo o potencial genético, afetando o desenvolvimento das folhas, comprometendo a produção (SILVA *et al.*, 2000). Neste contexto, a média da produção total de alface variou de 19,5 a 49 g planta⁻¹ na T12, 12,7 a 66 g planta⁻¹ na T20, 5,7 a 58,5 g planta⁻¹ na T23 e 3,7 a 34,2 g planta⁻¹ na T28 (Figura 4).

Além da T20 enquadram-se na faixa de conforto para o crescimento das plantas (SANTANA *et al.*, 2009), foram próximas à nessa temperatura, para quase todos os tratamentos, as maiores médias de área foliar encontradas, por isso observou-se maiores médias de massa fresca de folhas em relação à T28, temperatura considerada estressante para o crescimento de plantas de alface. Apesar da T12 enquadrar como temperatura baixa para o

incremento em massa fresca da cultura e levar a mudanças morfológicas e fisiológicas, o ciclo prolongado de 63 dias após transplântio contribuiu para as médias de área foliar e conseqüentemente de produção próximas às encontradas nas temperaturas próximas à 20°C.

A produção máxima de matéria fresca de alface foi obtida com a aplicação de cama de codorna, esterco de curral e Geofert, independente da temperatura em que as plantas estavam expostas, variando de 23,75 a 66,0 g planta⁻¹, com menores valores encontrados na T28 (Figura 4). Esses resultados estão de acordo com Porto *et al.* (1999) que encontrou maiores média de massa fresca em planta adubadas com cama de aviário e esterco bovino, trabalhando com diferentes fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface.

Figura 4 - Valores médios de massa fresca de folhas de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	47,20 A	66,00 A	58,50 A	34,00 A
Controle	19,50 B	21,25 C	16,25 C	11,50 C
Convencional	48,00 A	41,00 B	26,50 B	14,25 B
Esterco de curral	48,00 A	60,50 A	56,75 A	34,25 A
Geofert	49,00 A	60,25 A	46,50 A	23,75 A
OGMUFVJM	21,00 B	12,75 C	5,75 C	3,75 C
Média	33,08			
CV (%)	15,92			

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Para a característica massa seca de folhas houve uma tendência de as plantas de alface apresentarem menores médias nas temperaturas de estresse independente do tratamento aplicado. As plantas apresentaram maiores médias de massa seca de folhas nas temperaturas de 20°C, 21,9°C, 19,5°C, 21,2°C, 21,4°C e 23,5°C, para os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, respectivamente (Figura 5).

A exposição das plantas a baixas temperaturas pode levar a mudanças morfológicas e fisiológicas e uma das adaptações mais frequentes é o aumento na espessura das folhas (TAIZ; ZIEGER, 2004). Essa adaptação pode estar relacionada com a manutenção do teor hídrico das plantas quando submetidas a baixas temperaturas, pois conforme diminui a temperatura, a velocidade das reações químicas também diminui, conseqüentemente, menos energia metabólica está disponível, levando à restrição na absorção de água e nutrientes (LARCHER, 2006). Esse fato explica as menores médias de massa seca de folha das plantas quando cultivadas na T12, na ordem de 0,252 g.planta⁻¹, uma vez que as folhas possivelmente apresentaram maior espessura, logo, maior quantidade de água acumulada (Figura 5).

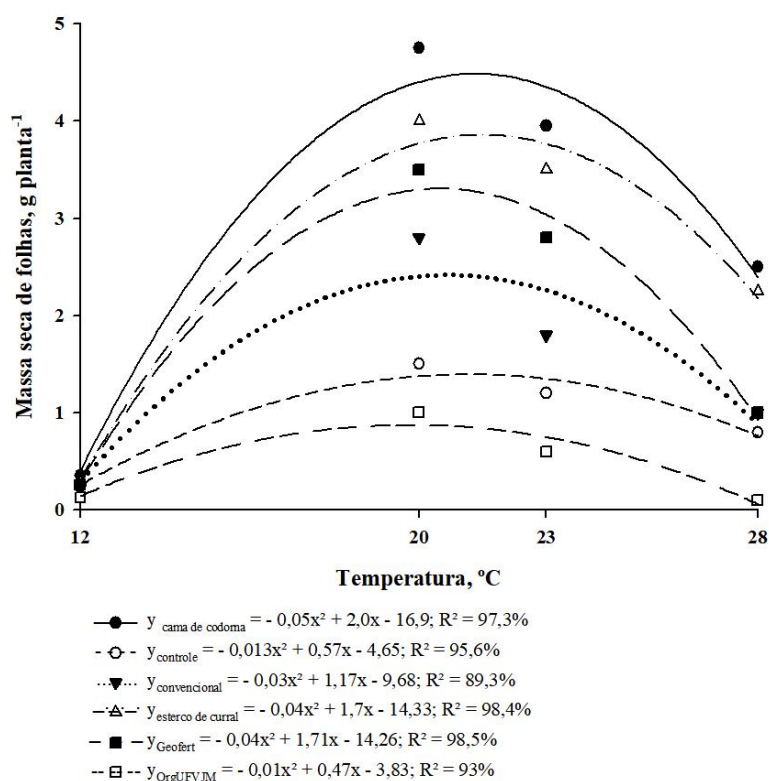
A temperatura pode influenciar significativamente a cultura da alface, alterando a sua arquitetura, produção, ciclo e resistência ao pendoamento (DIAMANTE *et al.*, 2013), onde temperaturas elevadas, foram responsáveis pela redução na massa seca de folhas de alface americana (ARAÚJO *et al.*, 2010). Conforme encontrado para cv, Regina para T28 as plantas apresentaram perda na massa seca de folhas de 47,4%, 46,7%, 64,3%, 43,7%, 71,4% e 90% para os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, quando cultivadas na T20 (Figura 5).

A produção máxima de matéria seca de folhas de alface foi obtida com a aplicação de cama de codorna, esterco de curral e Geofert, na ordem de 0,264 a 4,75 g planta⁻¹, independente das temperaturas em que as plantas estavam expostas. Yuri *et al.* (2004) avaliando o efeito de compostos orgânicos nas características comerciais de alface, evidenciaram a máxima produção de massa fresca e seca de folhas foram obtidas com a aplicação de composto orgânico. A alface geralmente apresenta boa resposta à adubação orgânica e organomineral (FONTANÉTTI *et al.*, 2006).

A área foliar da cultura, sobretudo em culturas folhosas, é fundamental para a produção de fotoassimilados e posteriormente distribuição e acúmulo de fitomassa (CARON *et al.*, 2004). Assim, os substratos que proporcionaram às plantas maior área foliar, proporcionaram também maior acúmulo de fitomassa (Figura 5). Em determinadas condições ambientais, o caule pode tornar-se o dreno principal dos nutrientes para um provável estiolamento das plantas, sobretudo nas cultivadas em altas temperaturas. Assim, uma menor fração da fitomassa será destinada para as folhas, o que pode explicar até a maior precocidade no ponto de colheita e conseqüentemente a menor área foliar, como observado na T28. Porém, as adubações orgânicas e organomineral Geofert proporcionaram para as plantas disponibilização de nutrientes necessárias para se desenvolver mesmo sob estresse,

sobressaindo às plantas adubadas convencionalmente, com OrgUFVJM ou sem adubação (controle).

Figura 5 - Valores médios de massa seca de folhas de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	0,355 A	4,750 A	3,950 A	2,500 A
Controle	0,240 A	1,500 C	1,200 C	0,800 C
Convencional	0,242 A	2,800 B	1,800 B	1,000 B
Esterco de curral	0,283 A	4,000 A	3,500 A	2,250 A
Geofert	0,264 A	3,500 A	2,800 A	1,000 B
OGMUFVJM	0,128 B	1,000 C	0,600 C	0,100 C
Média		1,59		
CV (%)		31,72		

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

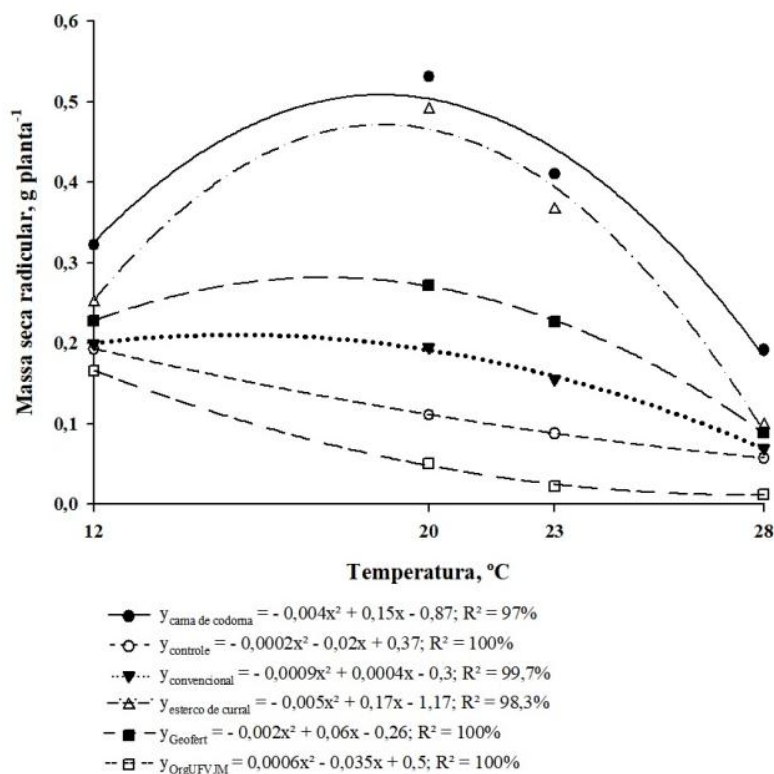
Um sistema radicular mais desenvolvido é desejável, pois possibilita maior exploração do solo e, conseqüentemente, maior absorção de água e nutrientes (ARAÚJO *et al.*, 2011). As plantas apresentaram maiores médias de massa seca radicular nas temperaturas de 18,7°C para cama de codorna e 18°C para esterco de curral (Figura 6).

Na T12 os tratamentos correspondentes à adubação com cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral e Geofert proporcionaram às plantas acréscimo de 48,4%, 14%, 17%, 33,6% e 27,2% em relação ao OrgUFVJM (Figura 6). Nas plantas cultivadas a 28°C foram verificados redução de 63,8%, 48,6%, 64,1%, 80%, 67,3% e 76% respectivamente, nas plantas crescidas com cama de codorna, sem adubação (controle), adubadas convencionalmente, com esterco de curral, com Geofert e com OrgUFVJM em relação às cultivadas a 20°C, para a massa seca radicular (Figura 6).

A solubilidade do fósforo é menor em baixas temperaturas, influenciando também a taxa de reação do adubo com o solo, que essas condições atrasam o processo (GRANT *et al.*, 2001), o que retarda a expansão do sistema radicular no solo. Temperaturas estressantes em plantas de alface resultaram em menor altura, área foliar e número de folhas, e conseqüentemente, menor produção de massa seca de folhas e radicular quando comparadas as plantas que receberam produzidas sob temperaturas confortáveis ao crescimento da cultura (SANTANA *et al.*, 2005).

Na T20 o tratamento cama de codorna proporcionou às plantas aumento de 79,1% em relação ao controle e 90,6% quando comparado ao OrgUFVJM. Isso pode estar relacionado pelo fato de a cama de codorna conterem grande quantidade de matéria orgânica na sua composição que é uma condicionante das melhorias do solo, ao maior fornecimento de nutrientes e, conseqüentes expansões do sistema radicular das plantas. A falta de adubação no tratamento controle e a possível presença de elementos químicos em excesso que pode reduzir a absorção de outro (FAQUIN, 2005), pode ter promovido um desbalanço nutricional às plantas de alface cultivadas com OrgUFVJM, contribuindo para a redução no crescimento das raízes.

Figura 6 - Valores médios de massa seca radicular de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	0,322 A	0,531 A	0,410 A	0,192 A
Controle	0,193 A	0,111 B	0,088 B	0,057 B
Convencional	0,200 A	0,195 B	0,155 B	0,07 B
Esterco de curral	0,250 A	0,490 A	0,366 A	0,098 A
Geofert	0,228 A	0,272 A	0,227 A	0,089 A
OGMUFVJM	0,166 B	0,05 C	0,022 C	0,012 C
Média	0,18			
CV (%)	33,62			

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

As temperaturas em que as plantas de alface foram expostas proporcionaram um padrão de massa seca total de forma polinomial quadrática (Figura 4). Nesse sentido, observa-se que as temperaturas de 18°C, 20,9°C, 19,2°C, 23,7°C, 19,7°C e 17,8°C proporcionaram maiores médias de massa seca total para as plantas cultivadas com cama de codorna, sem adubação (controle), convencionalmente, com esterco de curral, com Geofert e com OrgUFVJM porém, temperaturas consideradas fora da faixa de conforto para o crescimento

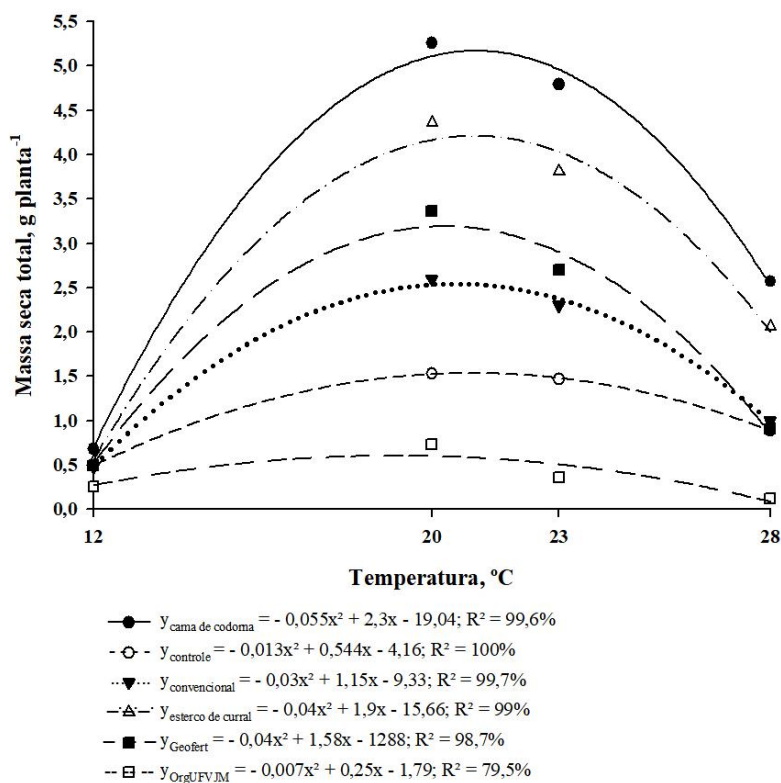
da cultura causam desbalanço nos processos fisiológicos retardando ou prolongando o ciclo, causando efeito negativo na produção de massa seca total da alface (Figura 7).

Para o acúmulo de massa seca total observou-se comportamento semelhante ao acúmulo de massa fresca e massa seca de folhas que reduziu na T12 e T28 para as plantas acrescidas em todos os tratamentos aplicados (Figura 7). Quando a temperatura está acima da faixa ideal, a planta transpira excessivamente, provocando redução na produção de massa seca total (TIBIRIÇÁ, 2004). Além disso, a planta começa a perder água pelo processo de transpiração, em velocidade maior do que a de captação e transporte do sistema radicular até as folhas, a planta fecha os estômatos para evitar as perdas de água e conseqüente, há queda da razão fotossintética (TIBIRIÇÁ, 2004).

Na T28 as plantas de alface apresentaram perda na massa seca total de 51%, 41,8%, 61,5%, 52,7%, 72,9% e 82,8% quando adubadas com os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, nesta ordem, quando comparadas às cultivadas à 20°C. Na T20, os tratamentos controle e OrgUFVJM apresentaram decréscimo, na ordem de 70,9% e 86,1% em relação à cama de codorna (Figura 7). Possivelmente, a ausência de adubação no tratamento controle e o OrgUFVJM proporcionaram um desbalanço nutricional, com posterior efeito negativo de crescimento das plantas de alface.

A temperatura influencia nas variáveis destrutivas de plantas de alface, porém, as plantas adubadas com cama de codorna, esterco de curral e Geofert tiveram esse efeito reduzido devido ao grande potencial produtivo da alface observado quando utilizados adubos com base orgânica, principalmente quando comparados à adubação mineral (TEXEIRA *et al.*, 2004). É sabido que as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Portanto, neste experimento é possível inferir que a mineralização da matéria orgânica ocorreu em tempo hábil para o fornecimento de nutrientes para as plantas. Na agricultura convencional, a utilização de adubos químicos pode promover, uma redução na atividade biológica do solo podendo afetar o desempenho produtivo das culturas (SOUZA, 2005).

Figura 7 - Valores médios de massa seca total de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	0,677 A	5,260 A	4,787 A	2,570 A
Controle	0,493 A	1,530 C	1,470 B	0,890 B
Convencional	0,477 A	2,595 B	2,300 B	1,000 A
Esterco de curral	0,533 A	4,354 A	3,810 A	2,060 A
Geofert	0,490 A	3,360 A	2,700 A	0,910 A
OGMUFVJM	0,254 B	0,728 C	0,354 C	0,125 C
Média		1,79		
CV (%)		27,39		

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

4.2 Índices de crescimento e perda de água (Razão de área foliar - RAF, razão de peso foliar - RPF e perda de massa fresca - PMF)

Os princípios e as práticas da análise quantitativa do crescimento vegetal são considerados como método padrão para estimativa da produtividade biológica e primária das comunidades vegetais e têm como objetivo descrever e interpretar o desempenho de determinada espécie crescendo em condições ambientais diversas (PEIXOTO *et al.*, 2011). Destina-se a avaliação da produção líquida das plantas, derivada das ações combinadas de fotossíntese e absorção de minerais, e é resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (CAIRO *et al.*, 2008).

O aumento da temperatura promoveu redução na RAF seguindo comportamento polinomial quadrático para plantas de alface (Figura 8). As temperaturas de 24°C, 24,5°C, 25°C, 24,3°C, 25°C e 24,1°C proporcionaram maiores médias de RAF para as plantas cultivadas com cama de codorna, sem adubação (controle), convencionalmente, com esterco de curral, com Geofert e com OrgUFVJM.

A RAF é uma componente morfo-fisiológico da planta, pois é a razão entre área foliar, que é responsável pela intercepção de energia luminosa, e a matéria seca da planta, neste caso da parte aérea resultante da fotossíntese (ROVETTA, 2000). Portanto, é a área em dm² que a planta utiliza para produção de 1g de matéria seca (BARBIERI JUNIOR *et al.*, 2007). Essa razão varia em função massa seca total alocada nas folhas, sendo estas variáveis sensíveis às mudanças ambientais (FREITAS, *et al.*, 2013).

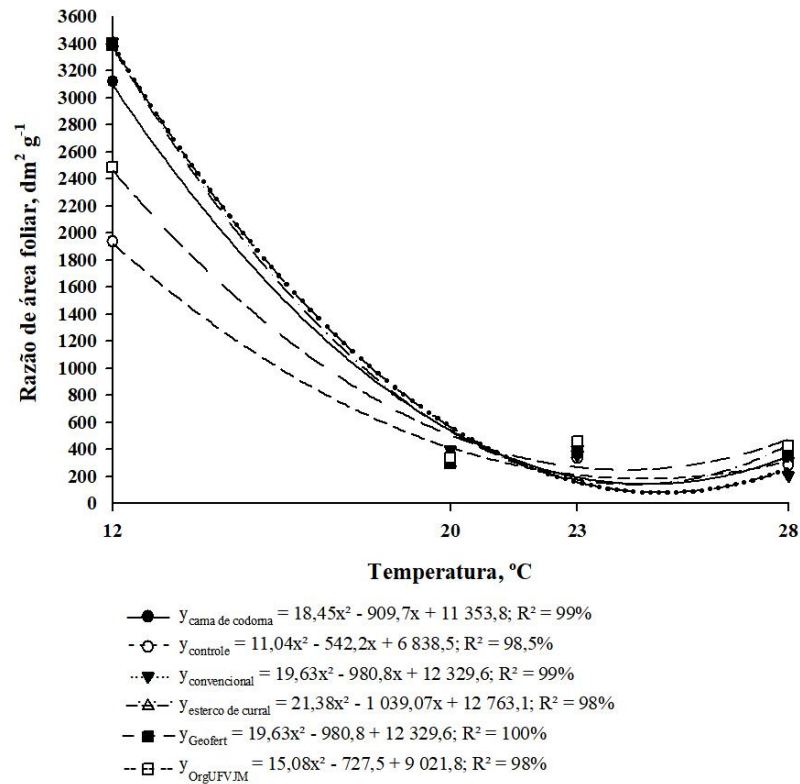
Na T12 a RAF das plantas conduzidas em solo adubado com cama de codorna, foi 38% e 20,3% superior em relação àquelas sem adubação (Controle) e conduzidas sob adubação com OrgUFVJM, respectivamente, visto que esses tratamentos apresentaram menores valores de massa seca das folhas (Figura 8). Pela figura, verifica-se também que a RAF sofreu um declínio de 88,2%, 84,4%, 88,5%, 91,2%, 91,2% e 86,3% em plantas adubadas com de codorna, sem adubação, convencionalmente, com esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, nesta ordem com o aumento de temperatura até 20°C, tendendo às estabilizar a partir dessa temperatura até os 28°C. Esta redução da RAF sinaliza prejuízo para a economia de carbono das plantas, pois reflete progressiva diminuição do aparelho fotossintético relativamente ao crescente peso da planta, que representa maior custo da respiração de manutenção com o aumento de temperatura.

O decréscimo na RAF pode ser observado provavelmente devido ao auto-sombreamento e sombreamento entre plantas, levando à diminuição na área foliar fotossinteticamente útil. A determinação da RAF permite detectar também a translocação de assimilados para as folhas, em relação à matéria seca total da planta (CASTRO; ALVARENGA, 2002). Assim, a queda na RAF, observada na Figura 8, demonstra a redução no direcionamento progressivo de matéria seca da planta para formação de folhas.

O efeito mais comum de altas temperaturas em plantas é mudança na superfície de expansão da lâmina foliar, o que pode levar ao desenvolvimento de folhas mais finas e menos suculentas, sendo que a área e a espessura de uma folha podem ser influenciadas pela temperatura (CASTRO; ALVARENGA, 2002).

A redução na RAF de plantas de alface, com o aumento da temperatura, revela que as folhas de plantas submetidas a temperaturas maiores tendem a ser mais espessas e suculentas que aquelas submetidas a baixas temperaturas. Esse resultado foi ocasionado, possivelmente, por um incremento acentuado na matéria seca das folhas, sem o correspondente aumento na área foliar. Normalmente há um decréscimo na RAF durante a fase de crescimento vegetativo, pois as folhas não se expandem às mesmas taxas, enquanto o crescimento progride (BRIGHENTI *et al.*, 1993). Maiores RAF de plantas de alface encontradas em temperaturas menores estão associadas, possivelmente, a modificações no componente anatômico da RAF, representado pela matéria seca da folha, o que traduz em alterações no número ou tamanho das células do mesofilo foliar.

Figura 8 - Valores médios razão de área foliar (RAF) de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	3118,21 A	367,36 A	393,62 A	296,66 A
Controle	1936,65 B	301,26 A	335,34 A	279,82 A
Convencional	3410,71 A	393,46 A	358,86 A	207,70 B
Esterco de curral	3405,31 A	298,07 A	449,72 A	361,05 A
Geofert	3390,03 A	297,81 A	378,10 A	359,50 A
OGMUFVJM	2485,41 B	340,00 A	456,55 A	425,10 A
Média		997,75		
CV (%)		43,60		

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

A RPF representa a razão entre o peso seco foliar total e o peso seco total da planta. É a fração de matéria seca produzida pela fotossíntese (não utilizada na respiração, nem exportada para outras partes da planta) e que permanece retida nas folhas, representa também o peso seco de toda a planta. É um cálculo adimensional, que representa o quanto a planta

investiu da sua produção fotossintética, na constituição da matéria seca de suas folhas (CAIRO *et al.*, 2008).

As temperaturas que proporcionaram maiores médias de RPF foram as correspondentes a 26,7°C, 25,5°C, 25,6°C, 27,7°C, 31°C e 27,2°C, para os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM (Figura 9). Nessas temperaturas ocorreu a maior alocação de assimilados para a síntese de folhas resulta em maiores valores de RPF.

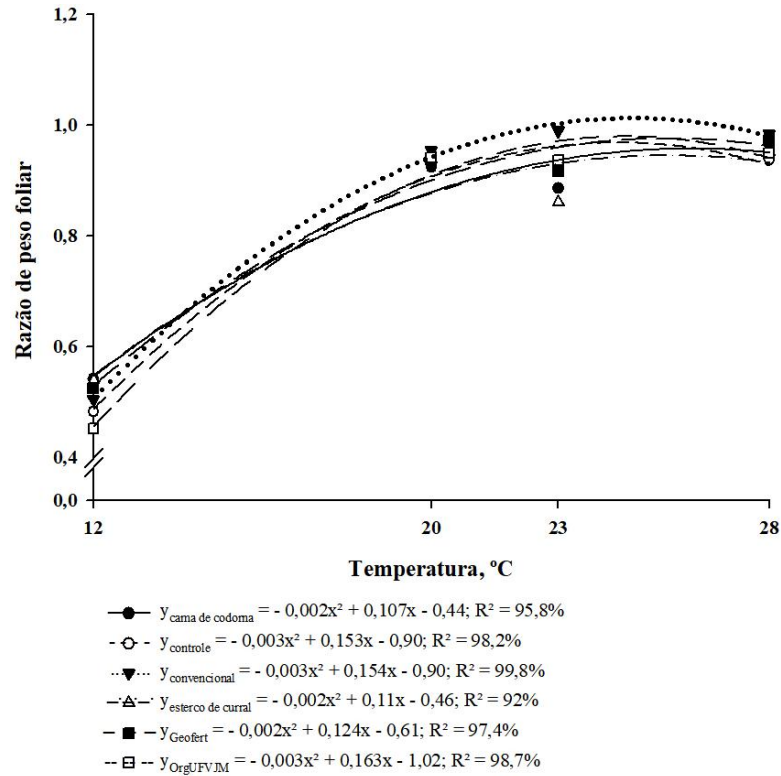
Com relação à RPF, pela Figura 9 constata-se que as temperaturas apresentaram efeito sobre essa variável, indicando assim, que essa variável teve aumento de 36,6%, 48,7%, 47,1%, 42,5%, 44% e 52% para as plantas crescidas com os tratamentos cama de codorna, controle, convencional, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, nesta ordem, da T12 para T20 tendendo à estabilização com o aumento da temperatura até 28°C.

Considerando-se que as folhas são os centros de produção de matéria seca (fotossíntese) e que os demais órgãos dependem da exportação da folha, a RPF expressa a fração de matéria seca não exportada pelas folhas para o resto da planta, sendo a maior ou menor exportação de matéria seca da folha pode ser uma característica genética, a qual está sob a influência de variáveis ambientais (CASTRO; ALVARENGA, 2002). Dessa forma, por meio dos resultados obtidos, verifica-se que o aumento de temperatura interferiu na eficiência de exportação de matéria seca das folhas para a planta como um todo.

Na T12, o grande incremento no peso de matéria seca radicular, que são drenos muito fortes, e menores médias de massa seca das folhas, contribuíram com o as menores médias de RPF de plantas acrescidas em todas as adubações utilizadas. Para T20, T23 e T28, o incremento no peso de massa seca de folhas não afetou a matéria seca das folhas, o que contribuiu com a estabilidade da RPF de plantas cultivadas nessas temperaturas independente das adubações em que foram cultivadas.

Os aumentos na RPF refletem maior alocação de assimilados para as folhas em desenvolvimento, tidas como drenos metabólicos, e o decréscimo desta razão reflete a mobilização de compostos fotoassimilados (BORGES *et al.*, 2014). Isto é, provavelmente a translocação de fotoassimilados nas plantas de alface cultivadas em maiores temperaturas ocorre com maior intensidade que nas baixas, sendo que nesta provavelmente ao longo do desenvolvimento da planta ocorre mobilização de compostos fotoassimilados devido à estratégia de sobrevivência das plantas sob estresse por frio.

Figura 9 - Valores médios razão de peso foliar (RPF) de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	0,541 A	0,924 A	0,884 B	0,964 A
Controle	0,483 A	0,941 A	0,924 A	0,938 A
Convencional	0,505 A	0,954 A	0,990 A	0,984 A
Esterco de curral	0,540 A	0,939 A	0,860 B	0,951 A
Geofert	0,525 A	0,938 A	0,917 A	0,973 A
OGMUFVJM	0,452 A	0,941 A	0,936 A	0,950 A
Média		0,83		
CV (%)		4,96		

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

A perda de água pode acelerar a deterioração, pelo aumento da taxa de algumas reações, como degradação da clorofila, indicando o nível de senescência da alface (AZEVEDO *et al.*, 2011). O processo de senescência das folhosas ocorre principalmente da rápida perda de água, ocasionada pela colheita que cessa o suprimento de água para o órgão

vegetal, e posteriormente por transpiração, que determinará perdas quantitativas e qualitativas dos produtos (AZEVEDO *et al.*, 2011).

Observa-se pela Figura 10, onde estão representados os dados referentes à perda acumulada de massa fresca pelas plantas de alface em relação às temperaturas de 12, 20, 23 e 28 °C, que houve perda de massa fresca após a colheita para as plantas independente do tipo de adubação em que foram expostas.

Nas temperaturas de 19,6°C, 19,4°C, 18,4°C, 20,2°C, 20,2°C e 19,8°C observa-se as menores percentagens de perda de massa fresca das plantas de alface adubadas com cama de codorna, sem adubação (controle), convencionalmente, esterco de curral, Geofert e OrgUFVJM, respectivamente (Figura 10).

A temperatura e a umidade do ar são os fatores do meio mais importantes na determinação da extensão da vida de prateleira dos produtos hortícolas, sendo a respiração e a produção de etileno dos produtos hortícolas são influenciadas pela temperatura e, quando ocorrem em taxas estressantes, há redução do período de conservação de hortaliças (FINGER; FRANÇA, 2011).

Nas plantas cultivadas a 28°C foram verificados menor de massa fresca, na ordem de 20,7%, 11,9%, 26,1%, 16,1%, 22% e 27,3% respectivamente, nas plantas crescidas com cama de codorna, sem adubação (controle), adubadas convencionalmente, com esterco de curral, com Geofert e com OrgUFVJM em relação às cultivadas a 20°C, respectivamente, visto que essas plantas cultivadas nas temperaturas estressantes apresentavam-se mais debilitadas e conseqüentemente, com menor investimento em produção de massa seca que as produzidas nas temperaturas de conforto (Figura 10).

A colheita interrompe o suprimento de água para o órgão vegetal e, assim, a perda de água subsequente por transpiração determina as perdas quantitativa e qualitativa dos produtos. Além do efeito de redução do peso da matéria fresca do produto (murchamento), a perda de água pós-colheita exerce profundos efeitos sobre a fisiologia dos produtos hortícolas afetando a respiração, degradação de clorofila e induz alterações no padrão de síntese de proteínas (FINGER; FRANÇA, 2011).

As plantas de alface adubadas com cama de codorna e esterco de curral e Geofert, seguido pelas adubadas convencionalmente, apresentaram menor perda de massa fresca independente da temperatura em que estavam expostas. Os tratamentos controle e OrgUFVJM apresentaram maior perda de massa fresca relação aos demais tratamentos (Figura 10). Uma planta saudável e bem nutrida proporciona uso mais eficiente da água, minimizando a perda excessiva de água pós-colheita. O Uso regular de fertilizantes com boa base orgânica favorece

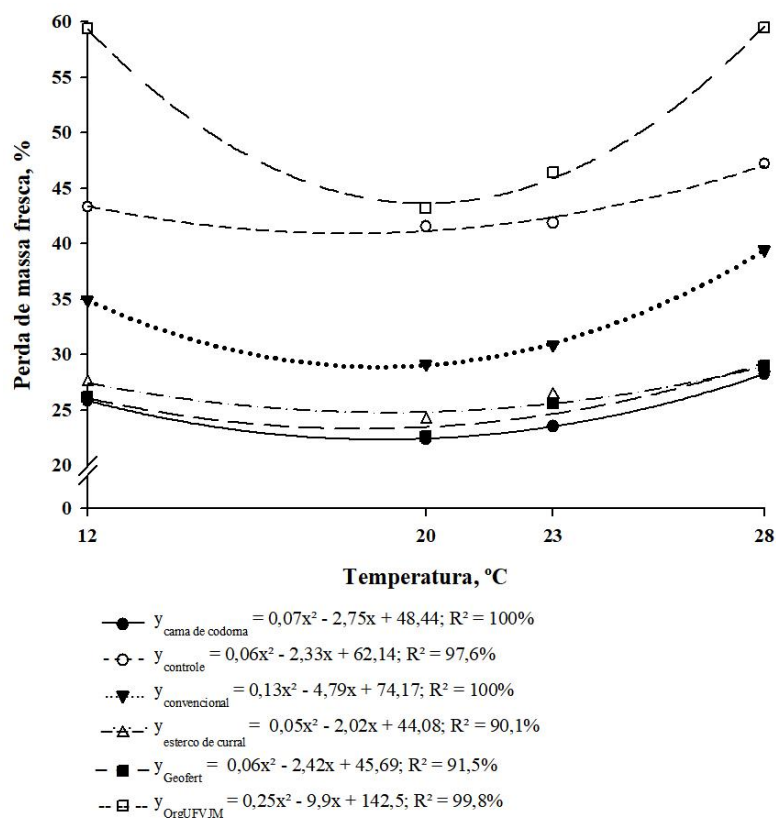
o enraizamento, assegurando melhor extração de água do solo e sobrevivência das plantas em temperaturas estressantes.

A maior produção de matéria fresca obtida com as adubações orgânicas, com Geofert e convencionalmente levaram a uma maior sobreposição foliar durante o período após a colheita, acarretando maior contato de parte da superfície foliar com superfície mais úmida, e menor déficit de pressão de vapor nestas condições, ocorrendo uma menor perda de água nas plantas (SANTOS *et al.*, 1994), quando comparadas às de menor crescimento, sendo as plantas sem adubação e adubadas com OrgUFVJM.

Ao lado deste mecanismo, há relato da presença de colênquima mais espessa em plantas fertilizadas organicamente (SANTOS, *et al.*, 2001), aumentando a resistência à difusão de vapor de água. Possivelmente, os adubos orgânicos e Geofert com maior suprimento de potássio, elemento que possui papel-chave no controle da resistência estomática à transpiração e a maior assimilação de nitrogênio proveniente desses compostos orgânicos, podem ter conferido às plantas maior resistência às tensões hídricas (SANTOS, *et al.*, 2001). As plantas de alface adubadas com OrgUFVJM e sem adubação apresentavam-se menos nutridas, mais debilitadas e menos estruturadas o que levou a menores médias de massa fresca podendo ter provocado maior perda de massa fresca.

Temperaturas acima do ótimo da espécie estimulam o fechamento estomático ao provocar aumentos na concentração de CO₂, seja por aumento da respiração ou pela redução da atividade fotossintética (MARENCO; LOPES, 2005). As altas temperaturas aumentam a demanda evaporativa da atmosfera ao provocar aumentos no déficit de pressão de vapor, o que tende a intensificar a transpiração. As baixas temperaturas afetam o funcionamento das membranas e, de forma geral, o metabolismo celular, limitando a disponibilidade de energia (ATP) para o transporte de íons, observando-se a redução na abertura dos estômatos (MARENCO; LOPES, 2005).

Figura 10 - Valores médios perda de massa fresca de plantas de alface cv. Regina adubadas com cama de codorna, adubo mineral convencional, sem adubação (Controle), esterco de curral curtido, organomineral Geofert e organomineral UFVJM (OrgUFVJM), cultivadas sob as temperaturas constantes de 12°C, 20°C, 23°C e 28°C em sala de crescimento



Adubações	Temperatura (°C)			
	12	20	23	28
Cama de Codorna	25,86 C	22,40 C	23,53 C	28,25 C
Controle	43,31 A	41,55 A	41,87 A	47,19 A
Convencional	34,90 B	29,15 B	30,89 B	39,43 B
Esterco de curral	27,53 C	24,13 C	26,37 C	28,76 C
Geofert	26,17 C	22,61 C	25,63 C	29,00 C
OGMUFVJM	59,40 A	43,19 A	46,38 A	59,40 A
Média	38,70			
CV (%)	24,98			

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna (adubações) não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

As adubações com cama de codorna, esterco de curral e Geofert proporcionaram maior crescimento às plantas de alface, superando os demais substratos em que as plantas foram cultivadas. Estes resultados são semelhantes aos de Medeiros, *et al.* (2008), que constatou superioridade das adubações orgânicas à convencional em relação às variáveis de crescimento de alface.

Luz *et al.* (2010) avaliaram a produção de mudas, em alface cultivar Vera, e sua condução via campo, em função da aplicação de várias fórmulas comerciais organominerais, concluiu-se que na produção de mudas os organominerais tiveram maior eficiência nas variáveis altura das plantas, número de folhas, massa fresca de folhas e massa seca radicular. Na produção comercial as plantas tratadas tiveram maior diâmetro, maior massa fresca de folhas e massa seca de raiz, quando comparados com a testemunha. Teixeira *et al.* (2012) em experimento com plantas de alface observaram que a adubação organomineral proporcionou aumento no número de folhas, e a adubação orgânica proporcionou aumentos em relação à produção de massa fresca de folhas em relação às sem adubação e com adubação convencional, melhorando a resistência e produção das plantas.

5 CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, os tratamentos cama de codorna, esterco de curral e organomineral Geofert promoveram maior crescimento às plantas de alface cv. Regina. Essas estratégias de adubação podem permitir melhor desempenho produtivo das plantas até mesmo em temperaturas de estresse.

Os adubos orgânicos e Geofert são alternativas eficientes para o crescimento de plantas de alface cv. Regina e conferem às plantas menor perda de massa fresca, quando comparado à adubação mineral convencional.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPE, A. L. **Os adubos e a eficiência das adubações**. Boletim Técnico, 3. ed. – São Paulo, ANDA, 1998.
- ANDRADE, E. M. G. et al. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 07-11, 2012.
- ARAÚJO, T. S. et al. Crescimento da alface-americana em função dos ambientes, épocas e graus-dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 441-449, 2010.
- ARAÚJO, W. F. et al. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agroambiente**. v. 5, n. 1, p. 12-17, 2011.
- AZEVEDO A. M.; et al. Perda de massa fresca e senescência de genótipos de alface cultivados em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2011.
- BARBIERI JÚNIOR, D. et al. Análise de crescimento de *Hymenaea courbaril* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2007.
- BARBOZA, F. D. R. et al. Desempenho de cultivares de alface lisa sob sistema orgânico nas condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABA, 2007. p. 922- 925. Resumos.
- BEZERRA NETO, F. et al. Sombreamento para produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 133-137, 2005.
- BORGES, L. S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. **Bioscience Journal**., v. 30, n. 6, p. 1768-1778. 2014.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 41-45, jun./nov. 1993.
- BRITO, L. M. et al. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1959-1968, 2008.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 68 p.
- CAMARGO, M. S. C. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral**. Corumbá: Embrapa-Pantanal, 2004. 4 p. (Circular Técnica, 35).

CARON, B. O. et al. Crescimento da alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p. 97-104, 2004.

CARON, B. O. et al. Temperatura do ar e acúmulo de matéria seca da alface. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2434 p., 2013.

CARVALHO, A. J. E. **Uso de composto de resíduo da indústria têxtil na cultura da alface**. 2012. 48 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de PósGraduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2012.

CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. A. de. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciência agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 77-86, 2002.

CAVALHEIRO, D. B. et al. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica. **Cultivando o Saber**, v. 8, n. 1, p. 109-124, 2015.

COSTA, C. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. xx-xx, 2007.

DAROLT, M. R. **Modificações na qualidade nutricional da planta causada pelo uso de adubos químicos e agrotóxico**. Rio de Janeiro: Planeta Orgânico, 2001.

DELISTOIANOV, F. **Produção, teores de nitrato e capacidade de rebrota de cultivares de alface, sob estufa, em hidroponia e solo, no verão e outono**. 1997. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Viçosa, 1997.

DIAMANTE, M.S. et al. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, 44, p. 133-140, 2013.

DUARTE, R. L. R.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. Avaliação de cultivares de alface nos períodos chuvosos e secos em Teresina - PI. **Horticultura Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 106-108, 1992.

ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A. **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2014. p. 31-41.

Embrapa Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica - 4^a edição. Set./2008.

ESPINDOLA JUNIOR, A. **Morfologia e anatomia foliar de duas espécies medicinais (*Mikania glomerata* Spreng. – Asteraceae e *Bauhinia forficata* Link. - Leguminosae) associadas à erva mate, sob diferentes condições de luminosidade**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.
- FELTRIM, A. L. et al. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 505-509, 2005.
- FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.
- FINGER, F.L.; FRANÇA, C.F.M. Pré-resfriamento e conservação de hortaliças folhosas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, xxxxx. Horticultura Brasileira. Viçosa. 2011. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Fernando_Finger_Pre_resfriamento_conserva%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 11 set. 2017.
- FIORINI, C.V. A. et al. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos nematóides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 299-302, 2005.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia de plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. p. 387-406.
- FOGAÇA, J. R. V. Adubos Orgânicos e Inorgânicos; Brasil Escola, 2005. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/adubos-organicos-inorganicos.htm>>. Acesso em 05 de julho de 2017.
- FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, abr./jun. 2006.
- FONTES, P. C. R. Alface. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 289-302.
- FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidrosombreamento**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2011.
- FREITAS, G. A. et al. Production of lettuce seedlings under different substrates and proportions of rice hulls. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 260-268, 2013.

GONÇALVES, M. V. et al. Produção de batata, cv. Atlantic, submetida a produtos organominerais Aminoagro. In: ENCONTRO NACIONAL DA PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 13., 2007, Holambra. **Anais eletrônicos...** Holambra: ABBA. 2007. Disponível em: <<http://www.abbatatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

GRANT, C. A. et al. Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Informações agronômicas, n. 95. POTAFOS - Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)>. Acesso em: 5 set. 2017.

HERMES, C. C. et al. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 269-275, 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 192 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: NST, 1999. 146 p.

KONZEN, E. E. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. 2004. 65 p. (Circular Técnica, 31).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.

LEDO, F. J. S.; et al. Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de alface. **Revista CERES**, v. 47, n. 271, p. 273-285, 2000.

LIMA JUNIOR, J. A. de. **Análise técnica e econômica da produção de alface americana irrigada por gotejamento**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, 2008.

LIMA, M. E. de. **Avaliação do desempenho da cultura da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2007.

LUZ, J. M. Q. et al. Produtividade de tomate Débora Pto sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 489-494, 2010. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/Revista/Revista_28_4/PH_2021.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL, E. F.; ALCARDE, F. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 486 p.

MEDEIROS, D. C. et al. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, 26: 186-189. 2008.

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**, ano II, n.7, p. 23, 2001.

MOTA, J. H. et al. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 234-237, abr./jun. 2003.

NCR-103 COMMITTEE-Non-traditional soil amendments and growth stimulants. Compendium of research reports on use of non-traditional material for crop production. Ames: Iowa State University. Cooperative ExpeNion Service. 473p. 1984.

NORONHA, M. A. S. Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem. 2000. 76 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2000.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R. dos S. Circular Técnico EMBRAPA. Tecnologia para produção de mudas de hortaliças e plantas medicinais em sistema orgânico. Aracaju, SE. Dezembro, 2007.

OLIVEIRA, A. C. B. et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum, Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, E. Q. et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 36-40. 2010.

PEIXOTO FILHO, J. U. et al. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ T. V. da; PEIXOTO, M. de F. da S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 7, n. 13, 2011.

PEREIRA, D. C., WILSEN NETO, A., NÓBREGA, L. H. P. Adubações orgânicas e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 159-174, 2013.

PIMENTEL, M. S.; DE-POLLI, H.; LANA, A. M. Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 225-232, 2009.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 195. 2001.

PORTO, V. C. N. et al. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface. **Revista Caatinga**, v. 12, p. 7-11, 1999.

RABELO, K. C. C. Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 125-128, 1999.

ROMANO, E. et al. Pelletization of composted swine manure solid fraction with different organic co-formulates: effect of pellet physical properties on rotating spreader distribution patterns. **Int J Recycl Org Waste Agricult**, n. 3, p. 101-111. 2014.

ROVETTA, R. **Morfogênese e índices de crescimento do capim-tifton 85 (Cynodon spp.), sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura**. 2000. Tese (Pós-Graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, v. 65, n. 2, p. 171-181, 2010.

SANTANA, C. V. S.; ALMEIDA, A. C.; TURCO, S. H. N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do Submédio São Francisco - BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 1-6, 2009.

SANTANA, C.V.S.; ALMEIDA, A.C.; FRANÇA, F.S.; TURCO, S.H.N.; DANTAS, B.F.; ARAGÃO, C.A. Influência do sombreamento na produção de alface nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2005. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/45_0028.pdf. Acesso em: 10 de julho de 2017.

SANTOS, C. L dos et al. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v. 2, n. 3, p. 87-98. 2009.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

SANTOS, R. H. S. et al. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 29-32, 1994.

SANTOS, R. H. S. et al. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 521-525, 2001.

SCHAFER, V. F. Produção de alface na região mesoclimática de Santa Maria, RS. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', 2009.

SEGOVIA, J. F. O. et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

SILVA, E. C.; LEAL, N. R.; MALUF, W. R. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região Norte Fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 23, p. 491-499, 1999.

SILVA V. F. et al. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, n. 3 18: p. 183-187, 2000.

SILVA, M. G. et al. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 489-494, 2006.

SOUZA, M. C. M.; et al. Avaliação de progênies de alface quanto ao pendoamento e florescimento precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, Maringá. **Anais...** Maringá, 2008. Resumos.

SOUZA, A. L. G. de. **Efeito dos sistemas de produção orgânico e convencional na qualidade nutricional de alface dos grupos lisa, crespa e americana**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SOUZA, E. C. de. **Qualidade de alface americana minimamente processada CV. Raider**: efeito do hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido ascórbico. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2005.

SOUZA, I. P. de. **Adubação orgânica de alface com co-produtos do biodiesel**. 42 p. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SOUZA, J. A. Generalidades sobre efeitos benéficos da matéria orgânica na agricultura. **Informe agroecúario**, v. 26, n. 224, p. 7-8, 2005.

SOUZA, J. L. de. **Cultivo orgânico de hortaliças**: sistema de produção. Viçosa: CPT, 2007. 314 p.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: CPT, 2003. 564 p. (Aprenda fácil).

SOUZA, M. da C. M. de. **Variabilidade genética e caracterização agronômica de progênies de alface tolerantes ao calor**. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEIXEIRA, N. T. et al. Adubação orgânica e orgânica-mineral e algas marinhas na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 7-11, 2012.

TEIXEIRA, N. T. et al. Adubação orgânica e organo-mineral e algas marinhas na produção de alface. **Ecosistema**, v. 29, n. 1, p. 19-21, 2004.

TIBIRIÇÁ, A. C. G.; BRITO, A. A. A.; BAÊTA, F. C. Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil. 2004.

TRANI, P. E. et al. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. Campinas: IAC, 2013.

VIANA, E. P. T. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais**. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Construções Rurais e Ambiência). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - PB. 2012.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.

YOKOYAMA, S.; MÜLLER, J. J. V.; SILVA, A. C. F. da. EMPASC 357 – Litoral: cultivar de alface para o verão. **Agropecuária Catarinense**, v. 3, n. 4, p. 11-12, dez. 1990.

YURI J. E. et al. **Alface americana**: cultivo comercial. Lavras: UFLA, 314 p. 2002. 314 p.

YURI, J. E. et al. Comportamento de cultivares de alface americana em Santana da Vargem. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 249-252, abr./jun. 2004.