

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
(AGROECOLOGIA)

DESEMPENHO DE ALFACE ROXA (*Lactuca sativa* L.) EM RESPOSTA A  
DIFERENTES DOSES DE ESTERCO BOVINO,  
CULTIVADA EM GARRAFAS PET

JULYANNER LEITE MÉLO REGIS DE ARAUJO

BANANEIRAS–PB

2017

JULYANNER LEITE MÉLO REGIS DE ARAUJO

DESEMPENHO DE ALFACE ROXA (*Lactuca sativa* L.) EM RESPOSTA A  
DIFERENTES DOSES DE ESTERCO BOVINO,  
CULTIVADA EM GARRAFAS PET

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

**Área de concentração: Ciências Agrárias,  
Indicadores e Sistemas de Produção.**

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Maria José Araújo Wanderley

BANANEIRAS–PB

2017

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

A663d Araujo, Julyanner Leite Mélo Regis de.

Desempenho de alface roxa (*Lactuca sativa* L.) em resposta a diferentes doses de esterco bovino, cultivada em garrafas pet / Julyanner Leite Mélo Regis de Araujo. - Bananeiras, 2021.  
39 f.

Orientação: Maria José Araújo Wanderley.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Hortaliça. 2. Adubação orgânica. 3. Fisiologia vegetal. 4. . I. Wanderley, Maria José Araújo. II. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 63

Elaborado por LAIS EMANUELY ALBUQUERQUE DOS SANTOS - CRB-785

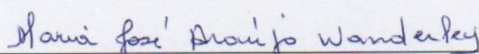
DESEMPENHO DE ALFACE ROXA (*Lactuca sativa* L.) EM RESPOSTA A DIFERENTES  
DOSES DE ESTERCO BOVINO, CULTIVADA EM GARRAFAS PET

JULYANNER LEITE MÉLO REGIS DE ARAUJO

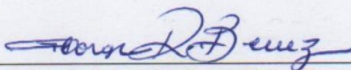
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Aprovada em 25 de agosto de 2017.

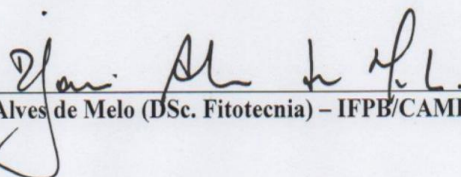
Comissão Examinadora



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria José Araújo Wanderley (DSc. Agronomia) – CCHSA/UFPB  
Orientadora



Prof. Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz (DSc. Zootecnia) – CCHSA/UFPB



Prof. Dr. Djair Alves de Melo (DSc. Fitotecnia) – IFPB/CAMPUS PICUI

## DEDICATÓRIA

*A Deus, acima de tudo.*

*Aos meus pais João Batista dos Santos e Maria  
Edilma Leite Aureliano.*

*Ao meu amado esposo Philippe Wagner Melo  
Regis de Araujo.*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem Ele eu nem mesmo existiria. Sou grata a Ele que mesmo eu sendo tão falha, me ama de forma incondicional.

Sou grata a meus pais, João Batista dos Santos e Maria Edilma Leite Aureliano, que sempre tem me instruído a ser alguém melhor. De forma especial agradeço a minha querida mãe que foi minha ‘Pedagoga’ particular ao me acompanhar de maneira tão atenciosa e dedicada em meus primeiros passos nos estudos.

Agradeço ao meu amado esposo Philippe Wagner Melo Regis de Araujo que de maneira tão desmedida me apoiou e me apoia, não apenas em minha vida pessoal, mas também em minha jornada acadêmica.

Meu muito obrigada a todos os professores por quem passei desde o maternal até hoje, pois o trabalho de um complementa o do outro.

De coração agradeço especificamente a todos os mestres que contribuíram com mais esta minha formação, de maneira especial agradeço a professora Maria José Araújo Wanderley por toda a paciência e dedicação. Também agradeço a todos os colegas de jornada que também me ensinaram muito. Ao meu colega Rener Luciano de Souza Ferraz, meu muito obrigada por todo auxílio e sabedoria.

Sou imensamente grata aos agricultores experimentadores, Seu Oswaldo de Moura Maciel, Oclécio Virgínio Maciel e toda sua família, que de maneira tão carinhosa acolheram este trabalho em sua propriedade. A simplicidade e o amor com que trabalham a Agroecologia em suas vidas me encanta a cada visita que os faço.

Enfim, muitos foram os que contribuíram de diversas maneiras para que hoje eu esteja aqui e a todos você deixo registrado o meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Aspectos Gerais da Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	4
2.2 Adubação Orgânica.....	5
2.3. Atividade microbiana e respiração edáfica.....	7
2.4. Produção de alface em garrafas PET.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Delineamento experimental e análise estatística.....	10
3.2. Preparo das garrafas PET e seu conteúdo.....	10
3.3. Produção de mudas.....	11
3.4 Variáveis analisadas.....	11
3.4.1. Avaliação de parâmetros físicos.....	11
3.4.2. Avaliação fisiológica.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1. Crescimento e Produção.....	13
4.2. Avaliação Fisiológica.....	21
5. CONCLUSÕES.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	24

## RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais populares plantadas e consumidas no mundo. Com a crescente conscientização populacional sobre a preservação ambiental, garrafas de Polietileno Tereftalato (PET) tem sido cada vez mais utilizadas para o cultivo de hortaliças, especialmente alface. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o desempenho da alface ‘Roxa’ adubada com diferentes doses de esterco bovino e produzida em garrafas PET. O experimento foi realizado no Sítio Almeida, em Lagoa Seca, PB e foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), contendo os seguintes tratamentos com esterco bovino: T1: 0% (testemunha); T2: 25%; T3: 50%; T4: 75%, cada um com cinco repetições. Após 25 dias do transplântio das mudas foram avaliados os seguintes parâmetros físicos: altura da planta, diâmetro da parte aérea, número de folhas, altura do caule, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, diâmetro da raiz principal, comprimento da raiz principal, massa fresca da raiz e massa seca da raiz. Tais medições foram feitas com auxílio de uma régua graduada, paquímetro digital e balança analítica. Em seguida às medições das plantas em estado fresco, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel, os quais foram devidamente identificados e submetidos a uma estufa de circulação de ar-forçado com temperatura de 65°C durante 72 horas para secagem. O melhor desempenho geral dos tratamentos foi a utilização da dose de 75% de esterco bovino. Na dose de 25% de esterco bovino aplicado, no geral, a produção de alface ‘Roxa’ cai em relação a testemunha, sendo mais interessante, nesse caso, não fazer uso de adubação, pois a produção só tem início em seu melhor desempenho a partir de doses superiores de 25% de esterco. Não foi constatado efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das doses de esterco bovino nas trocas gasosas de plantas de alface cv Roxa produzidas em Luvisolo. Contudo, desdobrando-se os graus de liberdade das doses em Regressão Linear foi verificado ajuste das médias de transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ) ao modelo linear com comportamento decrescente e elevada capacidade preditiva dos modelos. O modelo de vaso utilizando garrafas PET na posição horizontal não se mostrou eficiente para a expansão uniforme da raiz da alface ‘Roxa’, uma vez que tanto a raiz principal como as adventícias se concentraram apenas na parte central da garrafa, deixando assim de receber nutrientes do substrato presente nas laterais da garrafa.

**Palavras-chave:** Hortaliça, Adubação orgânica, Fisiologia vegetal.



## ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most popular vegetables planted and consumed in the world. With growing population awareness about environmental preservation, polyethylene terephthalate (PET) bottles have been used increasingly for vegetables cultivation, especially lettuce. The objective of this research was to evaluate the performance of lettuce 'Roxa' fertilized with different doses of bovine manure produced in PET bottles. The experiment was conducted at Sítio Almeida, Lagoa Seca, PB, Brazil, in a completely randomized design, containing the following treatments with bovine manure: T1: 0% (control); T2: 25%; T3: 50%; T4: 75%, each one with five replicates. The following parameters were evaluated twenty five days after seedlings transplanting: plant height, diameter of upper part of plants, number of leaves, stem height, fresh and dry matter of aerial part, main root diameter, main root length, root fresh matter and root dry matter. These measurements were made using a graduated ruler, digital calliper and analytical balance. After fresh plants measuring, vegetal matter was packed in paper bags, which were properly identified and conducted to a forced air circulation oven at 65°C during 72 hours. The best treatment was 75% of bovine manure. At 25% of bovine manure, generally "Purple" lettuce production decrease in relation to the control. It is suggested in this case do not use fertilization, because the production only start from higher doses than 25% of bovine manure. There was no significant effect ( $p > 0.05$ ) of bovine manure rates on the gas exchanges of "Purple" lettuce plants produced in Luvisol. However, unfolding degrees of freedom of doses into linear regression, the mean of transpiration ( $E$ ) and stomatal conductance ( $g_s$ ) were adjusted to the linear model with decreasing behavior and high predictive capacity of the models. Using horizontal PET bottle model did not prove to be efficient on expanding "Purple" lettuce roots, since both the main and adventitious roots were concentrated only in the central part of the bottle, thus failing to receive nutrients of substrate present on the sides of the bottle.

**Key words:** Vegetable, Organic fertilization, Plant physiology.

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais populares plantadas e consumidas no mundo, mesmo com as diferenças climáticas e hábitos alimentares (SEBRAE, 2011). No Brasil, a alface é uma das dez hortaliças mais populares para consumo *in natura* e, por ter uma boa quantidade de vitaminas e sais minerais e também por ter um baixo teor de calorias é recomendada para dietas alimentares ricas em fibras. Entre as folhosas, é a de maior aceitação pelo consumidor, pois as mudanças nos hábitos de alimentação impulsionaram o cultivo e tornou a alface a hortaliça folhosa preferida no país, a qual é consumida principalmente na forma de salada crua. Seu cultivo está em expansão, pois nos últimos anos houve um aumento em sua popularidade e consumo (YURI et al., 2004, RODRIGUES et al., 2008, FILGUEIRA, 2008).

No Nordeste brasileiro, a produção de alface se restringe a pequenas áreas, pois esta cultura é sensível ao estresse hídrico e a altas temperaturas (QUEIROGA et al., 2001). A mesorregião do agreste Paraibano é uma das áreas do Nordeste onde as condições para o cultivo são ideais e onde a alface é uma das principais hortaliças produzidas (SANTOS et al., 2011).

Buscando produzir alimentos de melhor qualidade e menor preço de mercado utilizando produtos mais naturais, mudanças constantes têm ocorrido nas práticas agrícolas convencionais, pois produzir de forma ecológica e sustentável de alimentos tem sido uma preocupação recorrente em vários segmentos da sociedade, visando alimentos saudáveis e livres de aditivos sintéticos. Nesse contexto, é frequente, por exemplo, a substituição do uso de adubos sintéticos por adubos orgânicos (RODRIGUES et al., 2008; PEREIRA, 2006).

Segundo Barbosa et al.(2009), no Município de Lagoa Seca, PB, que está inserido na Mesorregião do Agreste paraibano, a cultura mais explorada atualmente é a alface. Comumente, os produtores da região utilizam esterco bovino como adubação principal dessa cultura e, em muitos casos, não há parâmetro quanto a dose a ser utilizada, correndo o risco de aplicar esterco em uma quantidade insuficiente para atender as demandas nutricionais da cultura, ou ainda exceder a quantidade, o que

acarretará em desperdício de insumo, e, conseqüentemente, elevando desnecessariamente o custo de produção.

O esterco bovino é largamente utilizado por ser mais acessível e também por seus benefícios, como a adubação de hortaliças em geral, e por exercer várias ações diretas e indiretas. O efeito direto é referente a presença de todos os elementos essenciais em quantidades pequenas, mas que são significativos em comparação a grandes doses que são aplicadas com adubação sintética, e seu efeito indireto é referente a melhorias estruturais do solo como as propriedades físicas, químicas e biológicas, apresentando efeito condicionador e aumentando a capacidade do solo em armazenar nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (CHIRSTÓFORI e OLIVEIRA, 2016; OLIVEIRA et al., 2001, MALAVOLTA et al., 2002).

Em virtude da crescente conscientização sobre o desenfreado acúmulo de resíduo gerado, principalmente das embalagens descartáveis, as garrafas de Polietileno Tereftalato (PET) têm sido cada vez mais utilizadas para o cultivo de hortaliças, especialmente alface. Esse tipo de garrafa plástica, especificamente, representa um problema ambiental cada vez maior. A reciclagem desse material ocorre em alguns casos, mas ainda é uma porcentagem pequena em relação ao volume gerado e descartado continuamente. Além da reciclagem, uma das outras alternativas para amenizar os impactos causados pelo acúmulo desse material é a reutilização do mesmo (CRIBB, 2010).

De acordo com a Pedagogia dos 3R's, os passos sequenciais para uma prática sustentável ecológica são: a redução do consumo como prioridade “sobre a reutilização e reciclagem; depois da redução do consumo, a reutilização deve ser priorizada sobre a reciclagem” (SOUSA, 2012). Arnaud et al. (2012), Buratto et al. (2011), Lima et al. (2014), constataram que o uso de garrafas PET em produção de hortaliças pode poupar recursos como substrato e água, além de praticamente anular a competição da cultura com ervas espontâneas por nutrientes.

Pesquisas envolvendo o crescimento e a fisiologia das plantas são importantes para incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico (OLIVEIRA et al., 2012). Floss (2004) destaca que a análise do crescimento é o primeiro passo no estudo da produção vegetal e “requer informações que podem ser obtidas sem necessidade de

equipamentos sofisticados, sendo estas informações obtidas de forma direta de acordo com a dinâmica de produção de biomassa vegetal”.

A análise das trocas gasosas é uma importante ferramenta na adaptação e estabilidade de plantas a alguns ecossistemas; graças a diminuição no crescimento das plantas pode-se relacionar à redução na atividade fotossintética, que é limitada por “fatores bióticos intrínsecos ao local de cultivo” (PEIXOTO et al. 2002, PAIVA et al. 2005).

Baseado no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho da alface ‘Roxa’ adubada com diferentes doses de esterco bovino e produzida em garrafas PET.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos Gerais da Alface (*Lactuca sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada em quase todas as regiões do mundo (SEBRAE, 2010). Sua origem é derivada de espécies silvestres, encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. A planta foi trazida para o Brasil pelos portugueses no século XVI, tornando-se a hortaliça folhosa mais popular do país e atualmente é consumida *in natura* principalmente na forma de salada (FIORINI et al., 2005; GOMES, 2007).

Essa hortaliça pertencente à família Asteraceae (Compositae), da subfamília Cichorioideae e do gênero *Lactuca*; é uma planta herbácea, dicotiledônea, de ciclo anual, sensível, com pequeno caule no qual se prendem as folhas, que “crescem em forma de roseta em volta do caule podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça”, de acordo com a cultivar (MAROTO, 2002; RODRIGUES, 2002; FILGUEIRA, 2007). “É uma espécie cujas plantas possuem grande variabilidade no que diz respeito à forma, cor e textura das folhas, caracterizando diferentes tipos comerciais” (FILGUEIRA, 2003; CARVALHO FILHO et al., 2009). A coloração da maioria das variedades de alface varia de verde claro a verde escuro, existindo algumas cultivares que tem coloração arroxeada devido ao pigmento antocianina.

Na atualidade, há uma boa diversidade de tipos de alface cultivada, devido a procura de mercado diferenciado, neste segmento, a alface do grupo arroxeado encontra-se em destaque (SANTANA, 2009).

Seu ciclo é curto, tem área foliar grande e sistema radicular raso, o que exige solos ricos em matéria orgânica e com grande quantidade de nutrientes disponíveis (FILGUEIRA, 2008). O solo deve ser bem destorreado, aerado e bem drenado; a adubação deve ser feita com pouca profundidade, pois o sistema radicular da alface é superficial e ramificado.

O espaçamento utilizado para o cultivo é realizado normalmente de 0,20 a 0,30 m x 0,20 a 0,30 m entre linhas e plantas, de acordo com as características botânicas de cada cultivar, que são feitas em canteiros (FAHL et al., 1998). A duração do cultivo varia de 40 a 70 dias, a depender do sistema de semeadura se plantio direto ou transplante de mudas, qual a época de plantio, que cultivar será utilizada e sistema de condução, se no campo ou se protegido. “Pode ser plantado o ano todo, de acordo com as exigências climáticas de cada cultivar” (LIMA, 2007).

A sua larga adaptação às condições climáticas diversas, a possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano, o baixo custo de produção, a pouca suscetibilidade a pragas e doenças e a comercialização segura fazem com que seja a hortaliça preferida pelos produtores (MEDEIROS, 2007).

As alfaces de coloração arroxeadas foram desenvolvidas especialmente para o mercado dos EUA e Europa, que é um mercado que demanda mini alfaces. São plantas de pequeno porte, que possuem pendoamento precoce e que seu cultivo se dá em épocas com temperaturas mais baixas. A intensidade da cor da folha do vegetal varia com o “teor de clorofila e teor de antocianina”. Recentemente, tem aumentado a demanda da alface ‘Roxa’ inclusive no Brasil, graças ao aumento no consumo de saladas prontas (*mix salad*), composta de diferentes folhosas (RYDER, 1999; SALA e COSTA, 2005).

Por ser originária de regiões de clima temperado, a alface ‘Roxa’ responde melhor em temperaturas que variam entre 15 e 20 °C (ALMEIDA, 2011). As telas de sombreamento tem sido utilizadas com o intuito de reduzir a incidência dos raios solares diretos e, conseqüentemente, o abrandamento da temperatura (BEZERRA, 2003).

## **2.2 Adubação Orgânica**

Nos diversos agroecossistemas brasileiros as hortaliças são produzidas especialmente pelo sistema de cultivo ‘convencional’ - entendido como sistema em que se utiliza fertilizantes sintéticos e pesticidas em grandes quantidades -, porém nos últimos anos, observa-se o crescimento de cultivos diferenciados especialmente produzidos sob sistemas orgânicos (MELO e VILELA, 2007; BASTOS et al., 2010).

O convencional preparo do solo, quando realizado inadequadamente, gera a chamada “erosão biológica” dos solos agrícolas (OLIVEIRA, 2010). Além disso, o alto

custo de fertilizantes minerais tem motivado o cultivo de hortaliças com adubos orgânicos de várias origens, visando a diminuição dos custos, bem como o melhoramento as propriedades físicas e químicas do solo (COSTA, 1994). Segundo Figueiredo et al. (2012),

o manejo eficiente de esterco para a adubação de cultivos agrícolas requer o conhecimento da dinâmica de mineralização de nutrientes visando otimizar a sincronização da disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda pelas culturas, evitando a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda, respectivamente.

O uso de resíduos orgânicos na agricultura tem se tornado uma opção cada vez mais viável do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de Carbono (C) e nutrientes. Em decorrência dessa realidade, há um “aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização” (SILVA et al., 2010; MELO et al., 2008).

No cultivo de hortaliças a adubação orgânica é muito importante, especialmente em solos de clima tropical, uma vez que a mineralização da matéria orgânica ocorre de maneira muito dinâmica e “seu efeito é conhecido nas propriedades químicas e biológicas do solo” (SWIFT e WOOLMER, 1993). A adubação orgânica é viável, pois se trata de “reciclagem de resíduos rurais, o que possibilita maior autonomia dos produtores em face do comércio de insumos, uma vez que não apresentam efeito residual” (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990). Segundo Miguel et al. (2010), a produção de alface orgânica é tecnicamente viável, pois apresenta um elevado índice de rentabilidade e produtividade.

Em se tratando de nutrição de alface, pesquisas vêm sendo conduzidas visando otimizar formas de avaliação do estado nutricional, definição de doses corretas, redução do uso exacerbado de fertilizantes, de modo a concretizar um programa nutricional para a cultura, refletindo em altas produtividades e garantia de produção com qualidade e sustentabilidade (MENESATTI et al., 2010; GAMA et al., 2015; GRATTAN et al., 2015; ROZANE et al., 2015). Segundo Yuri et al. (2004) e Santos et al. (2001), a alface produzida em sistema orgânico apresenta ótimos resultados na produção.

Silva et al. (2011) afirmaram que “a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores

que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais”. Em sua pesquisa, Peixoto Filho (2013) apresentou que dentre as adubações de esterco bovino, esterco de frango e fertilizante mineral, o material utilizado que proporcionou maiores produtividades ao cultivo da alface fornecendo nutrientes à cultura por mais tempo foi o esterco bovino.

### **2.3. Atividade microbiana e respiração edáfica**

A concentração de microrganismos e suas atividades no solo são influenciadas diretamente pela quantidade e qualidade da matéria orgânica no solo. A incorporação de materiais orgânicos no solo afeta a atividade vital dos microrganismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, especialmente o N (SEVERINO et al., 2004).

Com a adição de esterco bovino (rico em carbono orgânico) ao solo (com presença de microrganismos), parte da matéria orgânica presente no esterco é “utilizada pelos microrganismos como fonte de energia, o que promove aumento na atividade microbiológica e consequente liberação de CO<sub>2</sub>” (FIGUEIREDO, 2012).

O processo das “liberações de CO<sub>2</sub> para a atmosfera resultam de vários processos que ocorrem nos solos pela biomassa microbiana, através da respiração de microrganismos, tais como bactérias e fungos” (KIEFT e ROSACKER, 1991). A atividade da microbiota do solo é diretamente influenciada pela quantidade de matéria orgânica no solo, pela qualidade e quantidade de resíduos agrícolas adicionados e também pelas práticas de manejo (GAMA-RODRIGUES et al., 2005; VENZKE FILHO et al., 2008). Por outro lado, a atividade microbiana pode diminuir em decorrência da escassez de nutrientes presentes no solo, mesmo que se houver adição de resíduos contendo C ou N aumente a biomassa desses microrganismos (GRAHAM et al., 2002).

### **2.4. Produção de alface em garrafas PET**

Um dos plásticos de maior presença no resíduo urbano é o Polietileno Tereftalato, presente principalmente nas garrafas PET. Anualmente, em todo o mundo, são fabricadas bilhões de unidades de garrafas PET. No Brasil são produzidas várias toneladas por ano, das quais menos de 55% são recicladas. As garrafas PET, após o consumo de refrigerantes ou água, demoram mais de 100 anos para decomposição (DIONYSIO, 2000).



A partir da avaliação dos aspectos ambientais do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, é crescente a importância de estudos que provem que a reciclagem dos plásticos é viável (MANCINI, 1998). A reciclagem chamada secundária (mecânica) convencional é importante, porém é imprescindível que surjam novas formas de reciclar garrafas PET, dessa forma, buscando minimizar os impactos ambientais (VANINI et al., 2013).

Para aproveitamento deste material, algumas medidas podem ser tomadas. Uma delas é a utilização dessas garrafas para produção de hortaliças de pequeno porte (EMATER, 2013).

A utilização de garrafas PET para produção de hortaliças é algo crescente, inclusive em pesquisas de pós-graduação, projetos escolares e governamentais. Dentre as diversas opções para o uso da garrafa PET para produção de hortaliças está a implementação de hortas em escolas, otimização de pequenos espaços para produção e principalmente a reutilização desse material a fim de minimizar danos ambientais causados pelo montante não reciclado desse material (FARIAS, 2012; SOUZA, 2014; SENAR, 2012).

Segundo Franco (2016) a utilização de garrafas PET para plantio em horta pode ser considerada uma boa alternativa para reutilização deste material, uma vez que, além de ocupar pouco espaço demanda menor utilização de insumos para o plantio, sendo indicada especialmente para plantios urbanos onde apresentaram resultados satisfatórios de produção.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Sítio Almeida, localizado no município de Lagoa Seca (microrregião do Brejo Paraibano), que apresenta latitude 07° 10' 15" S, longitude 35° 51' 13" W Greenwich e altitude de 634m. Pela classificação de Koppen, o município apresenta clima quente e úmido tropical chuvoso - classe A, As', com estações secas no verão. A pluviosidade média anual é de 880 mm, com maior incidência de chuva no período entre março e agosto. A umidade relativa do ar é em torno de 60% e a temperatura média anual é de 22°C (BARBOSA et al., 2012).

Foi utilizada terra vegetal para a produção das mudas e para a composição do substrato juntamente com o esterco bovino para o desenvolvimento das alfaces nas garrafas PET. A terra vegetal foi retirada da mata localizada na Universidade Federal da Paraíba - UFPB Campus III (latitude: 06° 45' 18" S, longitude: 35° 32' 24" W e altitude: 626m), e passada em peneira com malha de 04 mm. O esterco utilizado também foi cedido pelo estoque da UFPB Campus III e passado na mesma peneira utilizada anteriormente na terra vegetal. A localização da mata em que foi extraída a terra vegetal encontra-se, pela indicação do mapa, sobre solo do tipo Luvisolo (EMBRAPA, 2009).

Após a coleta de amostra da terra vegetal na camada de 0 a 0,20 m, que representa a profundidade em que o referido material foi retirado, e a coleta de esterco bovino bem curtido, foram efetuadas as análises químicas dessas coletas (Tabela 1) no Laboratório de Solos da UFPB – Campus III. Foram analisados a terra vegetal e o esterco bovino isoladamente, bem como combinados nas proporções em estudo.

**Tabela 1.** Resultado das análises de esterco bovino (EB) e terra vegetal, misturados em porcentagens diferentes, realizadas no Laboratório de Solos da UFPB – Campus III. Bananeiras, PB. 2017.

E.B.	pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	V
	H <sub>2</sub> O(1:2,5)	mg/dm <sup>3</sup>	-----Cmol/dm <sup>3</sup> -----								%
<b>0%</b>	5,43	21,37	180	0,26	11,22	0,05	7,20	6,20	14,12	25,34	55,72
<b>25%</b>	6,51	171,67	2300	1,30	7,92	0,00	6,40	5,40	18,99	26,91	70,56
<b>50%</b>	7,31	177,18	7500	3,04	4,29	0,00	5,50	4,10	31,83	36,12	88,12
<b>75%</b>	7,89	201,41	10400	3,91	2,15	0,00	4,60	4,00	39,11	41,26	94,80

H<sup>+</sup>Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V% – saturação por base.

### 3.1. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), contendo quatro tratamentos, cada um com cinco repetições. Foi estudada a alface (*Lactuca sativa* L.) comercial cultivar ‘Roxa’. Foram avaliados os seguintes tratamentos com esterco bovino: **T1:** 0% esterco bovino (testemunha); **T2:** 25% esterco bovino; **T3:** 50% esterco bovino; **T4:** 75% esterco bovino.

Os dados das variáveis de resposta obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste (F) de Fisher a 5% de probabilidades de erro. Para as variáveis significativas ( $p < 0,05$ ), realizou-se análise de regressão para o fator quantitativo. A escolha dos modelos de regressão selecionados para cada variável baseou-se na significância dos parâmetros de regressão (teste t). Na análise estatística, foi utilizado o software SISVAR.

### 3.2. Preparo das garrafas PET e seu conteúdo

As garrafas utilizadas eram transparentes com capacidade de 2L. Após serem higienizadas, foi feita abertura circular com 7 cm de diâmetro em uma das laterais para acomodar a muda quando estivesse pronta, e na extremidade oposta foram feitos vários furos de aproximadamente 3 mm de diâmetro para permitir boa drenagem da água de irrigação. Sobre esses furos, na parte interna da garrafa, foi colocada uma manta de papel toalha com boa capacidade de drenagem a fim de evitar a perda de substrato.

As proporções de esterco e terra vegetal foram medidas em volume com *Becker* de 1L e misturadas em um de balde de 50L com o auxílio de pá. Posteriormente cada mistura foi acomodada nas garrafas já preparadas.

### **3.3. Produção de mudas**

Para a produção de mudas as sementes foram adquiridas no comércio de Campina Grande-PB e acomodadas em bandejas de isopor de 200 células, utilizando como substrato terra vegetal. Foram colocadas cinco sementes por célula e após 20 dias da semeadura na bandeja, foi realizado o desbaste deixando apenas uma plântula por célula. O transplântio para as garrafas PET foi realizado aos 30 dias após o semeio quando as mudas possuíam quatro folhas definitivas. A irrigação para a produção das mudas foi realizada com o auxílio de regador manual duas vezes por dia na quantidade suficiente para manter a sementeira úmida.

Após 30 dias as mudas foram acomodadas nas garrafas já identificadas e, após o transplântio, as garrafas PET com os tratamentos ficaram sob tela de sombreamento de 50%, a uma altura de 2,2m do chão, distribuídos em três fileiras acomodados diretamente sobre solo num espaçamento de 30x30cm. A irrigação ocorreu de acordo com a necessidade a fim de deixar o substrato sempre úmido.

### **3.4 Variáveis analisadas**

#### **3.4.1. Avaliação de parâmetros físicos**

Após 25 dias do transplântio das mudas, todas as plantas foram transportadas para o Laboratório de Entomologia da UFPB – Campus III, onde todas as parcelas foram avaliadas pelos seguintes parâmetros físicos: altura de planta ALT (cm), diâmetro da parte aérea DPA (cm), número de folhas NFO, altura do caule ALC (cm), massa fresca parte aérea MFA (g), massa seca parte aérea MSA (g), diâmetro da raiz principal DRA (mm), comprimento da raiz principal CMR (cm), massa fresca da raiz MFR (g), massa seca da raiz MSR (g). Tais medições foram feitas com auxílio de uma régua graduada, paquímetro digital e balança analítica. Em seguida às medições das plantas em estado fresco, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel, os quais foram

devidamente identificados e conduzidos a uma estufa de circulação de ar-forçado com temperatura de 65°C num período de 72 horas para secagem. Posteriormente à secagem, as frações do material vegetal foram submetidas à pesagem em balança analítica para determinação da fitomassa.

#### **3.4.2. Avaliação fisiológica**

A condutância estomática ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração intercelular de C ( $\mu\text{mol m}^{-220} \text{ s}^{-1}$ ) foram avaliadas aos 25 dias após o transplântio, quando as folhas apresentavam tamanho adequado para a pinça do IRGA. As leituras foram realizadas em uma folha por planta, em duas plantas por tratamento escolhidas ao acaso, utilizando-se para as análises as folhas completamente expandidas. Na ocasião as plantas ainda se encontravam nas garrafas PET. Para as determinações dessas variáveis foi utilizado um analisador de gás infravermelho portátil (IRGA, ADC BioScientific LCpro-SD), com temperatura ajustada a 25°C, irradiação de  $1400 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e fluxo de ar de  $200 \text{ mL min}^{-1}$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Crescimento e Produção

De acordo com os resultados da análise de variância, verificou-se que as doses tiveram efeito significativo ( $p < 0,01$ ) sobre as variáveis de crescimento e produção para altura de planta ALT (cm), número de folhas NFO, altura do caule ALC (cm), massa fresca parte aérea MFA (g), massa seca parte aérea MSA (g), diâmetro da raiz principal DRA (mm), comprimento da raiz principal CMR (cm), massa fresca da raiz MFR (g). Por outro lado, as doses de esterco bovino tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) para as variáveis diâmetro da parte aérea DPA (cm) e massa seca da raiz MSR (g), (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis: altura de planta ALT (cm), diâmetro da parte aérea DPA (cm), número de folhas (NFO), altura do caule ALC (cm), massa fresca parte aérea MFA (g), massa seca parte aérea MSA (g), diâmetro da raiz principal DRA (mm), comprimento da raiz principal CMR (cm), massa fresca da raiz MFR (g), massa seca da raiz MSR (g) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino.

F.V	G.L.	Quadrados Médios				
		ALT	DPA	NFO	ALC	MFA
Dose	(3)	20,16**	176,60*	194,73**	24,52**	20986,04**
Linear	1	20,25*	275,56*	134,56**	24,80**	24813,18**
Quadrático	1	31,25**	231,20*	441,80**	48,05**	38144,87**
Resíduo	16	3,17	40,27	10,75	1,79	1379,04
C.V. (%)		19,58	20,67	20,88	36,89	50,79
		MSA	DRA	CMR	MFR	MSR
Dose	(3)	51,60**	0,70**	6,32**	58,57**	0,50*
Linear	1	52,72**	0,32 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	80,19**	0,46 <sup>ns</sup>
Quadrático	1	101,47**	1,78**	18,24**	94,74**	0,64*
Resíduo	16	5,43	0,09	0,84	4,94	0,12
C.V. (%)		56,83	31,04	21,74	35,69	53,21

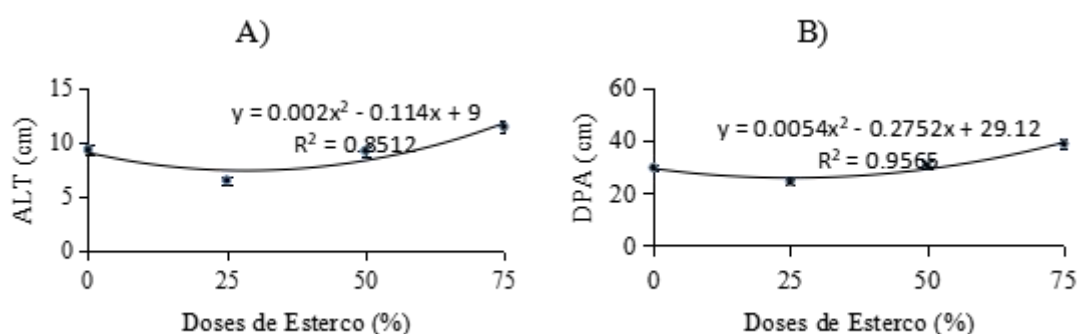
F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; \*\*, \* - Significativo a 1 e 5% respectivamente; <sup>ns</sup> – Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para as médias de todas as variáveis de crescimento e produção em estudo houve ajuste quadrático, sendo registrados coeficientes de determinação elevados ( $R^2 > 0,7$ ), denotando boa capacidade preditiva e precisão dos modelos de ajuste, indicando, em

porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados (QUININO et al., 2012).

Com base no modelo quadrático ajustado para as médias de altura de planta, constatou-se que plantas de alface ‘Roxa’ cultivadas em Luvisolo, sem adição de esterco bovino (0%), apresentam 9 cm de altura, sendo registrada redução de 18,1% na altura da planta quando foi incorporada a dose de 28,5% de esterco ao substrato que promoveu altura estimada de 7,4 cm. A partir desse menor valor, a administração da dose de 75% de esterco promoveu altura de 11,7 cm, o que representou ganho percentual de 37% em relação ao menor valor estimado e 23,1% em relação ao controle (Figura 1A).

A parte aérea das plantas de alface ‘Roxa’ cultivadas sem aplicação de esterco bovino apresentou 29 cm de diâmetro, sendo este valor reduzido para 25,7 cm sob aplicação de 25,5% de esterco, representando decréscimo percentual de 11,9%. O maior diâmetro da parte aérea das plantas (38,9 cm) foi obtido com adubação a base de 75% de esterco, sendo calculado ganho de 25,4% e 34% em diâmetro em relação às plantas cultivadas no controle (0%) e com 25,5% de esterco, respectivamente (Figura 1B).



**Figura 1.** Altura de planta ALT (cm) (A) e diâmetro da parte aérea da planta DPA (cm) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

Conforme Gama-Rodrigues et al., (1997) e Barbosa (2015) a biomassa microbiana pode atuar como catalisadora, fonte ou reserva de nutrientes, tendo em vista que a biomassa microbiana corresponde ao ciclo central do C, que representa um grande reservatório de nutrientes no solo, de acordo com as condições edafoclimáticas, doses e fontes de substratos orgânicos. No presente trabalho a redução observada na altura e diâmetro da parte aérea da planta com a aplicação da dose de 25% em relação às plantas cultivadas no controle (0% de esterco) pode ter ocorrido devido ao fato de que, na ausência do esterco, a biomassa microbiana provavelmente estivesse atuando como

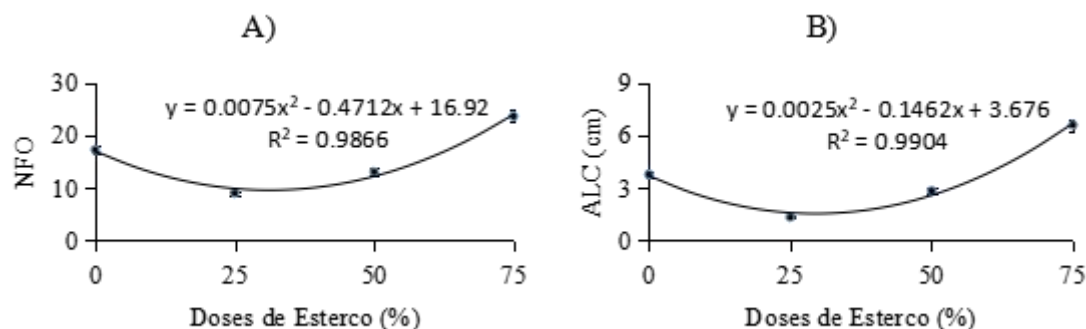
catalisadora, onde as quantidades de entrada e saída de C seriam iguais, acarretando um balanço nulo, que pode ocorrer quando as comunidades microbianas estão estabilizadas.

Em sentido complementar, quando foi aplicada a dose de 25% de esterco bovino, pode ter predominado a função reserva, que ocorre quando a quantidade de nutrientes fornecidos pelo substrato induz os microrganismos a se multiplicarem em número de células, mas não sendo suficiente para manter suas atividades metabólicas de acordo com observações feitas por Gama-Rodrigues et al. (1997) e Liu et al. (2010). Assim, nas maiores doses (50% e 75%), provavelmente tenha predominado a função fonte, onde a quantidade de nutrientes disponibilizada aos microrganismos presentes no substrato avaliado pode ter sido superior a imobilização na parede celular, que ocorreu em função da maior quantidade de C no sistema de cultivo em garrafas PET. Estas afirmações estão em acordo aos valores da análise química do solo, informados na Tabela 1, onde é possível observar que na medida em que se aumentou as doses de esterco bovino, houve aumento dos teores de elementos minerais no substrato.

A incorporação estimada de 31,4% de esterco bovino ao substrato de cultivo promoveu produção de 9,5 folhas/planta, sendo este valor inferior em 43,7% às 17 folhas/planta quantificadas nas plantas cultivadas na ausência de esterco no solo. Porém, o aumento gradativo das doses de esterco até 75% possibilitou incremento de 60% em número de folhas/planta, chegando ao quantitativo de 24 folhas/planta nesta maior dose (Figura 2A).

As plantas de alface ‘Roxa’ cultivadas sob aplicação de 29,2% de esterco bovino apresentaram redução de 58,2% em altura do caule, sendo este 1,5 cm de altura, quando comparadas com aquelas cultivadas em Luvisolo sem incorporação de esterco, que apresentavam altura de 3,7 cm. Porém, a maior dose de esterco aplicada (75%) promoveu altura de caule de 6,8 cm, o que representou porcentagem de ganho da ordem de 77,3% em relação ao menor valor estimado para esta variável e 45,6% de aumento em relação ao controle (Figura 2B).





**Figura 2.** Número de folhas NFO (A) e altura do caule ALC (cm) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

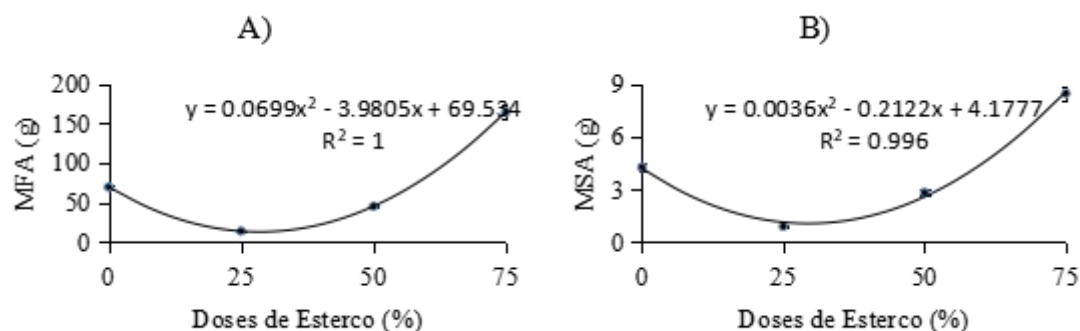
Segundo Oliveira et al. (2010), “as hortaliças folhosas respondem bem à adubação orgânica e favorece o aumento da atividade biológica do solo, podendo melhorar o desempenho produtivo da alface”. Porém, se a quantidade de adubo orgânico aplicado favorece a multiplicação microbiana do solo, mas é insuficiente para manter as atividades metabólicas desses microrganismos, logo, a alface poderá ser prejudicada, uma vez que possivelmente haverá competição por nutrientes entre a planta e os microrganismos. Isso pode ter ocorrido quando foi aplicado 25% de esterco bovino no substrato. Esse comportamento pôde ser observado no número de folhas quando ocorreu sua redução no intervalo ente 0% e 31,41% de esterco. Já quando as doses são aumentadas até o limite de 75%, a disponibilidade nutricional por ser maior, é suficiente para manter as atividades microbianas e também para nutrir a planta.

Os nutrientes constituem fator primordial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução das culturas, notadamente aqueles definidos como essenciais para as plantas e estes elementos tem efeito direto na fisiologia e produção vegetal (EPSTEIN e BLOOM, 2005). Esses nutrientes são requeridos para diversas funções vitais nos organismos vegetais, sendo estes indispensáveis para os processos metabólicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento, de modo que desordens nutricionais podem refletir na redução da produção de plantas (YANG et al., 2005). No caso dos resultados para altura de caule, o decréscimo da produção pode ser devido a alguma desordem nutricional resultante do ajuste da atividade microbiana para as diferentes proporções de esterco utilizadas. Esse fenômeno provavelmente ocorreu em decorrência da “biomassa microbiana atuar como um tampão do N no solo, controlando a disponibilidade desse nutriente por meio dos processos de mineralização e

imobilização”, conforme estudos realizados por Vargas e Scholes (1998) e Gama-Rodrigues et al. (2005).

Plantas de alface ‘Roxa’ cultivadas sob aplicação estimada de 28,5% de esterco apresentaram redução de 81,5% em produção de massa fresca da parte aérea, com 12,9 g, quando comparadas com aquelas cultivadas em Luvisolo sem incorporação de esterco, que apresentavam massa fresca de 69,5 g. Porém, a maior dose de esterco aplicada (75%) promoveu acúmulo de matéria fresca aérea de 164,2 g, o que representou porcentagem de ganho da ordem de 92,2% em relação ao menor valor estimado para esta variável e 57,7% de aumento em relação à produção de massa fresca obtida no controle (Figura 3A).

A massa seca da parte aérea da alface ‘Roxa’ apresentou expressiva redução quando se aplicou esterco bovino na dose estimada de 29,5%, chegando a 1,1 g, representando decréscimo de 74,9% quando comparado aos 4,2 g obtidos nas plantas cultivadas na ausência de esterco no solo. Por outro lado, aumentando a dose de esterco para 75% do insumo incorporado ao solo, as plantas alcançam 8,5 g, representando 87,7% de fitomassa a mais do que aquelas plantas cultivadas sob a dose de 29,5% (Figura 3B).



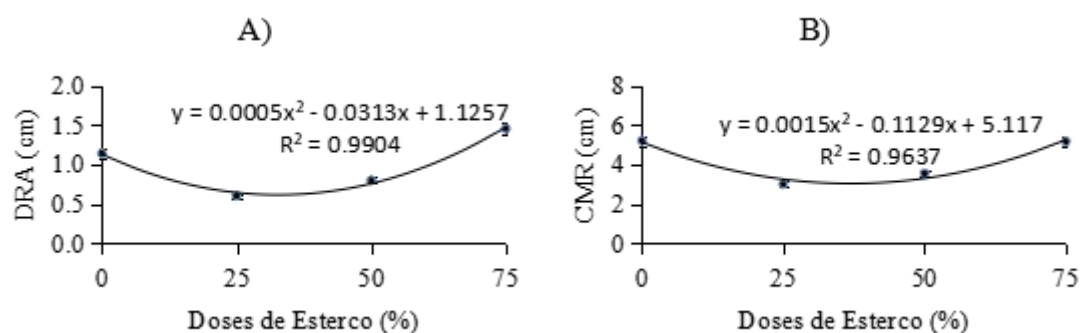
**Figura 3.** Massa fresca da parte aérea MFA (g) (A) e massa seca da parte aérea MSA (g) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

Existem vários relatos de ganhos significativos no aumento da produção de alface em resposta a adubação com esterco bovino (PEIXOTO FILHO et al., 2013; SANTOS et al., 2016). A parte aérea da alface, por ser a parte comercial é a mais relevante da cultura. A alface com elevada massa da parte aérea é almejável, pois tem relação direta com o rendimento comercial (YURI et al., 2004). Para a massa fresca e massa seca da parte aérea da alface, o comportamento é similar às variáveis já

analisadas. As aplicações de doses de esterco entre 0% e 28,5% (para produção de massa fresca) e 0% e 29,5% (para produção de massa seca) apresentaram diminuição da produção da parte aérea provavelmente devido a atividade microbiana presente na terra vegetal que mineraliza rapidamente o esterco acarretando, com essas dosagens, o “decréscimo acentuado da respiração do solo, com consequente diminuição da produção de alface” (FIGUEIREDO, 2012). Isto ocorre pelo fato dos microrganismos utilizarem o C para sua “manutenção e reprodução ocorrendo, de forma momentânea, aumento da biomassa no solo e, consecutivamente, imobilização do substrato” (CAPUANI, 2012).

Para a variável diâmetro da raiz principal houve redução de 42,9% registrada entre o controle (0% de esterco) e a dose estimada de 31,3%, onde foi constatado diâmetro de 0,64 cm. No entanto, a incorporação de 75% de esterco bovino ao substrato de cultivo da alface ‘Roxa’ promoveu expansão de 59,8% em diâmetro de raiz principal, sendo registrado diâmetro de 1,6 cm com a maior dose fornecida (Figura 4A).

Em Luvissolo sem incorporação de esterco bovino, o comprimento médio de raízes de alface ‘Roxa’ foi em torno de 5,1 cm. Com a aplicação estimada de 37,6% de esterco ocorreu decréscimo de 41,6%, sendo registrado menor comprimento de raízes com 3,2 cm. Com o incremento das doses de esterco até o nível de 75% ocorreu aumento de 41,3% no comprimento que chegou a 11,2 cm (Figura 4B).



**Figura 4.** Diâmetro da raiz DRA (cm) (A) e comprimento de raiz CMR (cm) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

As respostas da alface ‘Roxa’ em aumento de diâmetro e comprimento da raiz principal se deve ao incremento de nutrientes importantes para o crescimento da planta, notadamente em virtude do aporte nutricional nas doses crescentes de esterco. Esta informação é ratificada por Bonela et al. (2017) ao mencionarem que as hortaliças, em sua maioria, necessitam de alta disponibilidade de nutrientes em períodos de tempo

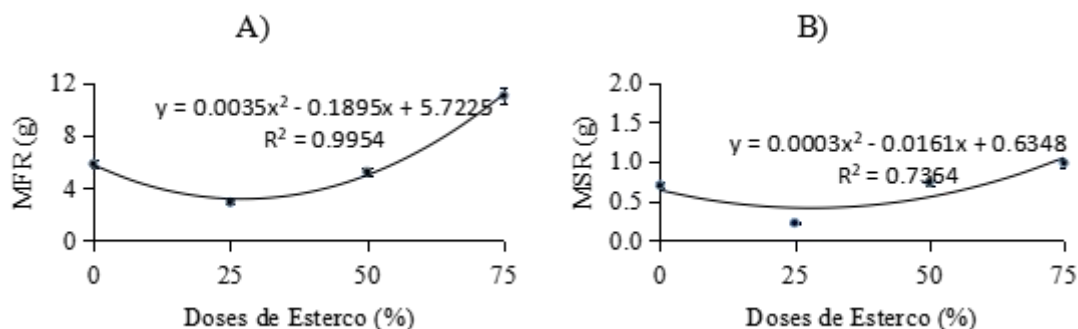
relativamente curtos, sobretudo para o crescimento e desenvolvimento da parte aérea e da raiz.

Uma forma de suprir adequadamente a demanda nutricional sem, contudo, utilizar adubos sintéticos danosos ao meio ambiente é a adoção de práticas agroecológicas, notadamente pela utilização de insumos naturalmente disponíveis no agroecossistema (EMBRAPA, 2013; SILVA et al., 2017). Este cenário evidencia a adubação orgânica como alternativa viável, haja vista que este tipo de adubação contribui para o aumento da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) do solo e regula a temperatura, além de estimular a atividade microbiana (OLIVEIRA et al., 2015). Assim, os ganhos verificados nos atributos radiculares da alface ‘Roxa’ nesta pesquisa estão atrelados ao aumento da CTC e dos nutrientes com ela relacionados, conforme verifica-se na Tabela 1.

Por outro lado, Bonela et al. (2017) alertam que para maior eficácia da adubação orgânica, há a necessidade de aplicações de quantidades elevadas podendo onerar os custos, além de promover aumento dos teores no solo, e que pode ser utilizado por plantas de ciclo curto em cultivos subsequentes, evitando desequilíbrios nutricionais e até mesmo a contaminação do solo. Esta informação justifica as reduções de diâmetro e comprimento radicular observadas quando foram aplicadas doses estimadas entre 31 e 37,6% de esterco bovino.

Sob cultivo em substrato sem incorporação de esterco, as raízes tiveram massa fresca de 5,7 g, sendo esta massa reduzida para 3,2 g quando foi aplicada dose de 27,1% de esterco, permitindo calcular redução de 44,8%. Registrou-se a partir deste ponto ganho de 71,8% em acúmulo de massa fresca radicular com a administração de 75% de esterco bovino no substrato de cultivo, sendo obtida massa de 11,2 g com esta dose (Figura 5A).

Maior acúmulo de massa seca radicular (1,1 g) foi registrada quando se incorporou 75% de esterco bovino ao substrato de cultivo com expressiva diferença percentual de 42,7% em relação à fitomassa radicular de 0,63 g registrada nas plantas cultivadas na ausência de esterco (Figura 5B).



**Figura 5.** Massa fresca da raiz MFR (g) (A) e massa seca da raiz MSR (g) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

O aumento das doses de esterco bovino promoveu melhoria na estrutura do solo, favorecendo o acúmulo de matéria fresca e seca das raízes, possivelmente pelo aporte de matéria orgânica e substâncias húmicas no solo (OLIVEIRA et al., 2015). É importante destacar que o volume de adubo orgânico ideal é grande para suprir as necessidades das plantas, o manejo é custoso, existe risco de contaminação da área cultivada com plantas espontâneas e com doenças e as quantidades de nutrientes efetivamente disponíveis para a cultura são desconhecidos (PIMENTEL et al., 2009; TRANI et al., 2013).

Embora resultados promissores tenham sido observados com o aumento das doses utilizadas no presente trabalho, Alley e Vanlauwe (2009) reportaram que a “eficiência da adubação e seus efeitos sobre as plantas cultivadas dependem de vários fatores, relacionados ao solo, à espécie cultivada, ao sistema de cultivo, ao tipo de adubo utilizado e à quantidade de adubo”. No sistema de cultivo utilizado neste trabalho, utilizando garrafas PET dispostas na horizontal como modelo de recipiente de produção da alface ‘Roxa’, observou-se que a raiz principal e as raízes adventícias, se desenvolveram apenas na parte central da garrafa, deixando de explorar, portanto os nutrientes presentes no substrato que se encontram nas laterais da garrafa.

Neste sentido, a redução observada na massa fresca radicular com a aplicação estimada de 27,1% de esterco bovino reflete insuficiência quantitativa deste insumo para suprir a demanda nutricional. De fato, doses insuficientes podem desestabilizar a comunidade microbiana no solo e tornar os nutrientes indisponíveis para as plantas (GAMA-RODRIGUES et al., 1997; LIU et al., 2010; BARBOSA, 2015).

## 4.2. Avaliação Fisiológica

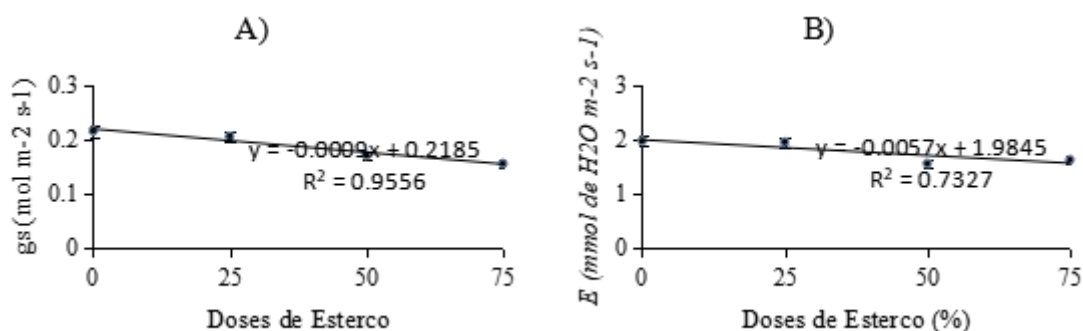
Não foi constatado efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das doses de esterco bovino nas trocas gasosas de plantas de alface cv Roxa produzidas em Luvisso. Contudo, desdobrando-se os graus de liberdade das doses em Regressão Linear foi verificado ajuste das médias de transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $gs$ ) ao modelo linear com comportamento decrescente e elevada capacidade preditiva dos modelos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para as variáveis: taxa de assimilação de  $CO_2$  ( $A$ ) ( $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), condutância estomática ( $gs$ ) ( $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ), concentração interna de  $CO_2$  ( $Ci$ ) ( $\mu mol\ mol^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água ( $EiUA$ ) [ $(\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1})\ (mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1})^{-1}$ ] e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC$ ) ( $A/Ci$ ) [ $(\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1})\ (\mu mol\ mol^{-1})^{-1}$ ] da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Bananeiras, PB, 2017.

F.V	G.L.	Quadrados Médios					
		$A$	$E$	$Gs$	$Ci$	$EiUA$	$EiC$
Dose	3	10,65 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	1229,00 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
Linear	1	7,96 <sup>ns</sup>	0,20*	0,004*	4,90 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>
Quadrático	1	15,31 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	2450,00 <sup>ns</sup>	4,63 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Resíduo	4	17,95	0,02	0,0004	3374,25	8,14	0,0006
C.V. (%)		48,05	9,02	11,85	21,63	56,43	69,65

F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; \*\*, \* - Significativo a 1 e 5% respectivamente; ns – Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

O incremento das doses de esterco bovino até a dose máxima estudada de 75% promoveu redução na abertura dos estômatos ( $gs$ ) e consequente diminuição da transpiração ( $E$ ) das plantas de alface ‘Roxa’ quando cultivadas em Luvisso. Para estas variáveis, foram calculados decréscimos de 31,8% e 21,7%, respectivamente quando se comparou os valores de  $0,22\ mol\ m^{-2}\ s^{-1}$  de condutância e  $1,98\ mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$  de transpiração, obtidos no controle, com  $0,15\ mol\ m^{-2}\ s^{-1}$  de condutância e  $1,56\ mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$  de transpiração obtidos na dose de 75% de esterco (Figura 6A, B).



**Figura 6.** Condutância estomática  $gs$  ( $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) (A) e transpiração  $E$  ( $mmol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB, 2017.

O aumento das doses de esterco bovino proporcionou maior aporte de nutrientes preponderantes para a atividade fotossintética das plantas. Neste sentido, Larcher (2004) menciona que “a influência do estado nutricional da planta sobre a fotossíntese ocorre de muitas maneiras, sendo que quase sempre maiores taxas fotossintéticas são alcançadas por meio da adubação”. Contudo, elevadas doses deste insumo podem incorporar quantidades supra ótimas de nutrientes ocasionando desordens fisiológicas.

Com base no exposto, o aumento registrado no teor de potássio ( $K^+$ ) no solo em resposta ao aumento das doses de esterco (Tabela 1) pode ter ocasionado excesso do nutriente e consequente desordem estomática refletindo na transpiração. Isso porque o  $K^+$  está diretamente ligado aos movimentos estomáticos, sobretudo na regulação e manutenção da turgescência das células guardas, de modo que a abertura do ostíolo depende da absorção de água por estas células, sendo este processo possível a partir do acúmulo de íons  $K^+$  aumentando o potencial osmótico e fazendo com que a água entre nas células estomáticas facilitando a abertura do orifício do estômato (BRODRIBB e HOLBROOK, 2003; LEMOS et al., 2012; CHAERLE et al., 2005; ).

Acrescente-se que o estado nutricional da planta possui papel importante na regulação da condutância estomática e consequentemente da transpiração, notadamente pelo fato da dinâmica de abertura e fechamento estomático depender de nutrientes como potássio e cálcio, pois estes nutrientes são muito importantes na regulação do potencial “osmótico das células vegetais, na diminuição da transpiração e na manutenção da turgescência das células” (VASCONCELOS et al., 2010; TAIZ e ZEIGER, 2013). Esta informação pode ser ratificada pelo aumento da quantidade de potássio e redução dos teores de cálcio (Tabela 1) no substrato de cultivo à medida que se aumentaram as doses de esterco bovino.

## 5. CONCLUSÕES

O melhor desempenho geral dos tratamentos foi sob a dose de 75% de esterco bovino, pois o complemento para a composição do substrato foi um material provavelmente com alto índice de atividade microbiana.

Na dose de 25% de esterco bovino aplicado, no geral, a produção de alface ‘Roxa’ foi reduzida em relação à testemunha, sendo mais interessante, nesse caso, não fazer uso de adubação, pois a produção só tem início em seu melhor desempenho a partir de doses superiores de 25% de esterco.

As doses crescentes de esterco bovino reduzem a abertura dos estômatos ( $g_s$ ) o que gera a diminuição da transpiração ( $E$ ) das plantas de alface Roxa.

O modelo de vaso utilizando garrafas PET na posição horizontal não se mostrou eficiente para a expansão uniforme da raiz da alface ‘Roxa’, uma vez que tanto a raiz principal como as adventícias se concentraram apenas na parte central da garrafa, deixando assim de receber nutrientes do substrato presente nas laterais da garrafa.



## 6. REFERÊNCIAS

- ALLEY, M. M.; VANLAUWE, B. **The role of fertilizers in integrated plant nutrient management**. 5. ed. Paris: International Fertilizer Industry Association/International Centre for Tropical Agriculture (Institute of Tropical Soil Biology and Fertility), 2009. 59 p.
- ALMEIDA, T. B. F. **Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas de macronutrientes**. Biotermas, v.24, n. 2, p. 27-36, 2011.
- ARNAUD, D. K. L.; DANTAS, M. M. M.; GUIMARÃES, T. A. da S. **Produção de horta suspensa com utilização de garrafas PET**. VII CONNEPI. Palmas, TO. 2012.
- BARBOSA, Í. do S.; ANDRADE, L. A. de e ALMEIDA, J. A. P. de. Zoneamento agroecológico do município de Lagoa Seca, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.13, n.5, p.623–632, Campina Grande, PB, 2009.
- BARBOSA, L. M. M. A.; DANTAS, I. C.; FELISMINO, D. de C.; COSTA SOBRINHA, L. Levantamento Taxonômico da Família *Convolvulaceae* no Sítio Imbaúba, Lagoa Seca, Paraíba. **Revista de Biologia e Farmácia BioFar** ISSN 1983-4209, 2012.
- BARBOSA, M. de A. **Dissertação: Atributos microbiológicos do solo em sistemas de manejo de longa duração**. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal, 2015.
- BASTOS, D. C.; MOUCO, M. A. do C.; FERREIRA, E. A.; RIBEIRO, J. M.; CALGARO, M.; PINTO, J. M.; ANGELOTTI, F. **Impacto de diferentes sistemas de produção de manga sobre a produção da cultivar tommy atkins**. Brasília, 2010. Disponível <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>, acesso em 17/04/2017.
- BEZERRA, F. C. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22p **Documentos 72**. 2003.
- BONELA, G. D.; SANTOS, W. P. dos; ALVES SOBRINHO, E.; GOMES, E. J. da C. Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**

(RBAS), v.7, n.2, p.66-74, Junho, 2017.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. 1990. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 14, n. 3: 369-374.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N. M. **Stomatal Closure during Leaf Dehydration, Correlation with Other Leaf Physiological Traits.** Plant Physiology, v. 132, n. 4, p. 2166-2173, 2003.

BURATTO, A. P.; DALPASQUALE, M.; LOPES, A. C.; CORTOLI, C.; FERREIRA, E. da S. **Hortas em garrafas pet: uma alternativa para a educação ambiental e sustentabilidade.** Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 06 (1). 2011.

CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; BELTRÃO, N. E. de M.; BRITO NETO, J. F. de B. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.12, p.1269–1274, 2012.

CARVALHO FILHO; J. L. S. de; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies f4 de alface do cruzamento regina 71 x salinas 88. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 37-42. 2009.

CHAERLE, L.; SAIBO, N.; STRAENTEN, D. V. D. **Tuning the pores: towards engineering plants for improves water use efficiency.** Trends in Biotecnology, v. 23, n. 6, 2005.

CHIRSTÓFORI, J. B.; OLIVEIRA, P. P. **Avaliação no Desempenho da Cultura de Alface Sob Efeitos de Diferentes Doses de Esterco Avícola Comparado ao Esterco Bovino.** Artigo Agroecol, Dourados-MS, 2016.

COSTA, C. A. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados na alface e na cenoura adubadas com composto orgânico de lixo urbano.** 1994. 89p. (Dissertação), UFV, Viçosa.

CRIBB, S. L. de S. P. **Contribuições da educação ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente.** REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente, v.3 n 1 p. 42-60 Abril 2010. ISSN 1983-7011.

DIONYSIO, L. G. M. **Lixo urbano: descarte e reciclagem de materiais.** 2000. Disponível em <<http://creativecommons.org.br>>, acessado em 16/03/2017.

EMATER. **Emater capacita produção de hortaliças em Garrafa PET.** Curitiba, 2013. Disponível em <[www.emater.pr.gov.br](http://www.emater.pr.gov.br)>, acessado 20/04/2017.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª ed. 2009. 412p.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas**. 2ª ed. Trad. Maria Edna Tenório Nunes. Editora Planta: Londrina. p. 403, 2005.

FAHL, J. L.; CAMARGO, M. B. P. C.; PIZAAINATO, M. A. **Instrumentos agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6 ed. Campinas: IAC, 1998, p. 173-174: Alface. (IAC, Boletim, 2000).

FARIAS, A. de A. 2012. **Produção de alimentos orgânicos em garrafa PET**. Ceplac. 28 p. Ilhéus, 2012.

FIGUEIREDO C. C.; RAMOS M. L. G.; McMANUS C. M.; MENEZES A. M. 2012. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira** 30: 175-179.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça**. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2008, 421p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª ed., UFV, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 421 p.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; FIORINI, I. V. A.; DUARTE, R. de P. F.; LICURSI, V. Avaliação de populações de alface quanto a resistência aos nematoides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 299-302. 2005.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Editora da UPF. 2004.

FRANCO, H. A.; JORGE, E. N. de L. F.; PEREIRA, W. M.; SAMPAIO, F. P.; THODE FILHO, S.; CARVALHO, M. D. de. **Gestão de resíduos pós-consumo: avaliação de recipientes para produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em horta urbana**. Educação, Gestão e Sociedade: revista da Faculdade Eça de Queirós, ISSN 2179-9636, Ano 6, número 22, junho de 2016.

GAMA, F.; SAAVEDRA, T.; DÍAZ, I.; CAMPILLO, M. C.; VERENNES, A.; DUARTE, A.; PESTANA, M.; CORREIA, P. J. Fe deficiency induction in *Poncirus trifoliata* rootstock growing in nutrient solution changes its performance after transplant to soil. **Scientia Horticulturae**, v. 182, p. 102-109, 2015.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.893-901, 2005

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. e BARROS, N. F.

Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 21:361-365, 1997.

GOMES, L. A. A.; FIORINI, C. V. A.; LIBÂNIO, R. A.; MORETTO, P.; LICURSI, V.; SOUZA, L. A.; MALUF, W. R.; DUARTE, W. F. Identificação de famílias f2:3 de alface homozigotas resistentes aos nematoides das galhas. **Horticulturua Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 509-513. 2007.

GRAHAM, M. H.; HAYNES, R. J.; MEYER, J. H. Soil organic matter content and quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, p.93-102, 2002.

GRATTAN, S.R.; DÍAZ, F. J.; PEDRERO, F.; VIVALDI, G. A. Assessing the suitability of saline wastewaters for irrigation of Citrus spp.: Emphasis on boron and specific-ion interactions. **Agricultural Water Management**, v. 157, p. 48-58, 2015.

KIEFT, T. L.; ROSACKER, L. L. Application of respiration and adenylate-based soil microbiological assay to deep subsurface terrestrial sediments. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.563-568, 1991.

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

LEMO, L. M. C.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; LEMO, J. P. Características físico-químicas da laranja-pera em função da posição da copa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1091-1097, 2012.

LIMA, A. S. D.; DUARTE, K. L. de S.; ARAÚJO, E. P. **Confecção de uma horta vertical utilizando garrafa PET na Escola Estadual Clóvis Pedrosa, Cabaceiras-PB**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG. 2014.

LIMA, M. E. de. DISSERTAÇÃO: **Avaliação do desempenho da cultura da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo**. UFRRJ, 2007.

LIU, E.; YANG, C.; MEI, X.; HE, W.; BING, S. H.; DING, L.; LIU, Q.; LIU, S.; FAN, T. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. **Geoderma**, v. 158, p. 173-180, 2010.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MANCINI, S. D.; BEZERRA, M. N.; ZANIN, M. **Reciclagem de PET advindo de garrafas de refrigerante pós-consumo**. Polímeros: Ciência e Tecnologia. São Paulo, 1998.

MAROTO, J. V. **Horticultura Herbácea Especial**. 5 ed. Madrid. Mundi-Prensa, 2002. 702 p.

MEDEIROS, D. C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.;

BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. 2007. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**. 2007, p. 433-436.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. de O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.101-110, 2008.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças/MAPA. Brasília, 2007. 11p. Disponível em: <www.abhorticultura.com.br>, acesso em 17/04/2017.

MENESATTI, P.; ANTONUCCI F.; PALLOTTINO, F.; ROCCUZZO, G.; ALLEGRA, M.; STAGNO F.; INTRIGLIOLO, F. Estimation of plant nutritional status by Vis-NIR spectrophotometric analysis on orange leaves [Citrus sinensis (L) Osbeck cv Tarocco]. **Biosystems engineering**, v. 105, n. 1, p. 44-454, 2010.

MIGUEL, F. B.; GRIZOTTO, R. K.; FURLANETO, F. de P. B. Custo de produção de alface em sistema de cultivo orgânico. ISSN 2316-5146. **Pesquisa e Tecnologia**, vol. 7, n. 2, Jul-Dez 2010.

OLIVEIRA E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.36-40, 2010.

OLIVEIRA, A. P. G.; GANDINE, S. M. S.; SABINO, S. M.; ALVES, L. P.; AMARAL, A. A. do; CARVALHO, H. de O. **Potencialidade do uso de substrato organomineral no desenvolvimento de rabanete**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.11, n.22, p.173, 2015.

OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 70 - 73, 2001.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.

PAIVA, A. S. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. dos S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. 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. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, 2013.

PEIXOTO, P. H. P.; MATTA, F. M. da; CAMBRAIA, J. **Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars**. Journal

of Plant Nutrition, New York, v. 25, n. 4, p. 821-832, 2002.

PEREIRA, J. B. A. **Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*Capsicum Anum* L.), sob manejo orgânico nos sistemas de plantio com preparo do solo e direto** – Seropédica, RJ. Seropédica, 2006.

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, 2009, pp. 225-232.

QUEIROGA, R. C. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, A. P.; AZEVEDO, C. M. S. B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.324, 2001.

QUININO, R. C.; REIS, E. A.; BESSEGATO, L. F. **Using the coefficient of determination  $R^2$  to test the significance of multiple linear regression.** Version of Record online: 30 JUL 2012 DOI: 10.1111/j.1467-9639.2012.00525.x

RODIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido.** Jaboticabal: Funep, 2002. 762 p.

RODRIGUES, G. S. de O.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. da S. de; MARACAJÁ, P. B. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônomo da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar cultivada. **Revista Caatinga** ISSN 0100-316X, v.21, n.1, p.162-168, Mossoró, Brasil, 2008

ROZANE, D. E.; MATTOS JÚNIOR, D.; PARENT, S. E.; NATALE, W.; PARENT, L. E. Metaanalysis in the selection of groups in varieties of citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 46, p. 1948-1959, 2015.

RYDER, E. J. **Lettuce, endive and chicory.** Ed.CABI Publishing, USA. 1999. 208 p.

SALA, F. C. e COSTA, C. P. da. ‘PIRAROXÁ’: Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.158-159, jan.-mar. 2005.

SANTANA, C. V. da S.; ALMEIDA, A. C. de; 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 Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA) ISSN 1981-8203. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.3, p. 01 06- julho/setembro de 2009.

SANTOS, D.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; ESPÍNOLA, J. E. F.; SOUZA, A. P. Produção comercial de cultivares de alface em Bananeiras. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.29, n.4, p.609-612, 2011.

SANTOS, J. F. dos; XAVIER, J. de F.; MENINO, I. B.; LEITE, J. E. M.; PACIFICO, J. R. **Produção de alface em função de adubação de esterco bovino em sistema agroecológico**. I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande, PB, 2016.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001

SEBRAE, **Catálogo brasileiro de hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**. Brasília, 2010. Disponível em <www.ceasa.gov.br> acessado em 18/04/2017.

SEBRAE, Serviço de Apoio às Micro Empresas. **Série Agricultura Familiar: Colação Passo a Passo Alface**. Produção Editorial: PlanoMídia, 2011.

SENAR - Serviço nacional de Aprendizagem Rural. **Hortaliças: cultivo de hortaliças raízes, tubérculos, rizomas e bulbos**. (Coleção SENAR; 149) ISBN 978-85-7664-061-5. Brasília, 2012.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, M. A. de; GUIMARÃES, Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Volume 5- Número 1 - 1º Semestre 2004

SILVA, A. F. A. da; SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M. da. Desempenho agrônomo do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, n.2, p.328-336, 2017.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.242-245, 2011.

SILVA, F. A. M.; VILAS-BOAS, R. L.; SILVA, R. B. da. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.131-137, 2010.

SOUSA, T. K. A. de; MOURA, J. M.; FERNANDES, A. T. **Reutilização de PET como prática de educação ambiental na Creche Municipal Wilmon Ferreira De Souza - Bairro Três Barras, Cuiabá – MT**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia/GO, 2012

SOUZA, E. C. P. de. Monografia de Especialização: **Horta Escolar em Garrafas PET**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

SWIFT, M. J.; WOOMER, P. **Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definitions and measurement**. In: MULUNGOY, K.; MERCKX, R. (Eds.). Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture. Leuven: Wilei-Sayce co. 1993. p.3-18



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4a ed. Trad. Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, p. 848, 2013.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2013.

VASCONCELOS, L. F. L.; RIBEIRO, R. V.; OLIVEIRA, R. F.; MACHADO, E. C. Variação de densidade de fluxo de seiva e do potencial hídrico foliar das faces leste e oeste da copa de laranjeira 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 35-46, 2010.

VANINI, G.; CASTRO, E. V. R. de; SILVA FILHO, E. A. da; ROMÃO W. **Despolimerização química de PET grau garrafa pós-consumo na presença de um catalisador catiônico, o brometo de hexadeciltrimetrilamônio (CTAB)**. Polímeros, vol. 23, n. 3, p. 425-431. São Paulo, 2013.

VARGAS, L. K. e SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 22:411-417, 1998

VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CERRI, C. C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais - Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.599-610, 2008.

YANG, S.; HUANG, Y.; RAO, X.; LI, Q. F. **The contrastive analysis of eight element in the leaves of tangerines and it's influence on fruit quality**. East China Institute of Technology, v. 3, p. 263-265, 2005.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. 2004. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira** 22: 127-130.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Comportamento de cultivares e linhagens de alface americana em Santana da Vargem (MG), nas condições de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 322-325, 2004.