

## Desempenho de alface roxa (*Lactuca sativa* L.) em resposta a diferentes doses de esterco bovino, cultivada em garrafas PET

Purple lettuce (*Lactuca sativa* L.) performance in response to different doses of bovine manure, grown in PET bottles

Comportamiento de lechuga morada (*Lactuca sativa* L.) en respuesta a diferentes dosis de estiércol bovino, cultivadas en botellas PET

Recebido: 16/02/2022 | Revisado: 23/02/2022 | Aceito: 05/03/2022 | Publicado: 12/03/2022

**Julyanner Leite Melo Regis de Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0769-9868>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [julyannerleite@gmail.com](mailto:julyannerleite@gmail.com)

**Maria José Araújo Wanderley**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2313-5771>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [mjwander@gmail.com](mailto:mjwander@gmail.com)

**Renner Luciano de Souza Ferraz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9423-4435>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [ferragroestat@gmail.com](mailto:ferragroestat@gmail.com)

**Tiago Silveira Machado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7202-3234>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: [tiago.machado@upe.br](mailto:tiago.machado@upe.br)

### Resumo

Com a crescente conscientização populacional sobre a preservação ambiental, o uso de garrafas de Polietileno Tereftalato (PET) tem sido cada vez mais utilizadas para o cultivo de hortaliças, especialmente alface. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho da alface 'Roxa' (*Lactuca sativa* L.) 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 transplante das mudas foram avaliados os parâmetros físicos considerados e foram feitas medições em estado fresco, em sequência, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetidos a uma estufa de circulação de ar-forçada 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. Não foi constatado efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das doses de esterco bovino nas trocas gasosas de plantas de alface cv Roxa produzidas em Luvissolo. 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

With the growing population awareness about environmental preservation, the use of Polyethylene Terephthalate (PET) bottles were increasingly used for the cultivation of vegetables, especially lettuce. The objective of this research was to evaluate the performance of 'Roxa' lettuce (*Lactuca sativa* L.) fertilized with different doses of bovine ester and produced in PET bottles. The experiment was carried out at Sítio Almeida, in Lagoa, PB and was prepared for an experiment in a full design (DIC), containing the following treatments with bovine manure: T1% (control) T2: 25%; T3: 50%; T4: 7%, each with five repetitions. After 25 days of transplanting the seedlings were submitted to 7 studies in the cutting state, in sequence, the plant material was packed in paper and included a forced air circulation oven at 65°C during the tests hours for drying. The best overall performance of the treatments was the use of a dose of 75% of bovine manure. There was no significant effect (0.05) of bovine manure doses on gas exchange of lettuce plants cv of solution doses in Luvissolo. The model of using PET bottles in a horizontal position is not efficient for the uniform expansion of 'Purple' lettuce, since both the main and adventitious roots are concentrated only in the central part of the bottle, thus failing to receive nutrients from the substrate present on the sides of the bottle.

**Keywords:** Vegetable; Organic fertilization; Plant physiology.

## Resumen

Con la creciente conciencia de la población sobre la preservación del medio ambiente, el uso de botellas de Polietileno Tereftalato (PET) se ha utilizado cada vez más para el cultivo de hortalizas, especialmente lechuga. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de lechuga 'Roxa' (*Lactuca sativa* L.) fertilizadas con diferentes dosis de estiércol bovino y producidas en botellas PET. El experimento se realizó en el Sítio Almeida, en Lagoa Seca, PB y se realizó en un diseño completamente al azar (DIC), conteniendo los siguientes tratamientos con estiércol bovino: T1: 0% (testigo); T2: 25%; T3: 50%; T4: 75%, cada uno con cinco repeticiones. A los 25 días de trasplantadas las plántulas, se evaluaron los parámetros físicos considerados y se realizaron mediciones en estado fresco, en secuencia, el material vegetal se empacó en bolsas de papel y se sometió a una estufa de circulación de aire forzado a una temperatura de 65°C durante 72 horas. para secar El mejor desempeño general de los tratamientos fue el uso de una dosis del 75% de estiércol bovino. No hubo un efecto significativo ( $p > 0,05$ ) de las dosis de estiércol bovino sobre el intercambio gaseoso de las plantas de lechuga cv Roxa producidas en Luvisolo. El modelo de maceta utilizando botellas de PET en posición horizontal no fue eficiente para la expansión uniforme de la raíz de la lechuga 'Morada', ya que tanto la raíz principal como la adventicia se concentraron solo en la parte central de la botella, por lo que no recibieron los nutrientes. del sustrato presente en los lados de la botella.

**Palabras clave:** Hortalizas; Fertilización orgánica; Fisiología vegetal.

## 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 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 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 (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 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. Metodologia

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 Luvissole (EMBRAPA, 2013).

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> -----								%
0%	5,43	21,37	180	0,26	11,22	0,05	7,20	6,20	14,12	25,34	55,72
25%	6,51	171,67	2300	1,30	7,92	0,00	6,40	5,40	18,99	26,91	70,56
50%	7,31	177,18	7500	3,04	4,29	0,00	5,50	4,10	31,83	36,12	88,12
75%	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.

Fonte: Autores (2022).

### 2.1 Delineamento experimental e análise estatística

A pesquisa classifica-se como experimental, onde foram definidas variáveis que puderam ser medidas e numeradas (Lozada & Nunes, 2019). 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 resultados foram analisados com o uso preponderante de métodos quantitativos, para quantificação, análise e interpretação dos dados e resultados ocorre por meio da estatística (Lozada & Nunes, 2019), onde 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.

### 2.2 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.

### 2.3 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 transplante 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.

## **2.4 Variáveis analisadas**

### **2.4.1 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.

### **2.4.2 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 ( $\mu\text{mol m}^{-20} \text{s}^{-1}$ ) 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  $\text{mL min}^{-1}$ .

## **3. Resultados e Discussão**

### **3.1 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.

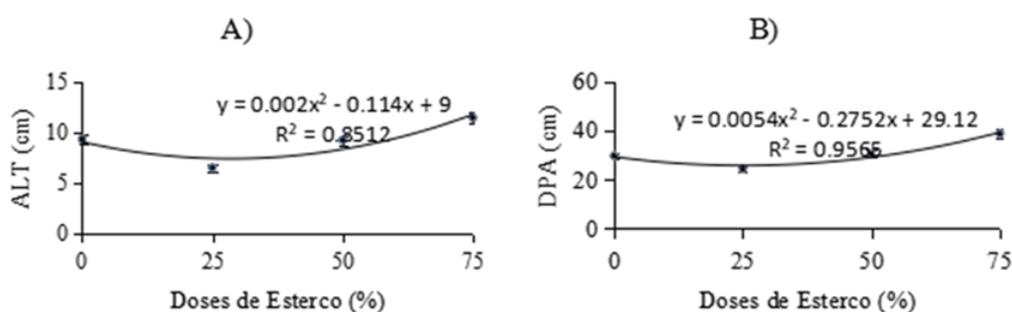
Fonte: Autores (2022).

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 percentagem, 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, as plantas de alface ‘Roxa’ cultivadas em Luvissole, sem adição de esterco bovino (0%), apresentam 9cm 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 7,4cm. A administração da dose de 75% de esterco promoveu altura de 11,7cm, 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 25,7cm sob aplicação de 25,5% de esterco, representando decréscimo percentual de 11,9%. O maior diâmetro da parte aérea das plantas (38,9cm) 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 (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.



Fonte: Autores (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

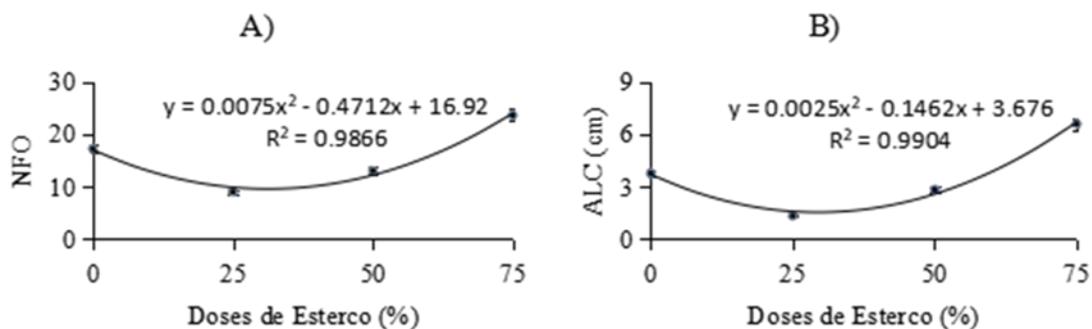
grande reservatório de nutrientes no solo, de acordo com as condições edafoclimáticas, doses e fontes de substratos orgânicos. No presente trabalho a redução observada na altura e diâmetro da parte aérea da planta com a aplicação da dose de 25% em relação às plantas cultivadas no controle (0% de esterco) 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 1,5cm de altura, quando comparadas com aquelas cultivadas em Luvissoilo sem incorporação de esterco, que apresentavam altura de 3,7cm. Porém, a maior dose de esterco aplicada (75%) promoveu altura de caule de 6,8cm, 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.



Fonte: Autores (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

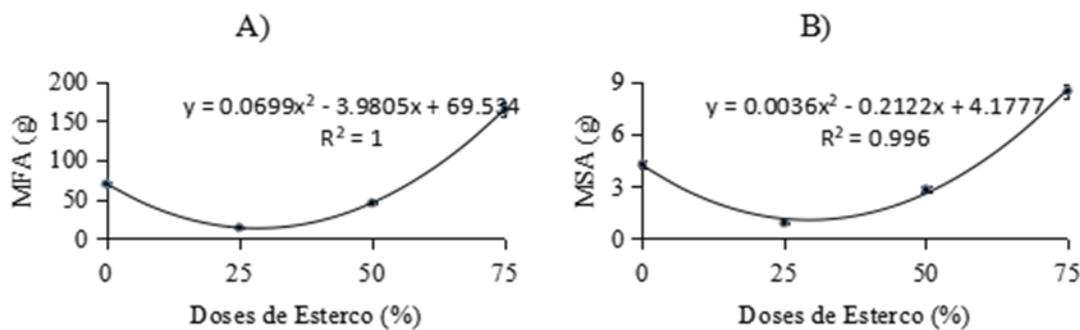
esterco. Já quando as doses são aumentadas até o limite de 75%, a disponibilidade nutricional por ser maior, é suficiente para manter as atividades microbianas e para nutrir a planta.

Os nutrientes constituem fator primordial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução das culturas, notadamente aqueles definidos como essenciais para as plantas e estes elementos têm efeito direto na fisiologia e produção vegetal (Epstein & 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 12,9g, quando comparadas com aquelas cultivadas em Luvissole sem incorporação de esterco, que apresentavam massa fresca de 69,5g. Porém, a maior dose de esterco aplicada (75%) promoveu acúmulo de matéria fresca aérea de 164,2g, 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 4,2g 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 8,5g, 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.



Fonte: Autores (2017).

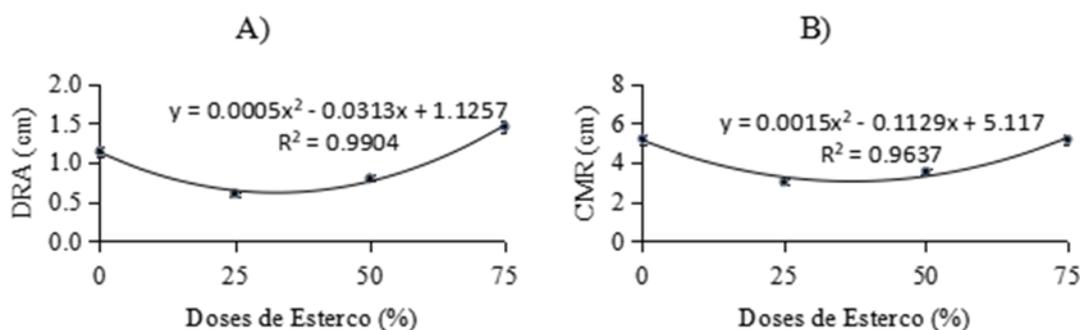
Existem vários relatos de ganhos significativos no aumento da produção de alface em resposta a adubação com esterco bovino (Peixoto Filho *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2016). A parte aérea da alface, por ser a parte comercial é a mais relevante da cultura. A alface com elevada massa da parte aérea é almejavável, 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 conseqüente 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 Luvisolo 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.



Fonte: Autores (2017).

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 relativamente curtos, 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). 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.

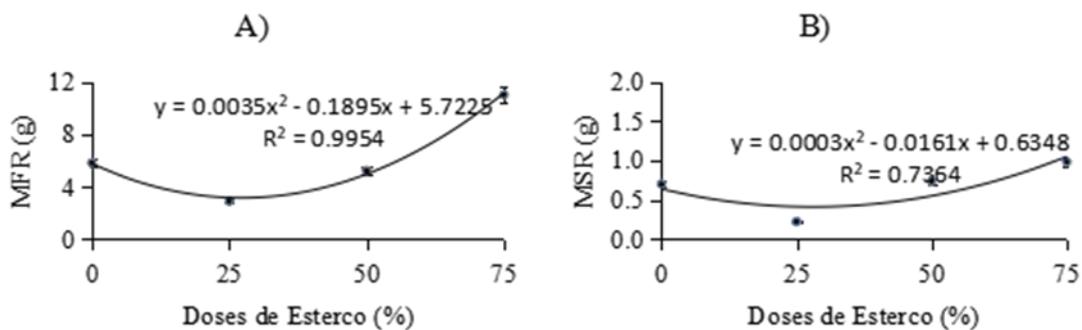
Por outro lado, Bonela *et al.* (2017) alertam que para maior eficácia da adubação orgânica, há a necessidade de aplicações de quantidades elevadas podendo onerar os custos, além de promover aumento dos teores no solo, e que pode ser utilizado por plantas de ciclo curto em cultivos subsequentes, evitando 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 5,7g, 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 11,2g com esta dose (Figura 5A).

Maior acúmulo de massa seca radicular (1,1g) 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.



Fonte: Autores (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).

### 3.2 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 Luvisolo. 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<sub>2</sub> (A) (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração (E) (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs) (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (μmol mol<sup>-1</sup>), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) [(μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [(μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (μmol mol<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>] da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino.

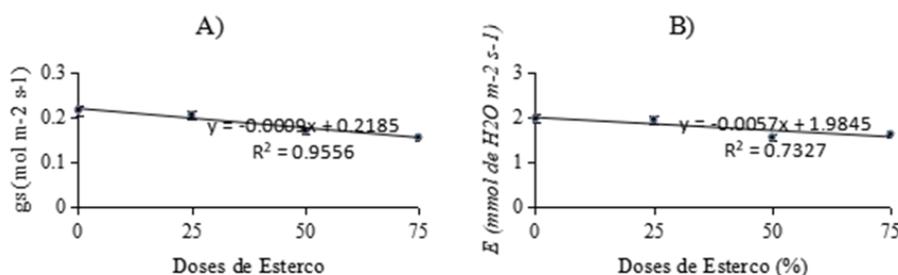
F.V	G.L.	Quadrados Médios					
		A	E	Gs	Ci	EiUA	EiC
Dose	3	10,65 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	1229,00 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
Linear	1	7,96 <sup>ns</sup>	0,20*	0,004*	4,90 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>
Quadrático	1	15,31 <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.

Fonte: Autores (2017).

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

**Figura 6.** Condutância estomática gs (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (A) e transpiração E (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (B) da alface cv Roxa sob doses de esterco bovino. Lagoa Seca, PB.



Fonte: Autores (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<sup>+</sup>) no solo em resposta ao aumento das doses de esterco (Tabela 1) pode ter ocasionado excesso do nutriente e conseqüente desordem estomática refletindo na transpiração. Isso porque o K<sup>+</sup> está diretamente ligado aos movimentos estomáticos, sobretudo na regulação e manutenção da turgescência das células guardadas, 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<sup>+</sup> aumentando o potencial osmótico e fazendo com que a água entre nas células estomáticas facilitando a abertura do orifício do estômato (Brodrribb & 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 & 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.

#### 4. Considerações Finais

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 (gs) 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.

#### Referências

- Alley, M. M., & Vanlauwe, B. (2009). *The role of fertilizers in integrated plant nutrient management*. International fertilizer industry Association. [https://www.researchgate.net/publication/253809451\\_The\\_Role\\_of\\_Fertilizers\\_in\\_Integrated\\_Plant\\_Nutrient\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/253809451_The_Role_of_Fertilizers_in_Integrated_Plant_Nutrient_Management)
- Barbosa, Í. D. S., Andrade, L. A. D., & de Almeida, J. A. (2009). Zoneamento agroecológico do município de Lagoa Seca, PB. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, 13(5), 623-632. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500016>
- Barbosa, L. M. M. A., Dantas, I. C., Felismino, D. C., & Costa, S. L. (2012). Levantamento taxonômico da família Convolvulaceae no sítio Imbaúba, Lagoa seca, Paraíba. *Revista de Biologia e Farmácia*, 8, 111-124. <http://hdl.handle.net/123456789/180>
- Barbosa, M. D. A. (2015). Atributos microbiológicos do solo em sistemas de manejo de longa duração. Universidade Estadual Paulista – UNESP. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/127995/000849246.pdf?sequence=1>
- Bonela, G. D., Santos, W. D., Sobrinho, E. A., & Gomes, E. D. C. (2017). Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7(2), 66-74. <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i2.413>
- Brodribb, T. J., & Holbrook, N. M. (2003). Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. *Plant Physiology*, 132(4), 2166-2173. <https://doi.org/10.1104/pp.103.023879>
- Buratto, A. P., Dalpasquale, M., Lopes, A. C., Cortoli, C., & Ferreira, E. D. S. (2011). Hortas em garrafas pet: uma alternativa para a educação ambiental e sustentabilidade. *Synergismuss científica*. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v17i3.48879>
- Capuani, S., Rigon, J. P., Beltrão, N. E. D. M., & Brito Neto, J. F. D. (2012). Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 1269-1274. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001200002>
- Chaerle, L., Saibo, N., & Van Der Straeten, D. (2005). Tuning the pores: towards engineering plants for improved water use efficiency. *Trends in biotechnology*, 23(6), 308-315. [10.1016/j.tibtech.2005.04.005](https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2005.04.005)
- Cribb, S. (2010). Contribuições da educação ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 3(1). <https://doi.org/10.22409/resa2010.v3i1.a21103>
- Dantas, M. M. M., Guimaraes, M. L. C., & Arnaud, D. K. L. (2012, October). Produção de horta suspensa com utilização de garrafas PET. In *VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*. <https://propi.ift.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1325/2163>
- Rodrigues, G. S. O., Torres, S. B., Linhares, P. C. F., de Freitas, R. D. S., & Maracajá, P. B. (2008). Quantidade De Esterco Bovino No Desempenho Agrônomico Da Rúcula (Eruca Sativa L.), Cultivar Cultivada. *Revista Caatinga*, 21(1). <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/624/291>
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa. <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>
- Epstein, E. & Bloom, A. J. (2005). *Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas*. 2ª ed. Trad. Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Editora Planta.

- Figueiredo, C. C. D., Ramos, M. L. G., McManus, C. M., & de Menezes, A. M. (2012). Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. *Horticultura Brasileira*, 30(1), 175-179. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100029>
- Filgueira, F. A. R. (2007). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa-MG: Ed. UFV.
- Floss, E. L. (2004). *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê*. Passo Fundo/RS: UPF.
- Gama-Rodrigues, E. F. D., Gama-Rodrigues, A. C. D., Paulino, G. M., & Franco, A. A. (2008). Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 1521-1530. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400016>
- Larcher, W., & de Assis Prado, C. H. B. (2000). *Ecofisiologia vegetal São Carlos: RiMa Artes e textos*. Rima.
- Lemos, L. M. C., Siqueira, D. L. D., Salomão, L. C. C., Cecon, P. R., & Lemos, J. P. (2012). Características físico-químicas da Laranja-Pera em função da posição na copa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(4), 1091-1097. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000400016>
- Lima, A. S. D., DUARTE, K., & Araújo, E. P. (2014). Confeção de uma horta vertical utilizando garrafa PET na Escola Estadual Clóvis Pedrosa, Cabaceiras-PB. In *Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte: IBEAS* (pp. 1-6). <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VII-064.pdf>
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., ... & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>
- Lozada, G., & Nunes, K.D. S. (2019). *Metodologia Científica*. Porto Alegre: SAGAH. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595029576>
- Malavolta, E. (2002). *Adubos e adubações*. Nobel Editora.
- Oliveira, A. P., Ferreira, D. S., Costa, C. C., Silva, A. F., & Alves, E. U. (2001). Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. *Horticultura Brasileira*, 19, 70-73. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000100014>
- Oliveira, A. P., Gandine, S., Sabino, S., Alves, L., Amaral, A., & Carvalho, A. H. (2015). Potencialidade do uso de substrato organomineral no desenvolvimento de rabanete. *Enciclopédia Biosfera*, 11(22). <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1371>
- Oliveira, E. Q. de, de Souza, R. J., da Cruz, M. D. C. M., Marques, V. B., & França, A. C. (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 36-40. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100007>
- Oliveira, F. D. A. (2012). de; Medeiros, JF de; Oliveira, FRA de; Freire, AG; Soares, LC da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agrônômica*, 43(3), 484-492. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200010>
- Paiva, A. S., Fernandes, E. J., Rodrigues, T. J., & Turco, J. E. (2005). Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. *Engenharia Agrícola*, 25(1), 161-169. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000100018>
- Peixoto, H. P., Da Matta, F. M., & Da Matta, J. C. (2002). Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. <https://doi.org/10.1081/PLN-120002962>
- Pereira, J. B. A. (2006). Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*Capsicum annum*. L), sob manejo orgânico nos sistemas de plantio com preparo de solo e direto. <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/519>
- Pimentel, M. S., De-Polli, H., & Lana, Â. (2009). Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. *Embrapa Agrobiologia-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119532/1/ATRIBUTOS-QUIMICOS-DO-SOLO-UTILIZANDO.pdf>
- Queiroga, R. C. F., Bezerra Neto, F., Negreiros, M. Z., Oliveira, A. P., & Azevedo, C. M. S. B. (2001). Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. *Horticultura Brasileira*, 19, 324-328. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000300006>
- Quinino, R. C., Reis, E. A., & Bessegato, L. F. (2013). Using the coefficient of determination. *Teaching Statistics: An International Journal for Teachers*, 35(2), 84-88. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9639.2012.00525.x>
- Santos, D., Mendonça, R. M. N., Silva, S. M., Espínola, J. E. F., & Souza, A. P. (2011). Produção comercial de cultivares de alface em Bananeiras. *Horticultura Brasileira*, 29, 609-612. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000400028>
- SEBRAE – Serviço de Apoio às Microempresas. (2011). Série Agricultura Familiar: Colação Passo a Passo Alface. Produção Editorial: PlanoMídia, 2011. <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-Familiar-Alface.pdf>
- Silva, A. F. A. D., Souza, Ê. G. F., Barros, A. P., Bezerra, F., & Silveira, L. M. D. (2017). Desempenho agrônômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. *Revista Ciência Agrônômica*, 48, 328-336. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170038>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2004). Fisiologia Vegetal. (3a ed.) *Artmed*. 719p. [https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/474835/mod\\_resource/content/0/Fisiologia%20e%20desenvolvimento%20vegetal%20-%20Zair%206%C2%AAed.pdf](https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/474835/mod_resource/content/0/Fisiologia%20e%20desenvolvimento%20vegetal%20-%20Zair%206%C2%AAed.pdf)
- Trani, P. E., Terra, M. M., Tecchio, M. A., Teixeira, L. A. J., & Hanasiro, J. (2013). Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. *Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas*. <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICAS%20E%20FRUTIFERAS.pdf>
- Vargas, L. K., & Scholles, D. (1998). Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22, 411-417. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000300006>

Vasconcelos, L. F. L., Ribeiro, R. V., Oliveira, R. F. D., & Machado, E. C. (2010). Variação da densidade de fluxo de seiva e do potencial hídrico foliar nas faces leste e oeste da copa de laranjeira 'Valência'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(1), 035-046. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/hcvVfxVyWWDcRySZCswHRsK/?format=pdf&lang=pt>

Yang, S. P., Huang, Y. H., Rao, X. H., & Li, F. Q. (2005). The contrastive analysis of eight element in the leaves of tangerines and it's influence on fruit quality. *J. East China Inst. Technol.*, 3, 263-265. [https://caod.oriprobe.com/articles/23150834/The\\_Contrastive\\_Analysis\\_of\\_Eight\\_Element\\_in\\_the\\_L.htm](https://caod.oriprobe.com/articles/23150834/The_Contrastive_Analysis_of_Eight_Element_in_the_L.htm)

Yuri, J. E., Resende, G. M. D., Mota, J. H., Souza, R. J. D., & Rodrigues Júnior, J. C. (2004). Comportamento de cultivares e linhagens de alface americana em Santana da Vargem (MG), nas condições de inverno. *Horticultura Brasileira*, 22, 322-325. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000200032>

Yuri, J. E., Resende, G. M. D., Rodrigues Júnior, J. C., Mota, J. H., & Souza, R. J. D. (2004). Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*, 22, 127-130. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100027>