



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS CERRADO DO ALTO PARNAÍBA-CCAP



PABLO RIBEIRO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa L.*) SUBMETIDA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

URUÇUÍ - PI

2025

PABLO RIBEIRO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa L.*) SUBMETIDA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Monografia apresentada à Universidade
Estadual do Piauí, como parte das
exigências para obtenção do título de
“Bacharelado em Engenharia
Agronômica”.

Área de concentração: Fitotecnia

Orientadora: Profa. Dra. Anarlete
Ursulino Alves

URUÇUÍ - PI
2025

PABLO RIBEIRO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa L.*) SUBMETIDA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Monografia apresentada à Universidade
Estadual do Piauí, como parte das
exigências para obtenção do título de
“Bacharelado em Engenharia
Agronômica”.

APROVADA: 25/06/2025

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 ANARLETE URSULINO ALVES
Data: 05/07/2025 09:46:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Anarlete Ursulino Alves
Orientadora - UESPI/CCAP

Documento assinado digitalmente
 ARIADNA FARIA VIEIRA
Data: 05/07/2025 12:49:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Ariadna Faria Vieira
UESPI/CCAP

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO DE ASSIS GOMES JUNIOR
Data: 06/07/2025 22:13:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco de Assis Gomes Júnior
UESPI/CCAP

S586a Silva, Pablo Ribeiro da.

Avaliação do desempenho agronômico da cultura da alface (*Lactuca sativa L.*) submetida a adubação orgânica / Pablo Ribeiro da Silva. – 2025.

41 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus Cerrado do Alto Parnaíba, Bacharelado em Engenharia Agronômica, Uruçuí-PI, 2025.

“Orientadora: Prof.^a Dra. Anarlete Ursulino Alves.”

1. Adubo Orgânico. 2. Crescimento Vegetal. 3. Agricultura Sustentável. 4. Alface. I. Título.

CDD: 631.81

*A Deus, pois sem ele eu nunca teria
chegado até aqui. Que com sua graça,
bondade e misericordia, sempre me deu
forças para lutar e seguir em frente,
superando obstaculos e dificuldades.*

*A minha querida mãe, Tereza Pereira
da Silva por todo apoio, confiança, incentivo,
carinho e amor incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, cuja presença é a razão de todas as minhas conquistas. Desde a aprovação na universidade, percebi que essa era Sua vontade para mim. Enfrentei dificuldades, mas em cada obstáculo, Deus foi meu pilar e sustentação. Nos momentos de desânimo, Ele me deu força e coragem para continuar. "Tudo posso naquele que me fortalece" (Filipenses 4:13). Sou eternamente grato por tudo isso.

A minha mãe, Tereza Pereira da Silva, merece uma menção especial. Ela, que a baixo de Deus é o meu alicerce, sempre me incentivou e apoiou na busca pelos meus sonhos. Sua força e amor incondicional foram meu porto seguro nos dias mais desafiadores. Com seus conselhos sábios e seu abraço acolhedor, ela sempre me confortou. Sou profundamente grato por tudo o que fez e continua fazendo por mim.

Agradeço ao meu pai (avô), José Quintino, que moldou os valores que carrego comigo. Ele sempre sonhou em me ver alcançar meus objetivos e foi um exemplo constante de caráter e integridade. Seus ensinamentos sobre o que significa ser um verdadeiro homem foram fundamentais na minha formação. Graças à sua orientação, alcancei cada passo desta jornada.

À minha esposa, Katarine Miranda Rodrigues, expresso minha gratidão do fundo do coração. Você foi a luz nos momentos de dúvida, enxugando minhas lágrimas e me abraçando quando me sentia perdido. Sua presença e apoio foram inestimáveis, tanto nas questões acadêmicas quanto nos desafios pessoais. Você é uma parte essencial da minha vida, e sou imensamente grato por tê-la ao meu lado.

Agradeço profundamente ao meu pai, Raimundo Nonato Ribeiro de Souza, por seu apoio constante em momentos difíceis, sempre oferecendo conselhos sábios e amizade.

Agradeço ao Gabriel Ribeiro por ter cuidado do trabalho durante minha ausência no estágio, ao Sr. Marcelo, proprietário da horta, por ceder o espaço para a execução do projeto, e ao professor Fabrício Custódio pelos conselhos durante o desenvolvimento do trabalho e Ariadna Faria pela correção e organização das estatísticas do trabalho. Minha orientadora, Anarlete Ursulino Alves, também merece reconhecimento, pois sua sabedoria e generosidade foram cruciais para meu desenvolvimento acadêmico, ao meu amigo Gabriel Assunção, que me auxiliou na avaliação do experimento. Por fim, agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, pois cada um deixou uma marca importante na minha trajetória. Meu sincero agradecimento a todos!

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, devido ao seu valor nutricional e à facilidade de cultivo. Entretanto, seu desenvolvimento pode ser afetado por fatores como o solo e a adubação utilizada. O uso de adubos orgânicos, como esterco bovino e caprino, destaca-se como uma alternativa sustentável, contribuindo para a fertilidade do solo e a redução do uso de fertilizantes químicos. Esses estercos são ricos em matéria orgânica e nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, promovendo melhorias na estrutura física do solo e na atividade microbiológica, além de representarem uma opção de baixo custo e ambientalmente responsável. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de adubos orgânicos na produtividade e qualidade da cultura da alface. O experimento foi realizado em uma chácara localizada na cidade de Uruçuí, Piauí, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos — testemunha, esterco bovino, esterco equino e esterco caprino — e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas (unidades), diâmetro da parte aérea (cm), comprimento das raízes (cm), altura das plantas (cm) e peso da massa fresca por planta (g). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada significância, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre o número de folhas, o peso da massa fresca e a altura das plantas. O esterco caprino proporcionou os maiores valores de número de folhas e massa fresca, enquanto o esterco bovino se destacou na altura das plantas. Para o diâmetro da parte aérea e comprimento da raiz, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Concluiu-se que o uso de estercos caprino e bovino melhora o desempenho vegetativo da alface, sendo alternativas viáveis e sustentáveis para o cultivo orgânico da cultura em condições semelhantes às do presente estudo.

Palavras-chave: adubo orgânico, crescimento vegetal, agricultura sustentável.

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most widely consumed leafy vegetables in Brazil, due to its nutritional value and ease of cultivation. However, its development can be influenced by factors such as soil quality and the type of fertilization used. The application of organic fertilizers, such as bovine and goat manure, stands out as a sustainable alternative, enhancing soil fertility and reducing the reliance on chemical inputs. These manures are rich in organic matter and essential nutrients—such as nitrogen, phosphorus, and potassium—improving soil structure, microbial activity, and offering a low-cost, environmentally friendly solution. This study aimed to evaluate the effectiveness of organic fertilizers on the yield and quality of lettuce cultivation. The experiment was conducted on a farm located in Uruçuí, Piauí (Brazil), using a completely randomized design (CRD) with four treatments—control, bovine manure, equine manure, and goat manure—and five replicates, totaling 20 experimental units. The following variables were evaluated: number of leaves (units), shoot diameter (cm), root length (cm), plant height (cm), and fresh mass per plant (g). Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and, when significant, to Tukey's test at 5% probability. The treatments significantly affected the number of leaves, fresh mass, and plant height. Goat manure resulted in the highest number of leaves and fresh mass, while bovine manure led to greater plant height. No significant differences were observed among treatments for shoot diameter and root length. It is concluded that goat and bovine manures improve the vegetative performance of lettuce, representing viable and sustainable alternatives for organic cultivation under conditions similar to those of this study.

Keywords: *Lactuca sativa* L., organic fertilizer, bovine manure, plant growth, sustainable agriculture.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	Geral	10
2.2	Específicos	10
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1	Alface (<i>Lactuca sativa</i> .L)	11
3.2	Sistema de cultivo em campo	12
3.3	Adubação	14
3.3.1	Esterco Bovino	15
3.3.2	Esterco Caprino	16
3.3.3	Esterco Equino	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	Local de realização do experimento	19
4.2	Variáveis a Serem Avaliadas	19
4.3	Obtenção do Adubo Orgânico e Materiais a Serem Utilizados	20
4.4	Plantio e Tratos Culturais	20
4.5	Colheita e Avaliação da Cultura	20
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
	ANEXOS	36

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), uma erva da família asteráceas, junto com o almeirão e a chicória, é uma planta frágil, com folhas fixadas em um pequeno caule, originária de áreas de clima moderado (CARVALHO; SILVEIRA, 2016). Explorada em todo o país, a cultura da alface é uma parte essencial das hortaliças na alimentação da população, sendo popular pelo sabor, custo acessível e valor nutritivo, rico em vitaminas, minerais e fibras, sendo consumida fresca e crua (COMETTI *et al.*, 2004). No entanto, enfrenta desafios devido à sensibilidade às condições adversas de temperatura, umidade e chuva (GOMES *et al.*, 2005). A produção de alface no Brasil na safra 2017/2018 ocupou uma área de 15.136 hectares (HORTIFRUTI BRASIL, 2019), destacando-se entre a hortaliça folhosa, mais consumida no país, incluindo todos os diversos tipos, como crespa, americana, lisa, romana, entre outras (ECHER *et al.*, 2016).

Os tipos predominantes de alface incluem a americana, a solta lisa, a solta crespa, a mimosa e a romana, algumas cultivadas no verão e outras no inverno (FILGUEIRA, 2003). O sucesso no cultivo da alface depende do preparo do solo, análise química e correção da acidez, seguido por operações como limpeza da área, aração, gradagem e levantamento dos canteiros (MATOS *et al.*, 2011). O solo ideal é de textura média, rico em matéria orgânica e nutrientes, sendo essencial o uso de insumos para melhorar suas características físico-químicas, como compostos orgânicos (SOUZA *et al.*, 2005).

A adubação orgânica proveniente de estercos de animais e compostos orgânicos tem sido adotada em muitas propriedades agrícolas, embora o uso indiscriminado de fertilizantes minerais possa prejudicar a qualidade do produto final e aumentar os custos de produção (SOUZA *et al.*, 2005). Alimentos orgânicos são mais ricos em minerais, fitohormônios, aminoácidos e proteínas, proporcionando uma nutrição mais completa, com maiores teores de carboidratos e matéria seca (SOUZA; RESENDE, 2003).

Neste contexto, de acordo com Sediyyama *et al.* (2016), a alface apresenta uma ampla variedade de espécies, que podem ser distinguidas com base em características como forma, dimensão, coloração e texturas de suas folhas. A escolha da variedade a ser cultivada é influenciada pelas condições ambientais específicas do país. Portanto, no Brasil, atualmente, a alface crespa é a variedade mais cultivada, dominando 70% do mercado devido à sua adaptação ao cultivo durante o verão. As outras variedades, juntas, correspondem a 30% do mercado nacional, sendo que as do tipo americana representam

15%, as lisas 10%, enquanto as variedades vermelha, mimosa e romana totalizam 5% do mercado (MORAIS *et al.*, 2018).

Atualmente, a alface é reconhecida como a folhosa mais consumida no Brasil, ocupando o terceiro lugar no ranking de hortaliças com maior volume de produção. Estima-se que anualmente movimente cerca de R\$ 8 bilhões apenas no varejo, com uma produção que ultrapassa 1,5 milhão de toneladas por ano (ABSCEM, 2015). O Estado de São Paulo lidera a produção e consumo de alface no país, com aproximadamente 137 mil toneladas produzidas em 8 mil hectares cultivados. Em seguida, encontramos o Paraná, com 54 mil toneladas em 2.845 hectares, e Minas Gerais, com 18 mil toneladas em 1.192 hectares (PESSOA *et al.*, 2021).

A produção de hortaliças representa uma alternativa viável para pequenos produtores, especialmente no estado do Piauí, onde a alface oferece um retorno econômico significativo por área cultivada, sendo uma atividade que se adequa às características locais. A alface tem um amplo consumo global, com uma grande abordagem de adubos reaproveitáveis, considerando a disponibilidade de materiais orgânicos provenientes da criação de bovinos, caprinos e equinos na região, que são fontes ricas em nitrogênio, fósforo e potássio, acessíveis aos pequenos produtores.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliação do desempenho agronômico da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a adubação com esterco bovino, caprino e equino.

2.2. Específicos:

Avaliar os efeitos da adubação com esterco bovino, caprino e equino sobre o número de folhas, diâmetro da parte aérea e comprimento da raiz da alface.

Verificar a influência dos tratamentos sobre a altura das plantas e o peso da massa fresca.

Identificar o tratamento orgânico mais eficiente para o desenvolvimento vegetativo da alface sob as condições experimentais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Alface (*Lactuca sativa*.L)

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem suas origens na região do Mediterrâneo e é considerada uma das hortaliças folhosas mais importantes globalmente (Kawamoto, 2018). Pertencente à família Asteraceae, que também inclui a alcachofra, o almeirão, a chicória e a escarola, é uma planta delicada de caule pequeno, onde as folhas se desenvolvem (Carvalho; Silveira, 2020). Os registros históricos datam a presença do tabaco ao Antigo Egito por volta de 4.500 a.C., e sua introdução no Brasil remonta ao século XVI, quando foi trazido pelos portugueses (Dantas, 2020).

Amplamente apreciada, a alface é uma hortaliça de folhas predominantes, frequentemente utilizada como ingrediente principal em saladas, ao lado do tomate. No Brasil, destaca-se como uma das culturas mais cultivadas, com São Paulo e Minas Gerais liderando a produção (Dantas, 2020).

Conforme Santos *et al.* (2011), as diversas variedades de alface são agrupadas em seis categorias distintas com base nas características das folhas e na formação ou ausência da "cabeça" repolhuda: repolhuda manteiga, repolhuda crespa (americana), solta lisa, solta crespa, mimosa e romana. É essencial destacar que a fase de crescimento vegetativo da alface termina quando a planta alcança o máximo desenvolvimento foliar. Cada tipo de alface apresenta características únicas.

Alface Americana (*Lactuca sativa* var. *capitata*): Folhas crocantes e cabeça compacta; boa durabilidade pós-colheita, muito utilizada em saladas e sanduíches (SILVA, 2019).

Alface Crespa (*Lactuca sativa* L.): Folhas onduladas e recortadas; textura macia e coloração variável do verde claro ao escuro; amplamente consumida no Brasil, ideal para saladas frescas (Oliveira *et al.*, 2020).

Alface Frisée (*Lactuca sativa* var. *crispa*): Folhas finas e altamente recortadas; textura delicada e sabor levemente amargo; comum em pratos sofisticados (Ferrari, 2018).

Alface Lisa (*Lactuca sativa* var. *capitata*): Folhas lisas, macias e de bordas suaves; sabor delicado e menor durabilidade; fácil de preparar (Almeida, 2017).

Alface Mimosa (*Lactuca sativa* var. *crispa*): Folhas bastante recortadas e textura leve; sabor suavemente adocicado; utilizada para compor saladas e decorar pratos (Santos, 2021).

Alface Romana (*Lactuca sativa var. longifolia*): Folhas longas, firmes e crocantes com nervura central acentuada; sabor mais intenso; tradicional na salada Caesar (Campos, 2019).

Alface Roxa (*Lactuca sativa var. crispa*): Coloração roxa intensa, rica em antocianinas (antioxidantes); sabor mais marcante e aparência decorativa (Gomes, 2022).

Variedade Moana (*Lactuca sativa L*): A alface Moana destaca-se por sua relevância tanto no mercado consumidor quanto na produção agrícola devido às suas características diferenciadas. Segundo Silva *et al.* (2020), essa variedade apresenta maior resistência ao pendoamento precoce, fator essencial para prolongar o ciclo de cultivo e garantir uma maior oferta ao longo do ano. Além disso, a Moana possui folhas crocantes e sabor suave, características que atendem à demanda dos consumidores que buscam hortaliças de qualidade. Quando comparada à variedade crespa, por exemplo, a Moana apresenta maior durabilidade pós-colheita, facilitando o transporte e armazenamento (Pereira; Santos, 2018). Por outro lado, em relação à variedade lisa, destaca-se pelo crescimento mais uniforme e pela menor suscetibilidade a pragas, fatores que contribuem para a redução de perdas no campo (Almeida *et al.*, 2019).

Além de suas qualidades organolépticas, a alface Moana demonstra uma versatilidade que a diferencia das demais variedades cultivadas no Brasil. Conforme relatado por Oliveira *et al.* (2021), sua adaptação a diferentes condições climáticas permite o cultivo em regiões de clima quente, onde outras variedades, como a americana e a romana, apresentam menor desempenho. Enquanto a alface americana é preferida em pratos que exigem maior crocância, ela é mais sensível a altas temperaturas, limitando o período de cultivo. Já a alface romana, apesar de seu sabor mais intenso, possui menor aceitação no mercado devido à textura mais rígida de suas folhas (Carvalho; Lima, 2017). Nesse contexto, a Moana se posiciona como uma alternativa viável, unindo resistência, sabor e versatilidade, características essenciais para atender tanto o produtor quanto o consumidor final.

3.2. Sistema de Cultivo em Campo

O cultivo em campo aberto permanece como a principal forma de produção de alface no Brasil, sobretudo em áreas rurais que dispõem de recursos limitados e utilizam mão de obra familiar. Esse sistema é caracterizado pela adoção de práticas convencionais, como o preparo mecânico do solo, adubação com fertilizantes químicos, irrigação manual

ou por aspersão, e o controle de pragas por meio de defensivos sintéticos. Além disso, o manejo cultural é realizado com base no monitoramento visual das plantas, sem o uso de tecnologias de precisão. Dentre os benefícios do cultivo a céu aberto, destacam-se o baixo custo de implantação e a possibilidade de integração com sistemas agroecológicos diversificados (Brandão *et al.*, 2018). Além disso, o contato direto com os fatores ambientais pode favorecer o desenvolvimento fisiológico da cultura quando as condições climáticas e edáficas são adequadas (Gabira *et al.*, 2023).

Apesar dos benefícios, o cultivo em campo aberto apresenta desafios significativos, especialmente relacionados à variabilidade climática e à incidência de pragas e doenças. A exposição direta às chuvas, ao vento e à radiação solar intensifica os riscos de estresse hídrico e térmico, além de favorecer o surgimento de patógenos como *Phytophthora* spp., particularmente em solos mal drenados (Luz *et al.*, 2018). A pressão de insetos-praga também é elevada nesse sistema, exigindo práticas integradas de manejo, como o uso de cobertura morta, cultivo consorciado e rotação de culturas (Pontes *et al.*, 2022). A adoção de práticas orgânicas, incluindo adubação verde e uso de esterco curtido, tem demonstrado potencial para melhorar a fertilidade do solo e reduzir a dependência de insumos sintéticos (Souza *et al.*, 2024), tornando o cultivo em campo uma alternativa viável e ambientalmente sustentável para pequenos produtores.

De acordo com Alessandra (2011), no Brasil, o cultivo de alfaces é diversificado, abrangendo desde métodos convencionais a sistemas de produção orgânica e hidropônica. O cultivo a céu aberto, com métodos tradicionais, predomina em termos de área e volume de produção, especialmente em regiões próximas aos grandes centros urbanos. No cultivo orgânico, adota-se a adubação orgânica, como compostagem e adubação verde, e o manejo de pragas e plantas espontâneas é realizado conforme as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou certificadoras independentes.

A produção protegida de hortaliças, que inclui o uso de estufas ou telados, tem se mostrado eficaz em regiões onde as condições climáticas impõem maiores desafios ao cultivo ao ar livre (Silva, 2018). Essa modalidade de produção permite maior controle sobre fatores como temperatura e umidade, o que resulta em uma maior eficiência produtiva.

Por sua vez, o cultivo hidropônico de alface tem registrado um crescimento significativo no Brasil nos últimos anos. Segundo Costa e Pereira (2020), a hidroponia é amplamente praticada em estufas ou telados, permitindo o controle mais preciso de nutrientes e a redução de desperdício de água, sendo uma alternativa sustentável frente

ao cultivo tradicional. Esse método tem se adaptado bem às condições climáticas regionais, permitindo produção contínua em diferentes estações do ano (Alessandra, 2011).

3.3. Adubação Orgânica

A alface se destaca no Brasil como uma das hortaliças mais valiosas, ocupando o sexto lugar em importância econômica e oitavo em produção. Sua popularidade deve-se à sua adaptação fácil a diversas condições ambientais e à capacidade de ser cultivada em várias épocas do ano devido ao seu ciclo curto (Moreno *et al.*, 2013). No entanto, devido ao seu ciclo curto, a alface requer uma adubação adequada para garantir uma boa produtividade. Os agricultores enfrentam o dilema de escolher entre fertilizantes minerais, que aumentam significativamente a produtividade, mas também elevam os custos de produção (Ziech *et al.*, 2014), e adubos orgânicos, que são mais acessíveis financeiramente e trazem benefícios à fertilidade do solo, especialmente em áreas intensivamente cultivadas (OLIVEIRA E JUNQUEIRA, 2007).

O uso de adubos orgânicos melhora a fertilidade do solo, suas características físicas, químicas e biológicas, incluindo a retenção de água, a agregação do solo, a porosidade, a capacidade de troca de cátions e a atividade microbiana (OLIVEIRA E JUNQUEIRA, 2007). Portanto, a adubação é uma prática fundamental na cultura da alface, pois influencia diretamente na qualidade e na quantidade da colheita. Investimentos em pesquisa para identificar as melhores fontes de adubação, as quantidades ideais a serem aplicadas e os custos associados são essenciais para auxiliar os produtores de alface (Silva, Bôas E Silva, 2010).

A adubação orgânica não apenas aumenta a produtividade, mas também resulta em plantas com qualidades superiores às cultivadas apenas com adubos minerais, podendo influenciar positivamente na qualidade nutricional da alface (Silva *et al.*, 2011).

Na adubação orgânica, é essencial preservar ou aprimorar a fertilidade do solo por meio de recursos naturais e processos biológicos. A utilização de resíduos orgânicos locais é fundamental para fornecer nutrientes, enfatizando a ciclagem de nutrientes para restaurar o ambiente e promover uma melhor qualidade de vida (Lima *et al.*, 2011).

3.3.1. Esterco Bovino

O esterco bovino é amplamente utilizado na agricultura por ser uma fonte acessível de matéria orgânica e nutrientes, como nitrogênio (4%), fósforo (2%) e potássio (2%) (CARTILHA PARA AGRICULTORES, 2024). Sua composição deriva principalmente da digestão de gramíneas e grãos, resultando em um composto nutritivo.

Apesar de seu valor agronômico, apresenta baixos teores de nitrogênio disponível e pode conter altas concentrações de amônia e patógenos. Por isso, é essencial o processo de compostagem para reduzir riscos e aumentar sua eficácia no campo (CARTILHA PARA AGRICULTORES, 2024; Silva *et al.*, 2018).

A aplicação regular de esterco bovino melhora a matéria orgânica do solo, favorece a retenção de umidade e estimula a atividade microbiana, promovendo o equilíbrio biológico e a absorção de nutrientes pelas plantas (Silva *et al.*, 2018). É também um insumo de fácil acesso em propriedades com criação de bovinos, sendo viável economicamente para pequenos e médios produtores.

Em cultivos de alface, Canuto *et al.* (2019) relataram que a combinação de esterco bovino com biochar aumentou a eficiência no uso da água, evidenciando seu potencial não apenas nutricional, mas também como agente de otimização hídrica.

Historicamente, o uso do esterco bovino remonta às práticas tradicionais da agricultura familiar e agroecológica. Seu uso representa uma estratégia eficiente de reciclagem de resíduos da pecuária, promovendo a devolução de nutrientes essenciais ao solo, como nitrogênio, fósforo e potássio. Em experimentos conduzidos por Lisboa *et al.* (2018), seu uso no cultivo de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* resultou em melhorias no crescimento e qualidade das plantas. Assis Carneiro e Vieira (2020) também observaram vantagens agronômicas do esterco bovino em comparação ao de aves na produção de mudas florestais.

Estudos recentes reforçam o impacto positivo do esterco bovino na produtividade de diversas culturas. Resultados superiores a 20% foram registrados em milho, alface, cajueiro e quiabeiro, quando comparados a áreas sem adubação ou adubadas apenas com fertilizantes minerais (SILVA *et al.*, 2018; Andrade, E. *et al.*, 2022; Santos Matos *et al.*, 2020).

No Brasil, estima-se que os resíduos de esterco bovino gerem anualmente cerca de 18 milhões de toneladas de nutrientes recicláveis, representando uma alternativa viável e sustentável à adubação química convencional (Silva *et al.*, 2018). Esse potencial

contribui para a substituição de insumos industriais, especialmente em regiões com restrições econômicas e ambientais.

Em sistemas agroecológicos e cultivos consorciados, o esterco bovino também apresenta bons resultados. A associação com plantas de cobertura, como a jitirana (*Merremia aegyptia*), tem mostrado aumento da produtividade e redução dos custos de produção (Ramalho *et al.*, 2023). Andrade, D. *et al.* (2020) confirmaram que diferentes doses do esterco influenciaram positivamente o crescimento de culturas consorciadas, mostrando sua importância na diversificação agrícola.

Neste estudo, o esterco bovino foi a fonte orgânica mais eficiente na produção de alface, promovendo ganhos expressivos em número de folhas, peso da massa fresca e altura das plantas, confirmando seu valor agronômico, econômico e ambiental.

Segundo Malavolta (1989), o adubo orgânico pode ser de origem vegetal ou animal e serve para fertilização agrícola. A matéria orgânica presente no esterco bovino contém minerais frequentemente deficientes no solo. De acordo com Oliveira (2008), a adubação orgânica melhora a CTC, favorece a agregação, plasticidade e coesão do solo, aumenta a retenção de água e a estabilidade térmica. Van Raij *et al.* (1997) reforçam que a adubação orgânica melhora as propriedades físicas e biológicas do solo, além de liberar nutrientes gradualmente às plantas.

3.3.2. Esterco Caprino

O esterco caprino é tradicionalmente usado na agricultura do semiárido nordestino, onde a caprinocultura tem papel socioeconômico importante. Com o tempo, seu uso se expandiu para sistemas hortícolas e agroecológicos. Estudos apontam que sua aplicação em mudas de hortaliças, como alface e pimentão, melhora o vigor vegetativo e a eficiência fotossintética (ARAÚJO *et al.*, 2022; RODRIGUES *et al.*, 2018).

Martins *et al.* (2020) destacam que, quando combinado com biofertilizantes, o esterco caprino potencializa a ação de microrganismos promotores de crescimento, elevando a qualidade das mudas. Essa prática é especialmente eficaz em viveiros e pequenas propriedades que adotam o cultivo sustentável.

Por ser mais concentrado e de rápida decomposição, o esterco caprino libera nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio com eficiência. Sua aplicação favorece o crescimento inicial das plantas e o desenvolvimento das raízes. Segundo Rodrigues *et al.*

(2018), diferentes dosagens aumentaram significativamente o rendimento da alface, comprovando sua viabilidade em culturas de ciclo curto.

Sua textura fina e baixa umidade facilitam a incorporação ao solo, reduzem perdas por lixiviação e otimizam o aproveitamento dos nutrientes. Em média, seu valor fertilizante pode ser o dobro do esterco bovino, considerando a mesma massa seca (Reis *et al.*, 2023).

No cultivo de rúcula, doses crescentes de esterco caprino elevaram os teores de clorofila e a produção de biomassa (Moura Neto *et al.*, 2021). Em pimentão, aplicações entre 15 e 25 t ha⁻¹ aumentaram expressivamente a produção de frutos (Rodrigues *et al.*, 2018). Esses dados reforçam sua capacidade de suprir exigências nutricionais de diversas culturas, como observado neste estudo com alface.

Além dos ganhos agronômicos, o esterco caprino se integra bem a práticas agroecológicas. Sua associação com plantas de cobertura, como a jitirana (*Merremia aegyptia*), melhora a estrutura do solo, reduz a compactação e aumenta a produtividade em cultivos consorciados, como beterraba com rúcula (ALVES *et al.*, 2018; SANTOS, 2024).

Os resultados deste trabalho confirmam esses benefícios, com destaque para o desempenho radicular da alface, evidenciando o potencial do esterco caprino em sistemas agrícolas de base ecológica.

Considerado um dos adubos orgânicos mais concentrados, o esterco caprino apresenta elevada eficácia fertilizante. Alves *et al.* (2008) demonstraram que 250 kg de esterco de cabra podem ter efeitos equivalentes a 500 kg de esterco bovino, reforçando sua eficiência.

Rico em nitrogênio (N) e fósforo (P), o esterco caprino melhora a fertilidade do solo e atende de forma eficaz às demandas nutricionais das plantas. Silva *et al.* (2007) afirmam que seu uso representa uma estratégia sustentável e economicamente viável para os produtores agrícolas, contribuindo para o fortalecimento da capacidade produtiva do solo.

3.3.3. Esterco Equino

O esterco equino é comum em regiões com tradição na criação de cavalos, mas ainda é pouco explorado na agricultura, se comparado ao bovino e caprino. Seu potencial agronômico vem sendo reconhecido em cultivos hortícolas, graças à boa aeração e à

menor densidade aparente, que favorecem o enraizamento e o desenvolvimento inicial das plantas.

Em estudo com salsa (*Petroselinum crispum*), Ribeiro *et al.* (2018) constataram que o esterco equino proporcionou aumentos superiores ao esterco bovino, principalmente no número de folhas e massa fresca. Isso reforça seu valor como fertilizante para culturas de ciclo curto, desde que seja bem manejado.

Além do uso agrícola, o esterco equino tem aplicações ambientais e energéticas. Paixão *et al.* (2018) destacam sua viabilidade para a produção de biogás, o que o torna uma alternativa sustentável e alinhada à economia circular. Gaspar *et al.* (2020) também apontam que o manejo adequado desses resíduos pode reduzir em até 30% os custos de descarte em agroindústrias e melhorar a eficiência da compostagem.

Do ponto de vista microbiológico, resíduos de baias equinas favorecem a presença de larvas de besouros da superfamília *Scarabaeoidea*, importantes na decomposição da matéria orgânica (Carvalho *et al.*, 2022). Esse processo acelera a mineralização dos nutrientes e melhora a estrutura do solo, beneficiando o cultivo de hortaliças sensíveis como a alface. No presente estudo, o esterco equino contribuiu para o crescimento da parte aérea das plantas e para a estabilidade térmica do substrato, como também observado por Ramos *et al.* (2019) no cultivo de coentro.

Outro destaque é sua relação C/N próxima do ideal (25:1), o que favorece a formação de húmus e reduz perdas por volatilização, especialmente quando comparado ao esterco de aves ou suínos (Airaksinen; Heinonen-Tanski; Heiskanen, 2001; De Carvalho *et al.*, 2021). Sua aplicação regular em solos arenosos ou degradados melhora a capacidade de troca catiônica, a retenção hídrica e o controle da erosão (Carvalho *et al.*, 2022).

A criação de cavalos influencia diretamente a produção de resíduos. Em sistemas intensivos, os animais são mantidos em baias, gerando alta concentração de esterco em um único local. Já no sistema extensivo, os resíduos são distribuídos no pasto, o que dificulta o aproveitamento direto (Gonçalves, 2014).

Apesar de subutilizado na produção de mudas, o esterco equino apresenta bom potencial como substrato. Knapik e Ângelo (2007) apontam sua baixa exploração nesse contexto, enquanto Huber (2011) destaca seus efeitos positivos na mesofauna do solo. Sua composição nutricional e estrutura física tornam-no viável para uso em viveiros.

Com o crescimento da demanda por alimentos orgânicos no Brasil, cresce também o interesse por insumos sustentáveis e de baixo custo. Nessa perspectiva, o tratamento da

cama de cavalos surge como alternativa viável, especialmente em regiões com criação doméstica ou comercial de equinos. Esse recurso contribui para a sustentabilidade ambiental e para a produção de alimentos mais saudáveis (Santos, 2016).

Neste estudo, o esterco equino demonstrou desempenho intermediário, promovendo o crescimento estrutural da alface e se consolidando como uma fonte complementar de adubação orgânica.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido na horta do Sr. Marcelo, localizada em uma chácara no município de Uruçuí, Piauí. O clima da região é classificado como tropical com estação seca (Köppen-Geiger: Aw).

O experimento iniciou no dia 31 de outubro de 2024, com o preparo das mudas de alface Moana nas bandejas onde posteriormente foram transplantadas para os canteiros, no dia 20 de novembro, realizou-se o preparo dos canteiros, visando proporcionar um ambiente adequado para o crescimento das plantas. O plantio foi efetuado em 22 de novembro, marcando o início do ciclo de cultivo em campo. Por fim, no dia 30 de dezembro, ocorreu a coleta dos dados, etapa final do experimento. O período total, considerando desde o início do preparo das mudas até a coleta dos dados, foi de 61 dias.

4.2. Obtenção do Adubo Orgânico e Materiais Utilizados

Para a adubação, utilizou-se esterco equino proveniente da cidade de Ribeiro Gonçalves - PI, e esterco caprino e bovino adquiridos em Uruçuí - PI. Os canteiros foram construídos diretamente no solo, o que auxiliou na drenagem e na aeração das raízes, favorecendo o crescimento saudável das plantas.

Utilizou-se palhada como cobertura nos canteiros, uma estratégia importante para proteger as hortaliças pois, a decomposição da mesma contribui para o incremento da matéria orgânica do solo. Esse período é caracterizado por chuvas frequentes na região, o que aumenta o risco de doenças fúngicas e bacterianas nas plantas. A palhada foi

aplicada para minimizar o efeito *splash*, que ocorre quando gotas de chuva atingem o solo, provocando respingos de partículas de solo que podem conter patógenos.

O manejo cuidadoso das adubações, associado ao uso estratégico da palhada, proporcionou um ambiente favorável ao crescimento das hortaliças, reduzindo o impacto das condições climáticas adversas durante o período do experimento. Vale ressaltar que não houve o uso de adubação mineral, para não interferir nos resultados esperados.

4.3. Plantio e Tratos Culturais

Foram construídos canteiros, cada um com aproximadamente 2 m² sendo adicionado nos mesmos 60 kg de cada esterco. O sistema de irrigação foi realizado de forma manual, utilizando um irrigador, com regas programadas duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde. O monitoramento dos canteiros foi contínuo, permitindo a identificação de pragas, como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), e de doenças que possam afetar a produção.

4.4. Colheita e Avaliação da Cultura

A colheita das alfaces foi realizada em dezembro de 2024, sendo realizada manualmente, garantindo que as alfaces fossem extraídas com as raízes intactas para seguir com a avaliação. Foram realizados 4 tratamentos com 5 repetições cada.

Os dados coletados passaram por análise de variância utilizando o teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% e o delineamento utilizado foi em inteiramente casualizados (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando vinte unidades experimentais. Adequado para controlar a variabilidade local. Por fim as análises foram realizadas usando o software RStudio (FERREIRA, 2010).

4.5. Variáveis avaliadas

As variáveis analisadas incluem: número de folhas (contagem manual), peso da massa fresca (g) por planta utilizando uma balança eletrônica, o diâmetro da parte aérea

(cm), comprimento da raiz (cm), altura da planta (cm) foram realizados com o auxílio de uma trena de mão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados evidenciou que os tratamentos exerceiram efeito significativo sobre as variáveis número de folhas (N.F.), massa fresca (M.F.) e altura da planta (A.P.), conforme demonstrado pelos valores de quadrado médio (QM) superiores ao erro e pela indicação de significância ao nível de 5% (marcados com *). Segundo PIMENTEL-GOMES e GARCIA (2002), a significância estatística em experimentos agrícolas indica que as diferenças entre tratamentos são consistentes e não resultam de variações aleatórias. A variável diâmetro da parte aérea (D.A.), comprimento da raiz (C.R.), por sua vez, não apresentou diferença estatística significativa, visto que o QM do tratamento foi inferior ao erro. Esses resultados apontam para uma resposta positiva dos tratamentos aplicados sobre características morfofisiológicas determinantes do desempenho vegetal.

Tabela 1. Análise de Variância para variáveis número de folhas (N.F.), diâmetro da parte aérea (D.A.), comprimento da raiz (C.R), altura da planta (A.P.) e massa fresca (M.F.), submetido a adubação orgânica.

FV	GL	QM				
		N.F	M.F	D.A.	C.R	A.P
TRAT	3	129,73*	18930*	28,050	3,7833	77,783*
ERRO	16	27,0	4030	15,725	5,7	9,9
Total	19	-	-	-	-	-
CV (%)		16,38	17,58	13,51	9,86	13,5

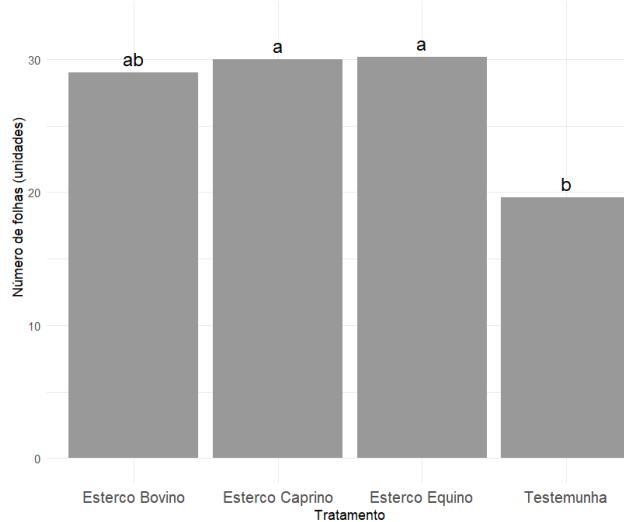
**N.F. = número de folhas; M.F.= massa fresca; D.A. = diâmetro da parte aérea; C.R. = comprimento da raiz; A.P. = altura de planta

Na figura 1, observou-se que adubação orgânica influenciou significativamente o número de folhas da alface (*Lactuca sativa* L.). Os tratamentos com esterco bovino, equino e caprino apresentaram médias estatisticamente superiores ao tratamento testemunha, pertencendo ao mesmo grupo de comparação. Esse resultado indica que os resíduos orgânicos utilizados promoveram incremento no desenvolvimento foliar da cultura, possivelmente em razão da disponibilidade gradual de macro e micronutrientes,

principalmente nitrogênio, essencial para o crescimento vegetativo (SANTOS *et al.*, 2019).

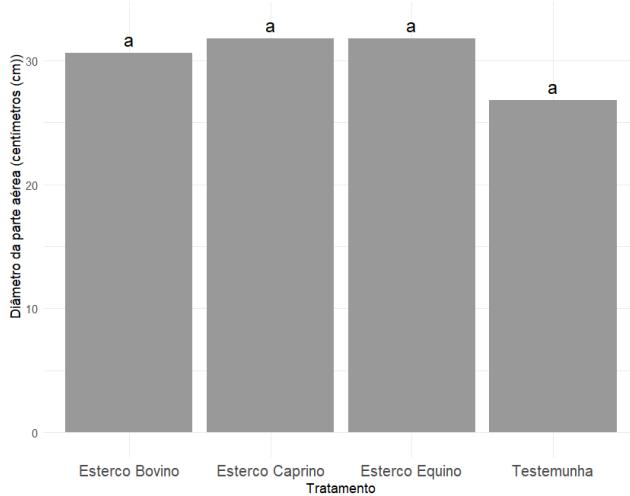
Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2018), que observaram aumento significativo no número de folhas de alface com o uso de composto orgânico. Pereira *et al.* (2020) também destacaram que a adubação orgânica melhora o desenvolvimento vegetativo de hortaliças, promovendo maior emissão de folhas.

Figura 1. Número de Folhas de Alface, submetido a adubação orgânica



Embora o diâmetro da parte aérea não tenha apresentado diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, os valores observados foram numericamente maiores nos tratamentos com adubação orgânica em relação ao tratamento testemunha (Figura 2). Matos *et al.* (2011) atribuem esse tipo de crescimento à melhoria das condições físico-químicas do solo promovida pelos estercos.

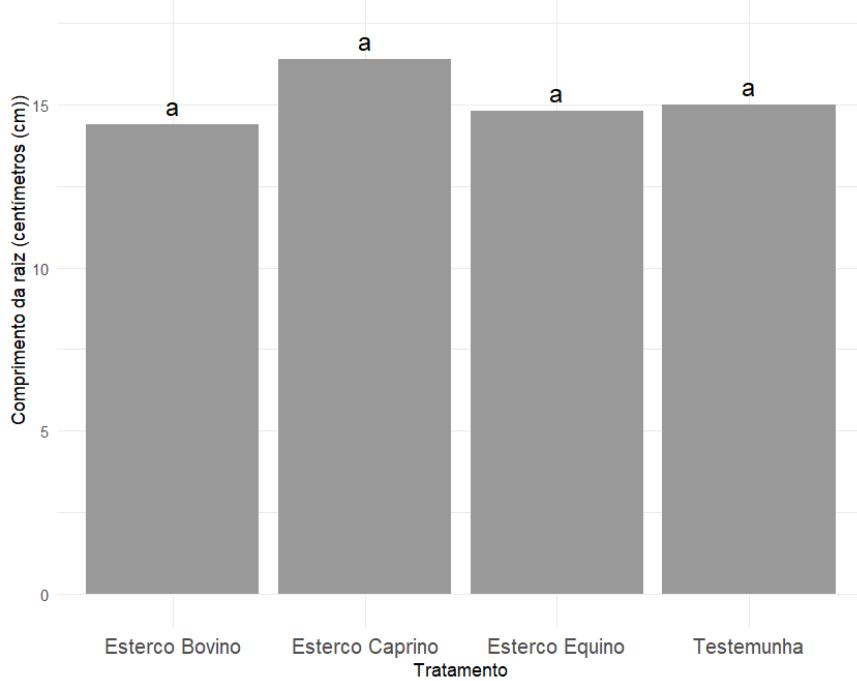
Figura 2. Diâmetro da parte aérea (cm), submetido a adubação orgânica



Esses resultados estão alinhados com os de Silva *et al.* (2011), que observaram maior acúmulo de biomassa em alfases adubadas com estercos orgânicos devido ao aumento na capacidade de retenção de água e melhoria nas propriedades físico-químicas do solo. Segundo Matos *et al.* (2011), o diâmetro da parte aérea é um indicador de vigor vegetativo e está relacionado à absorção de nutrientes. Embora a diferença não tenha sido significativa, o aumento observado com os estercos orgânicos pode ser atribuído à melhoria na estrutura do solo e disponibilidade gradual de nutrientes (Silva *et al.*, 2010).

Na Figura 3, observou-se que a maior média para o comprimento de raiz foi obtido com o uso de esterco caprino. Apesar da superioridade visual desse tratamento, estatisticamente não houve diferença significativa entre os tratamentos. Isso sugere que a adubação orgânica, independentemente da origem do esterco, promoveu efeito semelhante sobre o crescimento radicular, conforme também observado por Silva *et al.* (2020), que destacam a eficiência de fontes orgânicas diversas no desenvolvimento de raízes.

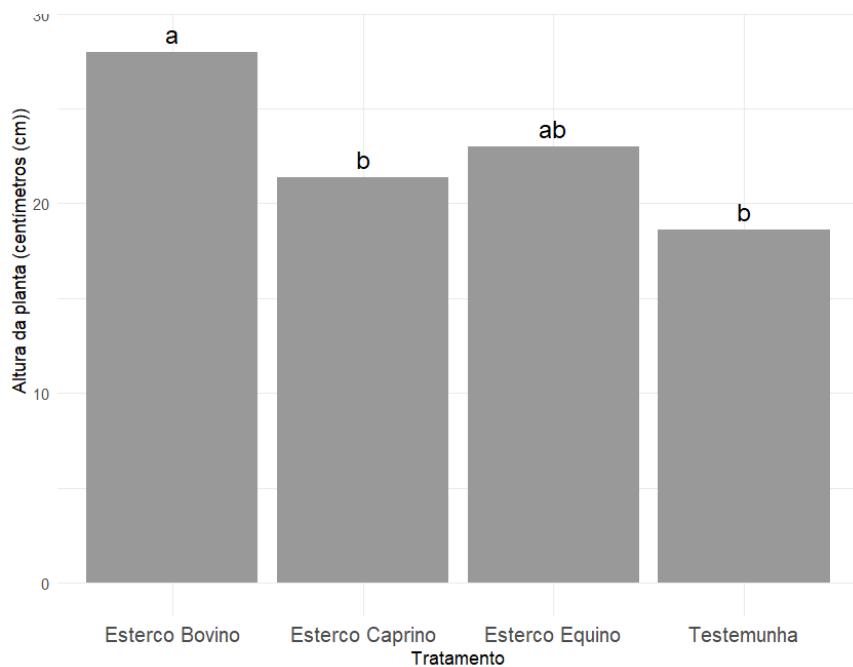
Figura 3. Comprimento das Raízes, submetido a adubação orgânica



As plantas adubadas com esterco caprino e equino apresentaram tendência de maior crescimento radicular. Estudos de Lima *et al.* (2011) sugerem que o esterco caprino aumenta a disponibilidade de fósforo, favorecendo o desenvolvimento radicular. Essa

tendência pode indicar um efeito benéfico na exploração do solo e absorção de água e nutrientes. No entanto, a variabilidade entre as repetições pode ter influenciado a ausência de significância estatística, sugerindo a necessidade de maior número de amostras em estudos futuros (FERREIRA, 2010). Na Figura 4, referente à altura das plantas, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os estercos bovino e equino apresentaram as maiores alturas médias, não diferindo estatisticamente entre si. O esterco caprino e a testemunha apresentaram alturas menores, também sem diferença significativa entre eles. Esses resultados indicam que o tipo de esterco influencia o desenvolvimento da parte aérea, sendo os estercos bovino e equino mais eficazes, possivelmente devido à liberação gradual de nutrientes (Medeiros *et al.*, 2019).

Figura 4. Altura da Planta, submetido a adubação orgânica

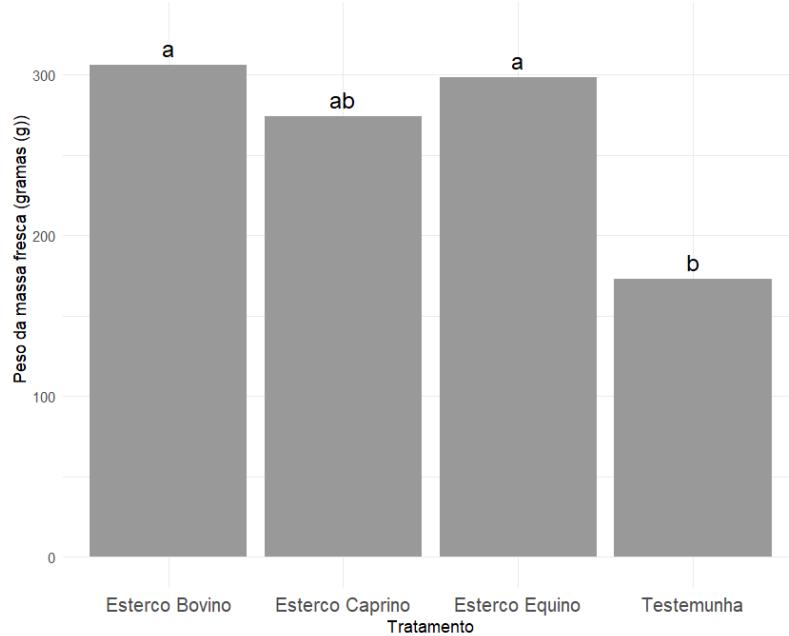


Esses resultados confirmam a eficácia do esterco bovino, provavelmente devido à sua capacidade de retenção de umidade e liberação lenta de nutrientes, conforme relatado por Alves *et al.* (2008). Estudos adicionais de Knapik e Angelo (2007) sugerem que o aumento na altura pode estar relacionado à maior disponibilidade de nitrogênio contida nos estercos bovino e equino.

Na Figura 5, referente à massa fresca, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. O esterco bovino proporcionou maior altura média das plantas,

diferindo estatisticamente da testemunha, e não diferindo do esterco equino e esterco caprino.

Figura 5. Peso da Massa Fresca, submetido a adubação orgânica



O esterco bovino foi o tratamento que mais se destacou, proporcionando maior peso de massa fresca. Esse resultado está em conformidade com Silva *et al.* (2011), que atribuem o bom desempenho das plantas à maior capacidade de retenção de umidade e à liberação gradual de nutrientes promovida por estercos orgânicos bem compostados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (2005), que relataram maior produção de biomassa em alfaces cultivadas com fontes orgânicas devido ao fornecimento contínuo de nutrientes e à melhoria da estrutura do solo. Silva *et al.* (2011) confirmam que adubos orgânicos elevam a produção de biomassa em hortaliças. Cartilha para Agricultores (2024) destaca a importância da compostagem do esterco bovino, que melhora sua eficiência.

Ao comparar todas as variáveis analisadas, observa-se que o esterco bovino se destacou na maioria das características agronômicas avaliadas, seguido pelos estercos equino e caprino. A testemunha foi consistentemente inferior em todos os parâmetros, evidenciando a importância da adubação orgânica para o desenvolvimento da cultura da alface.

Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura, que ressalta os benefícios da adubação orgânica na melhoria das propriedades físico-químicas do solo e na liberação gradual de nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal (OLIVEIRA *et al.*, 2020;

SILVA *et al.*, 2011). Além disso, o uso de estercos contribui significativamente para a sustentabilidade agrícola, favorecendo a ciclagem de nutrientes e reduzindo a dependência de fertilizantes químicos (LIMA *et al.*, 2011).

Com base nas análises, destaca-se o esterco bovino como o tratamento de melhor desempenho geral nas variáveis avaliadas. Tal resultado pode ser explicado por sua composição nutricional equilibrada e elevada capacidade de retenção de água, conforme aponta a Cartilha para Agricultores (2024). A liberação lenta de nutrientes, como nitrogênio e potássio, pode ter favorecido um crescimento mais uniforme e vigoroso das plantas (SILVA *et al.*, 2011).

O esterco caprino, embora não tenha se sobressaído em todas as variáveis, apresentou efeito positivo no crescimento radicular, sugerindo importante contribuição na exploração do solo e na absorção de nutrientes. Essa observação é corroborada por ALVES *et al.* (2008), que destacam o esterco caprino como uma excelente fonte de fósforo e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das raízes.

O esterco equino apresentou resultados intermediários na maioria dos parâmetros avaliados. Tal desempenho pode estar relacionado à sua composição rica em carbono e à adequada relação C/N, favorável à compostagem (KNAPIK; ANGELO, 2007). Embora não tenha superado o esterco bovino em termos de biomassa, proporcionou incremento significativo na altura das plantas e no diâmetro do caule, indicando seu potencial para promover o crescimento estrutural da alface.

Ao comparar os dados obtidos com estudos prévios, nota-se que as médias de número de folhas, peso de massa fresca e altura das plantas superam os resultados apresentados por SEDIYAMA *et al.* (2016), em avaliação de compostos orgânicos aplicados à alface americana. Tal diferença pode estar relacionada às condições edafoclimáticas favoráveis da região de Uruçuí-PI e à qualidade dos estercos utilizados no presente estudo.

Adicionalmente, os resultados corroboram os achados de SILVA *et al.* (2010), que ressaltam a importância da adubação orgânica na melhoria da estrutura e da umidade do solo, fatores determinantes para o crescimento saudável e vigoroso das plantas.

7. CONCLUSÕES

- > O uso de adubos orgânicos na cultura da alface mostrou-se eficaz, com destaque para o esterco bovino, que apresentou os melhores resultados.
- > O esterco caprino favoreceu o crescimento radicular, e o equino contribuiu para o desenvolvimento estrutural.
- > A utilização de adubos orgânicos, não apenas promoveu o aumento da produtividade da alface, como também contribuiu para práticas agrícolas mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. Segundo levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.inaes.org.br/>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

AIRAKSINEN, S.; HEINONEN-TANSKI, H.; HEISKANEN, M. L. Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure, **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 3, p. 125–130, 2001.

ALESSANDRA. **Cultura: alface.** 2011. Disponível em: <<https://jornalagricola.wordpress.com/2011/09/14/cultura-alface/>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

ALMEIDA, J. M. Cultivo e propriedades da alface lisa. **Boletim de Horticultura**, v. 22, n. 2, p. 21-28, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/boletins/boletim22>>. Acesso em: 16 out. 2024.

ALMEIDA, J. R. *et al.* **Características agronômicas de alfaces em diferentes sistemas de cultivo.** Revista Brasileira de Horticultura, v. 37, n. 4, p. 512-519, 2019.

ALMEIDA, L. P.; SANTOS, M. L.; DIAS, R. F. Pragas em hortaliças: tripes e seu impacto nas culturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 10, p. 233-239, 2016.

ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R. R. O esterco caprino e ovino como fonte de renda. **Embrapa**, 2008.

ALVES, Lunara de Sousa *et al.* **Utilização da Jitirana mais Esterco Caprino na viabilidade agronômica do consórcio de Beterraba com Rúcula.** 2018.

ANDRADE, Danilo Silva *et al.* Doses de esterco bovino no desenvolvimento de culturas consorciadas: Doses of bovine manure in the development of intercropped crops. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

ANDRADE, Elysson Marcks Gonçalves *et al.* Cultivo inicial de cajueiro anão precoce com água salina e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 1, p. 10-16, 2022.

ARAÚJO, S.T.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K.K.; RAO, T.V.R. Crescimento da alface americana em função dos ambientes, épocas e graus dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 441-449, 2010.

BOLETIM TÉCNICO. Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. Instituto Biológico, n. 29, julho 2017. Autores: Addolorata Colaricchio; Alexandre Levi Rodrigues Chaves. São Paulo: Instituto Biológico, 2017. 126 p. Periodicidade: irregular. Disponível em:<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/Boletins/Alface_2017/boletim_alface.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

BRANDÃO FILHO, José Usan Torres *et al.* (Ed.). Hortaliças-fruto. **Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM**, 2018.

CANUTO, Crislany *et al.* Biochar e esterco bovino aumentam a eficiência no uso de água da alface. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p. 1082-1091, 2019.

CARTILHA PARA AGRICULTORES. Compostagem: Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos (2024). Disponível em: <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

CARVALHO, A. P.; LIMA, F. S. **Comparação de variedades de alface quanto à aceitação sensorial**. Revista Agropecuária Brasileira, v. 52, n. 2, p. 143-150, 2017.

CARVALHO, J. C. R. *et al.* Ocorrência de larvas de besouros (Scarabaeoidea) em composteiras com resíduos de baías de equinos. In: OPEN SCIENCE RESEARCH III. **Editora Científica Digital**, 2022. p. 177-187.

CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura da Alface**. Atividade Rural. 2016. Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/4eaaae5d4f4a8.pdf>>. Acesso em: 22 abril. 2024.

CARVALHO, Sérgio Pereira de; SILVEIRA, Georgeton S. R. Cultura da alface. Belo Horizonte: **Emater**, 2008. Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/4eaaae5d4f4a8.pdf>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2024.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, FERNANDES, M. S. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 748-753, 2004.

CORREIA, Núbia Maria. Biologia e manejo de plantas daninhas no sistema de plantio direto de hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2018. 32 p.: il. color.; 21 cm x 27 cm. (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312; 161). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1093900/1/DOC1611.pdf>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

COSTA, F. A.; SILVA, L. G.; MOURA, A. M. Aspectos da pós-colheita de hortaliças: manejo e armazenamento. In: **Cultivo de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2018.

COSTA, M. R.; PEREIRA, F. L. Crescimento da hidroponia no Brasil. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 12, p. 45-50, 2020.

DA SILVA SOUZA, Evandro Francisco Ferreira *et al.* Cultivo orgânico de couve no novo sistema de Verdeponia no campo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.

DE ARAÚJO, Narcísio Cabral *et al.* Produção de mudas de pimentão utilizando substrato alternativo constituído por lodo de esgoto e esterco caprino. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 12, p. 79-87, 2022.

DE ASSIS CARNEIRO, Rayza Samara; VIEIRA, Cristiane Ramos. Produção de mudas de espécies florestais em substrato contendo esterco de aves ou esterco bovino. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4, p. 386-395, 2020.

DE CARVALHO, José Carlos Ribeiro *et al.* Importância Da Matéria Orgânica para a Agricultura. **Pesquisas agrárias e ambientais Volume VIII**. 2021.

DE MOURA NETO, Arão *et al.* Teores de clorofila da rúcula em função de diferentes ambientes e doses de esterco caprino. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6502-6512, 2021.

DIAMANTE, M.S.; SEABRA J., S.; INAGAK, A.M.; SILVA, M.B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfases tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista de Ciências Agronômicas**, n.1, p.133-140, 2013.

DOS REIS, Jeremias Borges *et al.* Desenvolvimento de mudas de variedades de alface em função de diferentes doses de esterco bovino e caprino. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 8, n. 1, 2023.

DOS SANTOS MATOS, Sâmia *et al.* Produtividade de quiabeiro sob influência de diferentes doses de esterco bovino. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 7, p. 137-144, 2020.

ECHER, R.; LOVATTO, P. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G. Alface à mesa: implicações socioeconômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, v. 13, n. 3, 2016.

EMBRAPA. Boas práticas na colheita e pós-colheita de Hortaliças folhosas. Por Milza Moreira Lana, Engenheira-agronôma, Ph.D. em Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133593/boas-praticas-na-colheita-e-pos-colheita-hortalicas-folhosas>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

FERRARI, R. S. Características e cultivo da alface frisée. **Revista de Agricultura**, v. 43, n. 1, p. 34-40, 2018. Disponível em: <<https://revistaagricultura.com.br/vol-43/1/2021>>. Acesso em: 16 out. 2024.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

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

GABIRA, M. M. *et al.* **CEVAD campo: cultivo de erva-mate em alta densidade no campo**. 2023.

GASPAR, Lívia Mara Ribeiro *et al.* Análise econômico-financeira do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos em uma agroindústria de processamento mínimo de hortaliças. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 477-488, 2020.

GESPIANOS. **Principais pragas de hortaliças folhosas**. 2016. Disponível em: <<https://gespianos.wordpress.com/2016/08/26/principais-pragas-de-hortalicas-folhosas/>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

GOMES, P. R. Propriedades nutricionais da alface roxa e seu impacto na saúde. **Revista Brasileira de Nutrição**, v. 12, n. 3, p. 145-150, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/36287412_Propriedades_nutricionais_da_alface_roxa_e_seu_impacto_na_saude>. Acesso em: 16 out. 2024.

GOMES, T. M.; MODOLO, V. A.; BOTREL, T. A.; OLIVEIRA, R. F. DE. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 316- 319, 2005.

GONÇALVES, Flávia. Tratamento de camas de equinos por compostagem e vermicompostagem. 2014. 133 p. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental)** - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2596/1/LD_COEAM_2013_2_07.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

GONÇALVES, R. S.; OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, R. P. Influência das embalagens na conservação de hortaliças. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, p. 192-201, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/...>>. Acesso em: 16 out. 2024.

HORTIFRUTI BRASIL. Anuário 2018 | 2019 - Retrospectiva 2018 e Perspectiva 2019. **Edição especial – ano 17** - n°185. ISSN 1981 – 1837. 2019.

HOTTA, M. Estudo das condições térmicas no cultivo de alface americana. Editora AgroNorte, 2008.

HUBER, A. C. K; MORSELLI, T. B. G. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v.18, n. 2, p. 12-20. 2011.

KAWAMOTO, E. K.; GUALBERTO, R.; TEIXEIRA, D. B.; DALL'EVEDOVE, L. F. Associação do alpha x 35 - o® e biocontrol-o® na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa L.*) **Revista Unimar Ciências**, Marília, v.27, n.1-2, p.128-137, 2018.

KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. **Pó de basalto e esterco equino na produção de mudas de *Prunus* *Sellowii* Koehne (Rosaceae)**. Floresta (UFPR), v. 37, p. 427-436, 2007.

LIMA, M. S.; *et al.*, **Manejo da adubação em sistemas orgânicos**. (2011) In: Lima PC, Moura WM, Venzon M, Paula Jr T & Fonseca MCM (Eds.) *Tecnologias para produção orgânica*. Viçosa, Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata. p.69-106.

LISBOA, Alysson Canabrava *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* em substrato com esterco bovino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DURVAL, A. M. Doenças da alface. Brasília: **EMBRAPA-CNPH**, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CNPH. Circular Técnica, 14).

LUZ, E. D. M. N. *et al.* Influência do sistema de cultivo na biogeografia das espécies de Phytophthora patogênicas ao cacaueiro na Bahia, Brasil. **Agrotrópica**, v. 30, n. 3, 2018.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292 p.

MARTINS, Maria Betânia Felipe *et al.* Biofertilizante de torta de filtro e bactéria promotora do crescimento em plantas na produção de mudas de alface. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 67758-67768, 2020.

MATOS, F. A. C.; COSTA JÚNIOR, A. D.; SERRA, D. D.; BOAVENTURA, E. C.; DIAS, R. L.; CASCELLI, S. M. **Agricultura Familiar: Alface**. Brasília: SEBRAE, 2011. Disponível em: <https://ibrahort.org.br/uploads/1/0/1/9/101976270/cartilha_alface_passo-a-passo.pdf>. Acesso em: 25 abril. 2024.

MEDEIROS, Terezinha Sousa de. *et al.* Produção de rabanete (*Raphanus sativus L.*) cultivado sob níveis de esterco bovino e respiração basal do solo. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 2, p. 1348-1357, 2019.

MORAIS, R.A. *et al.* Cultivo de alface crespa em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 2, p. 129-139, 2018. PAILLAT, L. *et al.* Growing medium type affects organic fertilizer mineralization and CNPS microbial enzyme activities. **Agronomy**, v. 10, n. 12, p. 1942-1955, 2020.

MORENO, M. B.; CORRÊA, A. P. A.; KROLOW, A. C. R.; LEITE, T. B.; ROMBALDI, C. V.; GOMES, C. B. Análise das folhas de alface CV. elisa submetida a diferentes tratamentos com torta de mamona no solo infestado com meloidogyne javanica. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO. Anais. Gramado**, 2013.

OLIVEIRA, I. M.; JUNQUEIRA, A. M. R. Produção de alface em função de diferentes fontes de adubos orgânicos. **Universidade Federal de Brasília - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, DF.**, 2007.

OLIVEIRA, J. M. Resposta técnica. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/upload/sbrt4881s.html>. Acesso em 23 abr. 2008.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Desempenho da alface Moana em diferentes regiões climáticas do Brasil. **Revista de Agricultura Tropical**, v. 50, n. 1, p. 75-83, 2021.

OLIVEIRA, R. A.; LIMA, G. R.; COSTA, E. F. Cultivo e características da alface crespa. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 282-289, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/xm6S7GQK2JjX5Ckp9T3zMgQ/?lang=pt>>. Acesso em: 16 out. 2024.

PAIXÃO, Nicele Góes da; MATEUS, V. O.; MATEUS, V. O. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIOGÁS A PARTIR DO EXCREMENTO ANIMAL. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 16, 2018.

PEREIRA, L. S. *et al.* Desempenho de hortaliças sob diferentes fontes de adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 56–62, 2020.

PEREIRA, M. A.; SANTOS, D. J. Qualidade pós-colheita de alface crespa e Moana em diferentes condições de armazenamento. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 3, p. 225-232, 2018.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PONTES, Jailyne Costa *et al.* DESEMPENHO DE SISTEMA DE CULTIVO SOBRE O SOLO DE PALMAS FORRAGEIRAS E OS INSETOS-PRAGA. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, p. 37-51, 2022.

RAMALHO, Whenia Benevides *et al.* **Eficiência agroeconômica da utilização de jitirana (*Merremia aegyptia* L.) misturada com esterco bovino no consórcio de hortaliças.** 2023.

RAMOS, JANILSON DA SILVA; NETO, JOSÉ ÂNGELO BATISTA; LOPES, FLÁVIO SANTOS. AVALIAÇÃO DO USO DE DIFERENTES TIPOS DE ESTERCO NO DESENVOLVIMENTO DE COENTRO. **ANÁIS ELETRÔNICO CIC**, v. 17, n. 1, 2019.

RIBEIRO, Daynan Ferreira *et al.* PRODUÇÃO DE SALSA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO EQUINO. **Revista de Iniciação Científica do UninCor**, v. 7, n. 2, 2018.

RODRIGUES, Rayla Mirele Passos *et al.* Rendimento da (*Lactuca sativa* L) sob aplicação de diferentes dosagens de esterco caprino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SANTOS, Clarice Pereira dos. **O uso de adubos orgânicos para o cultivo de hortaliças.** 2024.

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. P. *et al.* Manejo do míldio na cultura da alface. **Embrapa Hortaliças**, 2003.

SANTOS, L. F. A. Características da alface mimoso e seu uso na gastronomia. **Caderno de Gastronomia**, v. 10, n. 1, p. 15-20, 2021. Disponível em: <<https://www.cadernogastronomia.com.br/v10/n1/15-20>>. Acesso em: 16 out. 2024.

SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, R. A.; LIMA, F. S. Respostas agronômicas da alface à aplicação de estercos orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 85–92, 2019.

SANTOS, Marcelo Roberto Gomes. Produção de substratos e fertilizantes orgânicos a partir da compostagem de cama de cavalo. Seropédica/RJ, 2016. 48 f. **Dissertação**

(Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2016.

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. de P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. de O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, I. P. L. DE. USO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS NO CULTIVO DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa L.*) 'KAISER'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p.66-74, 2016.

SILVA, A. P. Alface americana: características e cultivo. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 5, n. 2, p. 45-50, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330287654_Alface_americana_caracteristica_s_e_cultivo>. Acesso em: 16 out. 2024.

SILVA, F. A. M.; BÔAS, R. L. V.; SILVA, R. B. Respostas da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**. 32:131-137, 2010.

SILVA, J. M. da *et al*. Efeitos da adubação orgânica no crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 102–109, 2018.

SILVA, J. P.; MENDES, E. S.; BARBOSA, J. R. Boas práticas de colheita e armazenamento de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 233-239, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/>>. Acesso em: 16 out. 2024.

SILVA, Lúcia Maria Bezerra da *et al*. Hortaliças orgânicas: alimentos saudáveis ou um risco à saúde?. **Semina cienc. biol. saude**, p. 119-128, 2018.

SILVA, M. C.; *et al*. Fontes de esterco e concentração de nutrientes na solução nutritiva em alface cultivada em solo. **Revista Verde**. Mossoró, RN, BrasiL. v.6, n.4, p. 41 – 49, 2011.

SILVA, M. J.; PEREIRA, L. M. Pragas da salsinha e alface: *Bemisia tabaci*. **Revista Fitopatologia**, v. 7, p. 88-93, 2017.

SILVA, Márcio Silveira da. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio**. 2018.

SILVA, R. L. Estufas e telados na produção de hortaliças. **Embrapa Hortaliças**, 2018.

SILVA, R. T. *et al*. Resistência ao pendoamento precoce em cultivares de alface sob condições tropicais. **Ciência Rural**, v. 50, n. 8, p. 1-8, 2020.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I-produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 39-49, 2007.

SOUZA, A. R.; GONÇALVES, V. F.; MACHADO, T. P. Controle de afídeos em hortaliças. **Boletim Técnico da Agricultura**, v. 8, p. 145-151, 2015.

SOUZA, A. R.; MARTINS, C. A. Estudos de variabilidade em experimentos com alface. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 4, p. 87–93, 2017.

SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p: Il. ISBN; 85-88216-38-8.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 754- 757, 2005.

VAN RAIJ, B. *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285 p.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M.F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18: 948-954, 2014.

ANEXOS



Figura 1. Local da realização do experimento: Chácara do S.r. Marcelo, localização, Uruçuí – Piauí. Fonte: Autor, 2024.



Figura 2. Limpeza do local da realização do experimento. Fonte: Autor, 2024.



Figura 3. Levantamento dos canteiros. Fonte: Autor, 2024.



Figura 4. Medição dos canteiros (1,10 m cada canteiro). Fonte: Autor, 2024.



Figura 5. A. Gradagem para descompactação do solo. B. Adição dos tipos de esterco (Bovino, Caprino e Equino) **Fonte:** Autor, 2024.

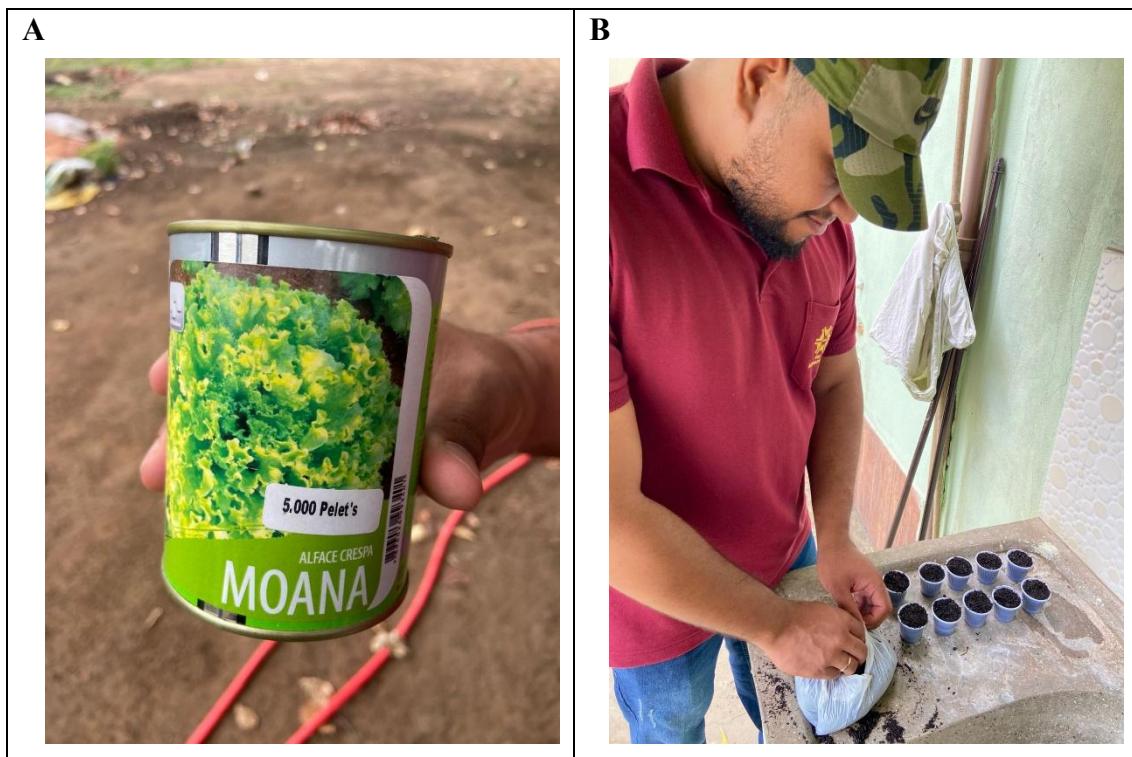


Figura 6. A. Sementes de alface crespa Moana utilizadas. B. Preparo das mudas para posterior transplante. **Fonte:** Autor, 2024.



Figura 7. A. Adição de palhada nos canteiros. B. Mudas já desenvolvidas e prontas para o transplante.
Fonte: Autor, 2024.

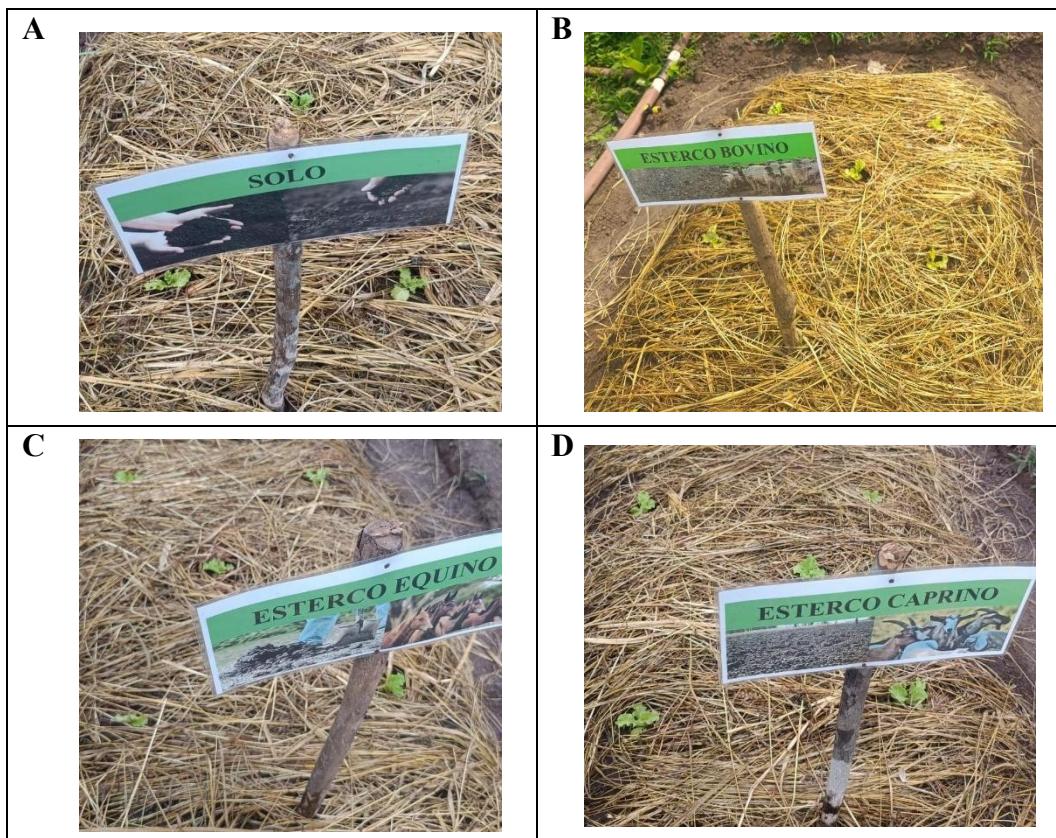


Figura 8. Mudas já transplantadas para os canteiros definitivos. A. Canteiro com somente com solo. B. Canteiro com esterco bovino. C. Canteiro com esterco equino. D. Canteiro com esterco caprino. **Fonte:** Autor, 2024.



Figura 9. Momento da colheita e avaliação das variáveis adotadas. **Fonte:** Autor, 2024.

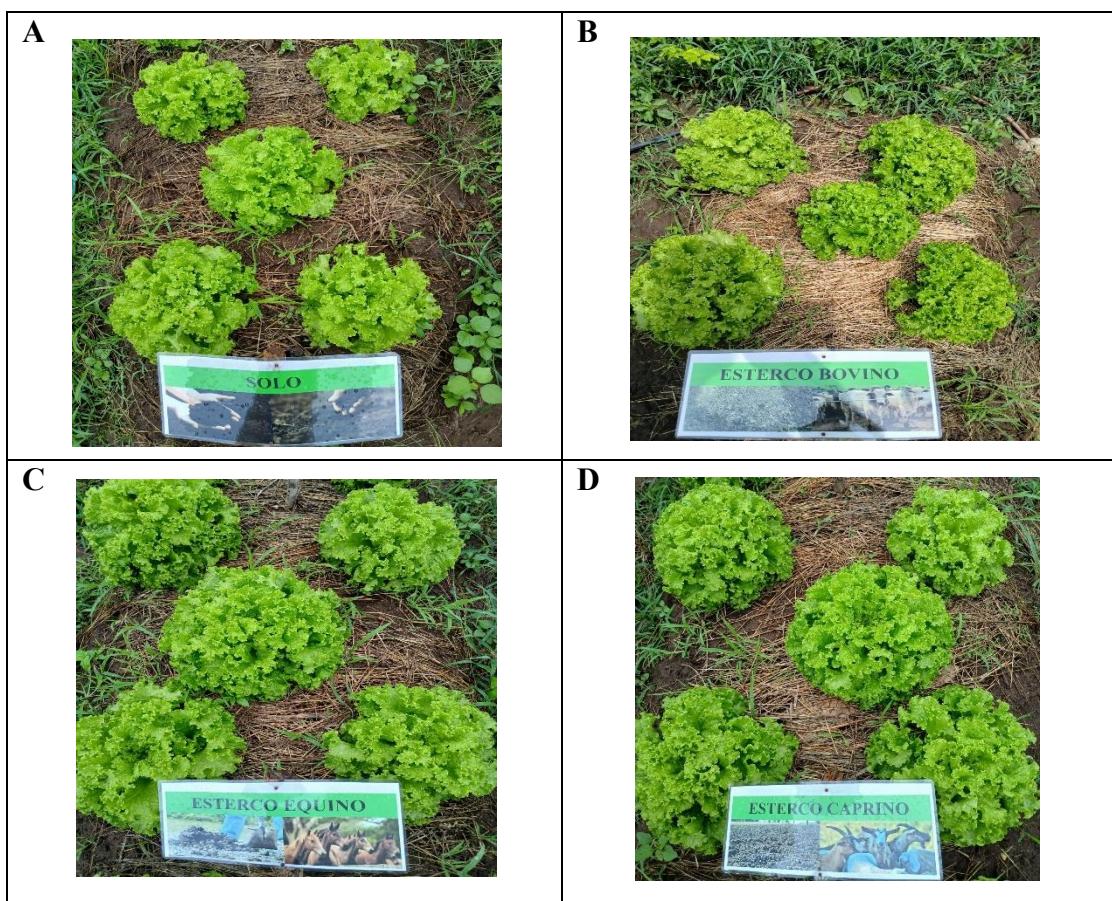


Figura 10. Analise visual de cada adubação. **A.** Solo Testemunha. **B.** Canteiro com esterco bovino. **C.** Canteiro com esterco Equino. **D.** Canteiro com esterco caprino. **Fonte:** Autor, 2024.



Figura 11. Avaliação das variáveis. **A.** Número de Folhas. **B.** Altura das plantas. **C, D** Peso da massa fresca das plantas. **E.** Comprimento das raízes das plantas. **F.** Diâmetro parte aérea da planta. **Fonte:** Autor, 2024.