

USO DE SUBSTRATO A BASE DE MACRÓFITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE

Narcisa Nicolau Da Silva¹

Dr. Fred Denilson Barbosa da Silva²

RESUMO

O uso de macrófitas como componente do substrato alternativo para produção de hortaliças constitui uma estratégia promissora devido às características de baixa densidade e aeração. Objetivou-se avaliar o uso de substratos à base de macrófita e esterco bovino, com e sem adição de farinha de osso, na emergência de alface crespa. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), depois transferido para a liberdade e foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em fatorial duplo com quatro repetições. O primeiro fator se refere a adição de farinha de osso e outro se refere às cinco proporções de macrófitas e esterco bovino. Foram avaliadas as variáveis porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME). Os resultados demonstraram que a combinação de 75% de esterco bovino com 25% de macrófita apresentou os melhores desempenhos em E% e IVE, enquanto a maior proporção de macrófita (75%) resultou no menor TME. A adição de farinha de osso influenciou positivamente na porcentagem e velocidade de emergência. Conclui-se que o uso de substratos orgânicos alternativos, especialmente aqueles combinando com 25% de macrófitas, 75% de esterco bovino adicionados de farinha de osso favoreceu melhor emergência das plântulas de alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., *Salvinia auriculata* Aubl, emergência de plântulas

¹ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- IDR. E-mail: narcisanicolau14@aluno.unilab.edu.br

² INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL - Unilab. E-mail: freddenilson@unilab.edu.br

ABSTRACT:

The use of macrophytes as a component of alternative substrates for vegetable production is a promising strategy due to their low density and aeration characteristics. This study aimed to evaluate the use of macrophyte- and cattle manure-based substrates, with and without the addition of bone meal, on the emergence of crisphead lettuce. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory of the University for International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), then transferred to an open environment, and carried out in a randomized block design in a 2×5 factorial scheme with four replications. The first factor was the addition of bone meal, and the second referred to five proportions of macrophytes and cattle manure. The variables evaluated were emergence percentage (E%), emergence speed index (ESI), and mean emergence time (MET). The results showed that the combination of 75% cattle manure with 25% macrophyte yielded the best performance in E% and ESI, while the highest proportion of macrophyte (75%) resulted in the lowest MET. The addition of bone meal positively influenced both emergence percentage and speed. It is concluded that the use of alternative organic substrates, particularly those combining 25% macrophytes and 75% cattle manure with bone meal, promotes better seedling emergence in lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa* L., *Salvinia auriculata* Aubl., seedling emergence

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*), pertencente à família Asteraceae, é uma planta herbácea de caule curto, originária do sul da Europa e da Ásia, tradicionalmente cultivada em pequenas propriedades para consumo próprio ou comercialização em feiras livres Lana e Tavares (2010). No Brasil, o avanço tecnológico e o melhoramento genético de cultivares proporcionaram aumento da produção e expansão da área cultivada nas regiões tropicais. É a quarta hortaliça mais produzida, com estimativa de 908 mil toneladas anuais e cerca de 35.000 hectares cultivados de acordo com Sousa, Sala e Costa (2017). Para a Embrapa (2007), a produtividade orgânica da alface se dá em torno de 12.500 kg/ha e a produção convencional produtividade estimada em 15.000 kg/ha. Segundo Henz e Suinaga (2009), as cultivares de alface crespa se destacam comercialmente, representando cerca de 70% da preferência do mercado brasileiro, além de ser rica em vitaminas A e C, ferro e fósforo Silva, Santos e Oliveira (2017).

Para garantir o desenvolvimento adequado das mudas, é fundamental a utilização de substratos de qualidade. Esses materiais oferecem suporte físico às plantas, bem como disponibilizam água e nutrientes essenciais ao seu crescimento. Conforme Zorzeto et al. (2014), os substratos podem ser classificados como orgânicos — originados de resíduos vegetais e animais processados — e inorgânicos, formados por partículas minerais de rochas. Os orgânicos possuem maior capacidade de retenção de água e liberação gradual de nutrientes, além de serem de menor custo, enquanto os inorgânicos se destacam por favorecerem a aeração e a drenagem. Adicionalmente, Jorge et al. (2020) ressaltaram que esses substratos podem ser adquiridos comercialmente ou preparados pelo próprio agricultor, utilizando compostos orgânicos e esterco, adequando-se às exigências nutricionais específicas de cada cultura.

Dentre as diversas fontes de materiais orgânicos que podem ser utilizadas, destaca-se a biomassa oriunda das macrófitas aquáticas como matéria-prima alternativa na composição de substratos. De acordo com a Companhia Energética de Minas Gerais CEMIG (2021), essas plantas são capazes de absorver e acumular macro e micronutrientes, além de apresentarem elevada capacidade de drenagem de água e baixa densidade, características benéficas ao crescimento inicial das plântulas. Complementando essa visão, Farias et al. (2016), indicam que macrófitas oriundas de ambientes eutrofizados possuem teores significativos de nitrogênio e potássio, o que as torna alternativas viáveis para formulações de substratos agrícolas. E dentre as diferentes espécies de macrófitas destaca-se a *Salvinia* sp., pertencente à família *Salviniaceae*, também conhecida como samambaia flutuante ou pasta d'água Prado (2006), ela foi a espécie escolhida para esse estudo.

Outra fonte de material orgânico é o esterco bovino, amplamente utilizado na agricultura familiar. Conforme Sá et al. (2019), além de atuar como condicionador físico do solo, ele promove melhorias químicas, físicas e biológicas que favorecem o vigor e a emergência das mudas. Na sequência, a farinha de osso é um fertilizante orgânico natural, rico em fósforo e cálcio, que é utilizado para enriquecer o solo e promover o desenvolvimento das plantas Silva et al. (2020).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o uso de substratos à base de macrófita e esterco bovino, com e sem adição de farinha de osso, na produção de mudas de alface crespa

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), depois, transferido para liberdade, ambos localizados no município de Redenção-CE. As coordenadas

geográficas do local são: Latitude: 4° 13' 33" S, Longitude: 38° 43' 50" Oeste e altitude média de 88m, área: 240,7 km² IBGE (2021).

O clima da região é do tipo A, sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono Pereira et. al. (2024).

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de março a maio de 2025. Foram utilizadas as sementes da cultivar crespa da variedade Moana, adquirida no comércio local. O esterco bovino peneirado, proveniente da Fazenda Experimental Piroás, e a macrófitas aquáticas da espécie *Salvinia auriculata* foram coletadas no açude de Fazenda Alto Alegre, localizada no distrito de Campos Belos, município de Caridade, Ceará, Brasil. Depois da coleta estes foram submetidos à secagem no sol por 15 dias, em seguida passaram pelo processo de trituração em forrageira e peneiradas com auxílio de uma tela de mosquiteiro de nylon. Os tratamentos utilizados foram constituídos de diferentes proporções dos materiais utilizados, conforme segue abaixo.

Tabela 1 - Misturas dos substratos e suas respectivas proporções em gramas para cada tratamento

-
- 100% de Macrófita
 - 75% de Esterco + 25% Macrófita
 - 50% de Esterco + 50% Macrófita
 - 25% de Esterco + 75% Macrófita
 - 100% de Macrófita +39g de Pó de osso seco
 - 75% de Esterco + 25% Macrófita + 9,5g de Pó de osso seco
 - 50% de Esterco + 50% Macrófita +19,5g de Pó de osso seco
 - 25% de Esterco + 75% Macrófita + 29g de Pó de osso seco

Antes da semeadura, os substratos foram preparados de forma a garantir uniformidade e condições adequadas ao plantio. Os componentes foram medidos em volume, com exceção do pó de osso, que foi pesado em gramas utilizando balança digital de precisão com capacidade de até 3 kg. Em seguida, os substratos foram homogeneizados manualmente e distribuídos nas bandejas de acordo com o princípio do delineamento em blocos casualizados.

A semeadura foi realizada a uma profundidade de 1 cm. A partir do quarto dia após o plantio, foram iniciados o acompanhamento diário e a contagem das sementes emergidas, uma vez que a emergência teve início nesse período. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com 8 tratamentos e 4 repetições, distribuídas em bandejas de polietileno com 200 células cada.

As variáveis submetidas para avaliação são: porcentagem de emergência (E%), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo Médio de Emergência (TME), foram avaliadas com base nas contagens das plântulas realizadas diariamente. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software R e desenvolvimento RStudio. A de emergência (E%) é uma variável amplamente utilizada para avaliar o desempenho germinativo de sementes, expressando a proporção de plântulas que emergem em relação ao total semeado Marcos Filho, (2015). O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) reflete a rapidez com que ocorre a emergência das plântulas, sendo calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), a partir das contagens acumuladas realizadas diariamente. O Tempo Médio de Emergência (TME) expressa a média de dias necessários para a emergência das plântulas, sendo utilizado como indicador da uniformidade e da velocidade do processo germinativo Labouriau (1983)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância (ANOVA) referente à emergência de mudas de alface, considerando o efeito de diferentes substratos alternativos e da adição de farinha de osso. Foram avaliadas três variáveis: percentual de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Tabela 1. Análise de variância da adição de farinha de osso e dos substratos alternativos para percentual (E%), índice de velocidade (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de mudas de alface, Redenção-CE, 2025

FV	GL	Quadrado Médio		
		E (%)	IVE	TME
Farinha de osso (Fo)	1	2592**	3.23**	0.41 ^{ns}
Substrato (S)	3	1067.2**	1.69**	3.67*
FO X S	3	465.8 ^{ns}	1.44 ^{ns}	1.07 ^{ns}
Bloco	3	438.5	0.78	1.23
Resíduo	21	173.2	0.48	0.56
CV (%)	—	22.7	27.66	24,85
Média		58.0	2.37	54,95

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo

De acordo com os dados, não foi observada interação significativa entre os fatores farinha de osso e substrato para nenhuma das variáveis. Isso indica que os efeitos observados para cada fator são independentes, ou seja, a influência de um não interfere no outro.

A adição de farinha de osso teve efeito significativo (1%) sobre o percentual de emergência (E%), com quadrado médio de (2592), e sobre o índice de velocidade de emergência (IVE), com quadrado médio de (3,23). Isso significa que a presença da farinha de osso favoreceu o aumento da quantidade de sementes emergidas e também acelerou a emergência das plântulas. No entanto, não houve efeito significativo sobre o tempo médio de emergência (TME), com quadrado médio de (0,41), indicando que o tempo necessário para a emergência não foi alterado com a adição do composto.

Quanto aos substratos, houve efeito significativo sobre todas as variáveis analisadas. Para E% e IVE, os efeitos foram significativos a 1% de probabilidade (quadrados médios de 1067,2 e 1,69, respectivamente). Já para o TME, o efeito foi significativo a 5% de probabilidade (quadrado médio de 3,67). Esses resultados demonstram que o tipo de substrato utilizado tem impacto direto na emergência das mudas, interferindo tanto na proporção de sementes que germinam quanto na velocidade e no tempo necessário para a emergência.

O coeficiente de variação (CV) encontrado foi de 22,7% para E%, 27,66% para IVE e 24,85% para TME, indicando uma variação moderada dos dados em relação à média. Esses valores são considerados aceitáveis, indicando boa precisão experimental.

As médias gerais observadas foram de 58,0% para o percentual de emergência, 2,37% para o índice de velocidade e 54,95% para o tempo médio de emergência.

A emergência de plântulas é um parâmetro crucial na avaliação da qualidade de substratos e aditivos orgânicos utilizados na produção de mudas, refletindo diretamente nas condições físicas e químicas do meio de cultivo. No presente estudo, observou-se que tanto o tipo de substrato quanto a adição de farinha de osso influenciaram significativamente a porcentagem de emergência (E%) das mudas de alface.

A ausência de interação significativa entre os fatores ($Fo \times S$) nos dois estudos também reforça a ideia de que tanto os substratos quanto a farinha de osso atuam de forma

independente sobre a emergência, sem influenciar mutuamente seus efeitos. Essa independência permite maior flexibilidade no uso dos materiais, desde que se mantenham condições físicas adequadas de aeração, retenção de água e disponibilidade de nutrientes.

Estudos evidenciam que substratos compostos por resíduos orgânicos, como fibra de coco, esterco bovino e resíduos vegetais, apresentam boa performance na fase inicial de crescimento de hortaliças (MEDEIROS et al., 2007; MELO; SILVA, 2018). Tais componentes contribuem para a melhoria da estrutura física do substrato, aumentando sua porosidade e capacidade de retenção hídrica, o que favorece a germinação.

A utilização da farinha de osso como aditivo pode ter contribuído não apenas pelo fornecimento de fósforo, elemento essencial no metabolismo energético das sementes, mas também por melhorar a microbiota do substrato, como destacado por Silva et al. (2016). Esse insumo é conhecido por liberar lentamente nutrientes essenciais, beneficiando a fase inicial da plântula.

A variável índice de velocidade de emergência (IVE) também apresentou significância estatisticamente para ambos os fatores principais (Fo e S). Esse resultado demonstra que, além de acelerar o processo de emergência, os tratamentos também aumentam o processo de IVE. Silva et al. (2018), que observaram melhor desempenho de mudas em substrato composto por areia, palha e húmus, ressaltando a importância de materiais bem estruturados para promover um ambiente favorável à germinação. Esse resultado aponta que o tempo de resposta fisiológica das sementes pode ser sensível a determinadas combinações de insumos, portanto é fundamental uma perfeita combinação entre os substratos para favorecer o índice de velocidade da emergência das sementes.

Para a variável tempo médio de emergência (TME), não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Esse resultado aponta que, apesar de algumas plântulas terem emergido mais rapidamente com certos tratamentos, o tempo médio

necessário para que a maioria das sementes germinarem fosse relativamente constante. Ainda assim, os menores valores de TME observados nos tratamentos com farinha de osso e substratos mais estruturados podem indicar tendência de antecipação, o que merece atenção prática.

Moura et al. (2015) destacaram que o substrato composto por paú de buriti e esterco bovino (1:1) proporcionou melhores condições para a emergência das plântulas, sendo as cultivares Solaris e Lucy Brown as mais eficientes neste parâmetro. De forma semelhante, Medeiros et al. (2007) observaram que substratos com materiais orgânicos associados a biofertilizantes resultaram em maior emergência e vigor das mudas, embora a farinha de osso não tenha apresentado interação significativa com os tipos de substrato. Esses resultados reforçam que substratos ricos em matéria orgânica, como fibra de coco, esterco bovino e resíduos vegetais, combinados com condicionadores como farinha de osso ou biocarvão, promovem um ambiente mais favorável para o desenvolvimento inicial da alface. O estudo de Souza et al. (2011) apontam que o uso de substratos compostos com esterco bovino tem impacto favorável ao tempo médio de emergência (TME) e no desenvolvimento inicial das mudas de alface, destacando a influência significativa desse tipo de material orgânico no processo germinativo.

Martins et al. (2016) e Silva et al. (2018) também observaram que o tipo de substrato influenciou significativamente o TME em mudas de alface, enquanto fontes orgânicas de fósforo, como a farinha de osso, não apresentaram efeitos relevantes. Da mesma forma, Mendonça et al. (2019) verificaram que a emergência foi mais sensível à composição do substrato do que à adubação orgânica utilizada.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de E%, IVE índice de velocidade de emergência e TME tempo médio de emergência, nas diferentes proporções de substratos utilizados (tratamentos).

Tabela 2. de mudas de alface cultivadas em substratos com diferentes proporções de esterco bovino (E) e macrófitas aquáticas (M), com e sem adição de farinha de osso.

Substratos	E%	IVE	TME
0%E - 100%M	47 bc	2,04ab	6,08 ^a
75%E – 25%M	71 a	2,98a	5,03ab
50% E – 50%M	50 b	2,20ab	4,88b
25%E – 75%M	65 ab	2,82a	4,49b
Farinha de osso	-----		
Com	67a ^a	2.83a	5,00
Sem	49b	2.19b	5,23

Letras minúsculas comparam efeitos dos substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Narcisa (2025)

Em relação aos substratos, observou-se que a maior porcentagem de emergência (71) foi registrada na combinação 75%E – 25%M, diferindo estatisticamente das combinações 0%E – 100%M (47) e 50%E – 50%M (50). O substrato com 25%E – 75% M, apresentou desempenho intermediário (65%), não diferindo estatisticamente dos demais. Para o IVE, os maiores valores foram observados nas proporções de 75%E – 25%M (2,98) e 25%E – 75%M (2,82), que não diferiram entre si e foram superiores às combinações 0%E – 100%M (2,04) e 50%E – 50%M (2,20). No TME, o substrato composto por 0%E – 100%M apresentou o menor tempo médio de emergência (6,08 dias), sendo estatisticamente superior às combinações 50%E – 50%M (4,88 dias) e 25%E – 75%M (4,49 dias), que não diferiram entre si.

Quanto à adição de farinha de osso, verificou-se que a presença deste insumo resultou em maior porcentagem de emergência (67) e maior índice de velocidade de emergência (2,83), ambos significativamente superior aos valores obtidos sem a adição de farinha de osso (49% e 2,19, respectivamente). No entanto, não houve diferença estatística significativa para o tempo médio de emergência.

Esses resultados indicam que a utilização de 75% de esterco bovino e 25% de macrófitas aquáticas, associada à adição de farinha de osso, promove melhor desempenho na emergência de mudas de alface.

A variável emergência percentual (E%) evidenciou que a maior taxa de emergência foi observada no substrato composto por 75% de esterco bovino e 25% de macrófita (71). O efeito positivo do esterco bovino na promoção da germinação das sementes de alface, possivelmente ocorre devido à sua elevada concentração de nutrientes essenciais e à melhoria das condições físicas do substrato, no que tange a sua retenção devido a presença de microporos na sua composição, o que lhe dá um tempo lento de drenagem facilitando assim a disponibilidade da água e torna a emergência das sementes mais acelerada. Assim como os autores, Cunha et al. (2018) verificaram que substratos contendo esterco bovino proporcionaram maiores taxas de emergência e melhor desenvolvimento inicial das plântulas, quando comparados a misturas sem o mesmo. Por outro lado, a ausência de esterco (0%E – 100%M) resultou na menor taxa de emergência (47%), propondo-se que, embora as macrófitas apresentem potencial como componente de substrato, sua utilização isolada compromete a eficiência germinativa das sementes de alface.

Em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), o melhor desempenho foi novamente registrado na combinação com 75% de esterco e 25% de macrófita (2,98), indicando que além de favorecer a taxa de emergência, o esterco bovino também acelera o processo de germinação. Esse efeito pode estar associado à maior disponibilidade imediata de

nutrientes e à capacidade do esterco de promover condições físicas favoráveis à rápida emissão da radícula.

Esses resultados também estão alinhados com trabalho feito por Azevedo et al. (2021), que detectaram melhor desenvolvimento das mudas de açaí com a inclusão de 20% de esterco bovino no solo, devido à disponibilidade de nutrientes. Já Melo e Silva (2018), observaram melhorias significativas no IVE de mudas de alface com a adição de biocarvão a substratos comerciais, evidenciando o papel dos aditivos orgânicos na promoção da emergência precoce. Além disso, Cunha et al. (2018) demonstraram que substratos enriquecidos com esterco bovino e vermiculita aceleraram o início do crescimento das plântulas.

Relativamente ao tempo médio de emergência (TME), o menor valor foi observado no tratamento com 25% de esterco e 75% de macrófita (4,49 dias), indicando que a maior proporção de macrófitas aquáticas contribuiu para a antecipação da emergência das plântulas. Essa antecipação está relacionada à leveza, a porosidade e a capacidade de troca gasosa da macrófita, que favorecem a penetração da radícula e a mobilidade da água e do oxigênio no substrato. Oliveira (2023) destaca o potencial de macrófitas aquáticas, como *Salvinia sp.*, na substituição parcial de adubos tradicionais, demonstrando efeitos comparáveis ao esterco bovino, inclusive na redução do tempo de emergência de mudas de alface. Ainda que a macrófita isolada (0%E – 100%M) tenha apresentado o menor desempenho geral, seu uso em combinação equilibrada com o esterco mostrou-se benéfico para acelerar a germinação, confirmando seu potencial como componente complementar em substratos alternativos.

Por outro lado, a macrófita aquática utilizada neste estudo, quando aplicada isoladamente, resultou em baixos índices de emergência (42,5%) e maior TME (6,08 dias). Isso pode estar associado à sua baixa capacidade de retenção hídrica e maior taxa de drenagem, o que reduz a disponibilidade de água no microambiente da semente. Esse

comportamento também foi observado por autores como Lima et al. (2020), que destacaram o desempenho inferior de substratos fibrosos e com baixa densidade quando utilizados sem mistura com materiais orgânicos mais estruturados.

A adição de farinha de osso ao substrato apresentou efeito significativo sobre a emergência das mudas de alface (E%), o índice de velocidade de emergência (IVE) e, de forma numérica, sobre o tempo médio de emergência (TME). O tratamento com farinha de osso resultou em maior porcentagem de emergência (67%) em comparação ao tratamento sem adição (49%), sendo essa diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Da mesma forma, o IVE foi significativamente superior no tratamento com farinha de osso (2,83) em relação ao sem adição (2,19), evidenciando que as sementes emergiram com maior velocidade na presença do insumo.

Embora o TME não tenha apresentado diferença estatística expressa na tabela, observou-se uma redução de 0,23 dias no tempo médio de emergência com a adição de farinha de osso (5,00 dias com e 5,23 dias sem). Essa tendência reforça o efeito positivo do fertilizante sobre a antecipação da emergência.

A farinha de osso é uma fonte natural de fósforo e cálcio, nutrientes essenciais para o desenvolvimento inicial das raízes, promovendo maior vigor e uniformidade na germinação. Segundo Novais et al. (2007), o fósforo está diretamente envolvido nos processos energéticos celulares, sendo fundamental nas fases iniciais de desenvolvimento das plântulas. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2020), que observaram incremento na emergência de plântulas de hortaliças com o uso de fontes orgânicas ricas em fósforo.

Portanto, a incorporação da farinha de osso no substrato contribuiu positivamente para a emergência e vigor inicial das mudas, demonstrando seu potencial como insumo alternativo para a produção de mudas de alface em sistemas sustentáveis.

CONCLUSÃO

O uso de substratos orgânicos alternativos, especialmente aqueles combinando com 25% de macrófitas, 75% de esterco bovino adicionados de farinha de osso favoreceu a melhor emergência das plântulas de alface.

REFERÊNCIAS

ALVES, K. L. S. et al. *Produção de mudas de alface em substratos com concentrações crescentes de esterco bovino*. *Ciências Agrárias*, 2020.

BROZEGHINI, H. B. *Uso de chamote na substituição de substrato comercial para produção de mudas de alface (Lactuca sativa L.)*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1326>. Acesso em: 23 maio 2025.

CEMIG. *Macrófitas Aquáticas*. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/livro-macrofitas-cemig-2021.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

DA SILVA SÁ, Francisco Vanies et al. *Crescimento de mudas de pepino sob restrição hídrica e doses de esterco bovino*. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 13, n. 4, p. 3568, 2019.

FARIAS, Walda Monteiro; ANDRADE, Leonaldo Alves de; ALBUQUERQUE, Manoel Bandeira de; CUNHA, João Rodrigues da. *Utilização de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa*. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 36, n. 85, p. 25–30, 2016. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/791>. Acesso em: 24 maio 2025.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. *Tipos de alface cultivados no Brasil*. Comunicado Técnico, n. 75, Embrapa Hortaliças, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J. da; GUEDES, I. M. R. *Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. 24 p. (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1517-5111; 180). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125796/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (Ed.). *50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir*. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 209 p. il. color. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/alface/>. Acesso em: 24 maio 2025.

LUENGO, R. de F. A.; CALBO, A. G. *Classificação de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1999. 20 p. (Documentos, 22). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/774206>. Acesso em: 24 maio 2025.

MELO, E. I. de; SILVA, L. F. V. da. *Biocarvão como condicionador de substrato para produção de mudas de alface*. *Agropecuária Técnica*, v. 39, n. 2, p. 107–111, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/article/view/38692>. Acesso em: 22 maio 2025.

Miranda, F. J. C. Silva, C. A. da, & Traldi, A. B. (2022). *Emergência de sementes e desenvolvimento de mudas de alface em diferentes substratos*. *Revista Vitae - Educação, Saúde & Meio Ambiente*, 1(12), 5. Disponível em: <https://revistas.unicerp.edu.br/index.php/vitae/article/view/2525-2771-v1n12-5>.

MORAIS, Igor Batista et al. *Desenvolvimento de mudas de alface em função de substratos alternativos*. *Pubvet*, v. 12, p. 133, 2018.

MOURA, R. dos S. et al. *Emergência e crescimento inicial de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 4, p. 255–261, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2510>. Acesso em: 22 maio 2025.

NOVAIS, R. F. et al. *Fertilidade do solo*. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 2007.

OLIVEIRA, J. P. B. *Uso de macrófitas aquáticas como alternativa de adubação orgânica na cultura da alface*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/5460>. Acesso em: 23 maio 2025.

PEREIRA, C. M. da S. et al. *Substrato à base de esterco de coelho na produção de mudas de alface*. *Embrapa Agrobiologia*, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1119968>. Acesso em: 22 maio 2025.

Pereira. M. J. L. GOES. G. F. CÓ. J.J. SANTOS. S.O. *CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE GERGELIM SOB ESTRESSE SALINO*. Irriga. Botucatu. v. 29, p. 100-111. janeiro-dezembro, 2024.

POSIT TEAM. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston: Posit Software, PBC, 2025. Disponível em: <https://posit.co/>. Acesso em: 24 maio 2025.

Santana, J., Moraes, I. B., Fernandes, C. M., Lima, A. F. de, Moreira, J. M., & Silva, A. P. da. (2018). *Desenvolvimento de mudas de alface em função de substratos alternativos*. *Pubvet*, 12(8). Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n8a150.1-5>

SANTOS, Fernando Carneiro et al. *DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E RADICULAR DE ALFACE EM DIFERENTES SUBSTRATOS: INTERFERÊNCIA DO SUBSTRATO NO*

DESENVOLVIMENTO DE ALFACE. In: CIÊNCIAS AGRÁRIAS: O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL-VOLUME 2. Editora Científica Digital, 2021. p. 215-223.

SILVA, E. M. da; SANTOS, J. M. dos; OLIVEIRA, R. A. de. *Cultivo de alface-crespa no Submédio do Vale do São Francisco*. Embrapa Semiárido, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1092024>. Acesso em: 24 maio 2025.

SILVA, V. et al. *Produção de mudas de alfaces submetido a diferentes tipos de substratos alternativos*. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1261>. Acesso em: 22 maio 2025.

SILVA, M. C. et al. *Efeito de fontes alternativas de fósforo na germinação de sementes de alface*. *Revista Agroambiental*, v. 12, n. 2, p. 105–112, 2020.

SOUSA, L. F. de; SALA, F. C.; COSTA, C. P. *Produção de alface no Brasil*. *Conhecer: Enciclopédia Multidisciplinar*, v. 1, n. 1, p. 1–10, 2017. Disponível em: <https://conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrar/producao%20de%20alface.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025

SOUZA, E. G. F. et al. *Produção de mudas de alface Babá de Verão com substratos à base de esterco ovino*. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 36–41, 2011.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; FERNANDES JÚNIOR, F. *Caracterização física de substratos para plantas*. *Bragantia*, v. 73, n. 3, p. 255–265, 2014.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/nsjpDSJTKc8nYnd8nY3JzXk/>. Acesso em: 24 maio 2025.

LIMA, Michelane Silva Santos et al. *Índices morfofisiológicos de alface produzidos em diferentes substratos sob ambiente protegido*. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 5, p. 531-538, 2020.