

MUDAS DE ALFACE EM CASA DE VEGETAÇÃO COM DIFERENTES GRAUS TECNOLÓGICOS

VITOR GONÇALVES DA SILVA¹, THAIS QUEIROZ ZORZETO CESAR²

1 Graduando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, +55 19 98243-7097, vitor.silva@feagri.unicamp.br

2 Engenheira Agrícola, Professora Doutora, FEAGRI/UNICAMP, +55 19 3521-1030, thaisqzc@g.unicamp.br

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Diversos trabalhos científicos têm se concentrado no estudo e desenvolvimento de tecnologias que favoreçam o cultivo da alface (*Lactuca sativa*) em ambiente protegido, garantindo condições propícias para a produção com qualidade da hortaliça folhosa mais consumida no Brasil. Sendo largamente produzida em todo o mundo, o emprego de técnicas e condições inapropriadas de cultivo tem acarretado significativas perdas quantitativas e qualitativas, fazendo-se necessária a adoção estratégica de medidas para a produção de qualidade, desde a muda ao produto final. O presente trabalho, realizado na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP), avaliou a germinação de sementes e a produção de mudas de alface ‘mimosa’ verde e roxa, cultivadas em três casas de vegetação com diferentes graus tecnológicos (ventilação natural, tela de sombreamento vermelha e sistema de resfriamento evaporativo), tipos de substratos (casca de pinus e terra vegetal) e volumes de células (6,5ml, 25ml, 50ml e 100ml). A intensificação da faixa vermelha do espectro de radiação influencia significativamente o aumento da velocidade de germinação, assim como o uso de sistema de resfriamento evaporativo atribui conforto térmico, acarretando maiores taxas de germinação. Destacam-se os melhores resultados com o conforto térmico provido pelo resfriamento evaporativo e com o uso da casca de pinus como substrato.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo protegido, resfriamento evaporativo, tela de sombreamento vermelha.

LETTUCE SEEDLINGS IN GREENHOUSE WITH DIFFERENT TECHNOLOGICAL LEVELS

ABSTRACT: Several scientific papers have been focusing on study and development of technology to help protected lettuce (*Lactuca sativa*) crop, ensuring favourable quality production conditions of the most consumed leafy vegetable in Brazil. With a large production throughout the world, the use of inappropriate techniques and growing conditions has caused significant quantitative and qualitative losses, requiring an strategic action plan which allow quality production, from seedling to final product. This research work, held at School of Agricultural Engineering (FEAGRI/UNICAMP), evaluated germination and seedling production of green and ruby ‘mimosa’ lettuce, grown in three greenhouses with different technology levels (natural ventilation, red shade net and evaporative cooling system), kinds of substrates (pine bark and soil) and cell volumes (6.5ml, 25ml, 50ml and 100ml). The red spectral band intensification has significant influence in increase of germination speed, as well as the evaporative cooling system provides thermal comfort, increasing germination percentage. Better results are achieved by using of evaporative cooling system, which promotes thermal comfort, and pine bark as a substrate.

KEYWORDS: Protected crop, evaporative cooling, red shade net.

INTRODUÇÃO: O avanço do desequilíbrio entre o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem exigido a redução de perdas e desperdício de alimentos (CHITARRA & CHITARRA, 2005) que são estimadas em 40% da produção brasileira de frutas e hortaliças e cerca de $\frac{1}{3}$ da produção mundial (GUSTAVSSON et al., 2011). O cultivo protegido tem se destacado mundialmente pelos benefícios em produtividade, disponibilidade e qualidade dos alimentos produzidos em casa de vegetação, promovendo uma produção mais robusta do que em campo aberto e fornecendo condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente à cultura, mantidas dentro das faixas ótimas para o seu desenvolvimento vegetal. No entanto, deficiências ainda são observadas quanto ao elevado consumo de energia oriunda de combustíveis fósseis em casas de vegetação com alto grau tecnológico para obtenção de elevados níveis de produção, e quanto às casas de vegetação de baixa tecnologia e pobre controle climático, largamente encontradas em regiões subtropicais do Brasil, que resultam em baixos níveis de produtividade e desperdício de água e insumos. O resfriamento é indispensável para a produção em ambiente protegido em regiões tropicais e subtropicais, sendo efetivo para o controle de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação, principalmente no verão (KUMAR et al., 2009), exigindo elevado uso de água e energia. Com isso, o uso de tecnologias que favoreçam o cultivo da alface (*Lactuca sativa*) e de outros produtos hortícolas em ambiente protegido tem ganhado espaço visando garantir produtividade, qualidade e redução das perdas no cultivo da hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, desde a muda até o produto final. Neste sentido, propôs-se avaliar atributos da qualidade e produção de mudas de alface 'mimosa' verde e roxa, cultivadas em casa de vegetação com substratos, volumes de célula e graus tecnológicos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP), em Campinas - SP. Conduziu-se em três casas de vegetação (tipo "Capela", estrutura metálica, dimensões 6,5m x 11,0m x 3,0m de pé direito), diferenciando os graus tecnológicos instalados: CV1 com tela antiafídeo nas laterais e cobertura com plástico difusor novo (polietileno de baixa densidade (PEBD), 150 μ m de espessura); CV2 possuindo as mesmas características da anterior, acrescida de tela de sombreamento vermelha instalada horizontalmente na altura do pé direito; CV3 com sistema de resfriamento evaporativo (RE) (tipo meio poroso-exaustor) totalmente revestida com plástico difusor, tendo o plástico de cobertura cerca de 5 anos de uso. Os dados de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) foram coletados nos ambientes internos às casas de vegetação e externo por um sensor modelo SHT75 (SENSIRION, Staefa, Suíça) conectados a um sistema de aquisição de dados com módulo de rádio e receptor (modelo Arduino, RADIOIT, Campinas, Brasil) e por um termo-higrômetro (modelo analógico de bulbos seco e úmido, INCOTERM, São Paulo, Brasil). A radiação fotossinteticamente ativa foi coletada com um sensor *Quantum* (modelo LI-190R, LI-COR®, Lincoln, EUA) acoplado a um *Datalogger* (modelo LI-1400, LI-COR®, Lincoln, EUA). Foram semeadas sementes de alface 'mimosa' verde e roxa em bandejas, com irrigação diária manual delimitada na capacidade de campo, variando-se o ambiente (CV1, CV2, CV3), o tipo de substrato (casca de pinus, terra vegetal) e o volume das células de semeadura (6,5mL, 25mL, 50mL, 100mL), avaliando a taxa de germinação das sementes 10 dias após a semeadura. As mudas, 30 dias após a semeadura, foram avaliadas em relação ao comprimento, massa fresca e seca das partes aérea e radicular; diâmetro do colo e número de folhas. Os ambientes internos às casas de vegetação e externo foram caracterizados com a coleta diária às 9h, 12h e 15h de dados de T e UR do ar por leitura direta (termo-higrômetro manual) e automática (sensor sem fio automático), bem como pela radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Avaliando a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), observou-se uma redução de 28% pelo plástico de cobertura com 5 anos de uso (CV3) quando comparado com o ambiente com plástico novo (CV1). Comparando-se CV1 e CV2, notou-se a redução de 68% dessa transmissividade, ocasionada pelo sombreamento da tela vermelha em CV2. Como mostra a Figura 1, registrou-se a intensidade de RFA de forma decrescente entre CV1, CV3 e

CV2, respectivamente. É possível identificar ainda que os maiores valores ocorreram às 12h. A Tabela 1 traz os resultados de T e UR do ar obtidas nos ambientes avaliados.

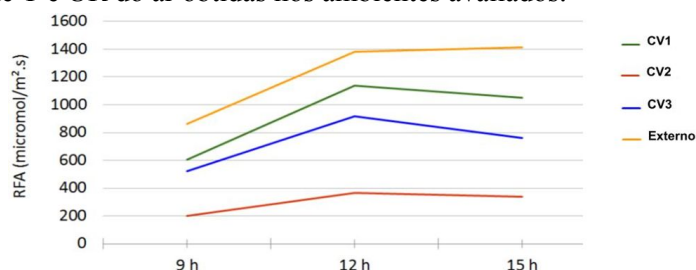


FIGURA 1. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) medida nos diferentes ambientes.

TABELA 1. Temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) em quatro ambientes e três horários, medidas por leitura direta (termo-higrômetro) e sensor sem fio automático (SHT75).

Horário	Sensor	Tar (°C)				URar (%)			
		CV1	CV2	CV3	Externo	CV1	CV2	CV3	Externo
9 h	Termo-higrômetro	29	28	26	26	61	72	83	73
	SHT75	29	29	26	-----	65	63	79	-----
12 h	Termo-higrômetro	37	34	30	33	46	56	75	53
	SHT75	37	38	31	-----	45	42	62	-----
15 h	Termo-higrômetro	40	37	30	35	45	49	74	48
	SHT75	41	40	33	-----	35	37	58	-----

As temperaturas registradas mostraram-se maiores em CV1, seguida por CV2 e CV3, respectivamente, devido à ventilação natural com pouca circulação de vento ocasionada pela tela antiafídeo (CV1), e pela utilização de sombreamento (CV2), enquanto que o uso do sistema de RE conferiu à CV3 menores temperaturas do ar. Observou-se um comportamento inversamente proporcional da UR em relação à T, sendo registradas maiores umidades relativas do ar na CV3, seguida por CV2 e CV1, respectivamente, comportamento este embasado nos mesmos conceitos que justificam o comportamento das temperaturas do ar.

A Figura 2 traz as taxas de germinação das variedades verde e roxa nas diferentes casas de vegetação.

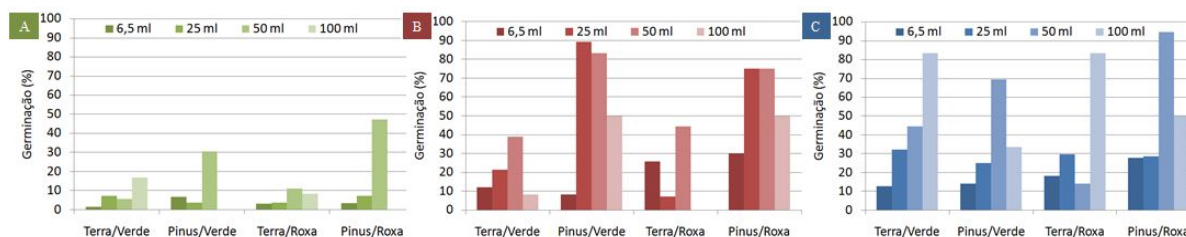


FIGURA 2. Germinação (%) de duas variedades de alfaca 'mimosa' (verde e roxa), cultivadas em dois substratos (terra vegetal e casca de pinus) em diferentes volumes de células, observadas em CV1 (A), CV2 (B) e CV3 (C).

CV1 apresentou RFA instantânea de $1.136 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ (às 12h), médias de 41°C de T_{ar} e 35% de UR_{ar} (às 15h). A germinação das sementes de alfaca 'mimosa' de ambas as variedades apresentou resultados insatisfatórios nesse ambiente, observando-se que as maiores taxas foram obtidas com o substrato casca de pinus em 50 ml de volume de célula (47% para roxa e 31% para verde), dado que a casca de pinus permite melhores condições de aeração e retenção de água neste volume, essenciais para a germinação das sementes. Em CV2, o ambiente apresentou RFA instantânea de $367 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ (às 12h) e médias de 40°C de T_{ar} e 37% de UR_{ar} (às 15h). Esse ambiente permitiu maiores taxas de germinação com substrato casca de pinus em 25 ml e 50 ml de volumes de célula para as variedades de alfaca 'mimosa' verde (89% e 83% , respectivamente) e roxa (75%), devido ao uso da tela de sombreamento vermelha que intensifica a transmitância da banda do vermelho do espectro e, por

consequente, a fotossíntese e o desenvolvimento vegetativo, associado às melhores condições propiciadas pela casca de pinus nestes volumes. Por fim, em CV3, o ambiente apresentou RFA instantânea de $919\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ (às 12h) e médias de 33°C de T_{ar} e 58% de UR_{ar} (às 15h). Esse ambiente permitiu maiores taxas de germinação com terra vegetal em 100 ml de volume de célula para as sementes de alface ‘mimosa’ verde e roxa (83%), devido ao conforto térmico provido pelo RE que viabiliza a aeração e umidade na terra vegetal em volumes maiores, e mais uma vez com casca de pinus em 50 ml de volume de célula para alface ‘mimosa’ verde (69%) e roxa (94%).

TABELA 1. Temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) em quatro ambientes e três horários, medidas por leitura direta (termo-higrômetro) e sensor sem fio automático (SHT75).

Horário	Sensor	Tar ($^\circ\text{C}$)				URar (%)			
		CV1	CV2	CV3	Externo	CV1	CV2	CV3	Externo
9 h	Termo-higrômetro	29	28	26	26	61	72	83	73
	SHT75	29	29	26	-----	65	63	79	-----
12 h	Termo-higrômetro	37	34	30	33	46	56	75	53
	SHT75	37	38	31	-----	45	42	62	-----
15 h	Termo-higrômetro	40	37	30	35	45	49	74	48
	SHT75	41	40	33	-----	35	37	58	-----

TABELA 2. Atributos de mudas de alface ‘mimosa’ verde (VD) e roxa (RX) em 100mL: massa da parte aérea fresca ($M_{\text{aérea}}$), massa da raiz fresca (M_{raiz}), nº folhas, comprimento da parte aérea ($C_{\text{aérea}}$), comprimento da raiz (C_{raiz}) e diâmetro do colo (D_{colo}).

Ambiente	Variedade	$M_{\text{aérea}}$ (g)	M_{raiz} (g)	nº folhas (un)	$C_{\text{aérea}}$ (mm)	C_{raiz} (mm)	D_{colo} (mm)
CV2	VD	10,426	2,715	8,8	19,5	19,0	5,7
CV2	RX	7,502	2,387	8,0	17,8	15,8	4,4
CV3	VD	7,531	3,281	11,0	9,6	15,1	6,0
CV3	RX	5,332	2,710	8,5	12,3	15,3	4,9

Apresentam-se na Tabela 2 apenas os melhores resultados para os atributos de qualidade das mudas foram obtidos nos ambientes CV2 e CV3, com o substrato casca de pinus e em 100mL de volume de célula. O ambiente CV2 favoreceu o desenvolvimento da parte aérea fresca das mudas ‘mimosa’ verde (10,426 g e 19,5 mm) e do sistema radicular (19,0 mm).

CONCLUSÕES: O maior tempo de uso do plástico de cobertura implica redução da transmissividade da radiação solar incidente na casa de vegetação. Parâmetros ambientais (T e UR), tipos de substrato e volume de células de semeadura influenciam a germinação e a qualidade da muda produzida em ambiente protegido. A casca de pinus favorece a germinação da semente e o desenvolvimento radicular da planta, principalmente em volumes de células iguais ou superiores a 50mL. A tela de sombreamento vermelha promove o desenvolvimento vegetativo e radicular. Casas de vegetação sem o uso de tecnologias de resfriamento dependem das condições do ambiente externo, enquanto que a adoção do sistema de RE fornece melhores condições para a produção de mudas em ambiente protegido.

REFERÊNCIAS:

- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- GUSTAVSSON, J.; CEDEBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. **In:** International Congress "Save Food!" at Interpack 2011, Düsseldorf, Alemanha. Roma, FAO, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- KUMAR, K. S.; TIWARI, K. N.; JHA, M. K. Design and technology for greenhouse cooling in tropical and subtropical regions: A review. **Energy and Buildings**, 41, p. 1269-1275, 2009.