

Composto orgânico e irrigação influenciando a massa e o teor proteico em folhas de Ora-pro-nóbis

Reginaldo Rodrigues de Andrade¹

João Antônio Galbiatti²

Carla Regina Amorim dos Anjos Queiroz³

Luiz Carlos Pavani⁴

Resumo

A Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma hortaliça não convencional com alto teor de proteína nas folhas, entretanto estudos sobre o cultivo sistematizado dessa hortaliça folhosa são praticamente inexistentes. Em vista do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da utilização de composto orgânico (CO) e de lâminas de irrigação (LI) na produção de massa seca (MSF) e no teor de proteínas (TPF) nas folhas. Para isso, realizou-se experimento com cinco doses de CO (0, 15%, 30%, 45% e 60% do volume do substrato) e três níveis de LI (50%, 75% e 100% da evapotranspiração de referência - E_{t_0}), com quatro repetições. A variância analisada pelo Teste F ($\alpha = 5\%$ e 1%) e a interpretação dos resultados da interação entre os fatores por superfície de resposta permitiram verificar que o aumento da LI de 50% para 100% da E_{t_0} é mais importante para o ganho de MSF do que o aumento das doses do CO. Assim, o maior acúmulo de MSF foi conseguido por meio da combinação de 33% de CO no substrato com LI de 100% da E_{t_0} . O menor acúmulo resultou da combinação de 60% de CO com a LI de 50% da E_{t_0} . O máximo TPF foi alcançado com 52% de CO e LI de 69% da E_{t_0} e o mínimo com a LI de 100% da E_{t_0} e ausência de CO no substrato.

Palavras-chave: Complementação nutricional. Gestão de resíduos. Hortaliça não convencional. *Pereskia aculeata* Miller.

Introdução

A política nacional de resíduos sólidos (BRASIL, 2010) define a compostagem como destinação final de resíduos sólidos orgânicos, sendo resultante de um processo de decomposição biológica controlada desses resíduos, efetuada por uma população diversificada de organismos em condições aeróbias e termofílicas e que resulta em material estabilizado (BRASIL, 2017).

O composto orgânico obtido da compostagem de resíduos sólidos agroindustriais e urbanos constitui-se em uma forma de reaproveitamento desses materiais, evitando a deposição concentrada e inadequada desses na natureza. Esse processo possibilita, a baixo custo, a eliminação de patógenos dos resíduos orgânicos (COSTA et al., 2009; ORRICO JÚNIOR; ORRICO; LUCAS JÚNIOR, 2009; ORRICO JÚNIOR; ORRICO; LUCAS JÚNIOR, 2010), sendo um dos meios mais eficientes para

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberlândia, professor titular aposentado. reginaldo-andrade@iftm.edu.br. Av. dos Mognos 411, Jaraguá, Uberlândia/MG.

2 Universidade Estadual Paulista (UNESP), *Campus* Jaboticabal, Departamento de Engenharia Rural, professor titular. galbi@fcav.unesp.br.

3 Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberlândia, professora doutora. carlaregina@iftm.edu.br.

4 UNESP *Campus* Jaboticabal, professor assistente doutor aposentado, Departamento de Engenharia Rural. lcavani@fcav.unesp.br.

reciclagem de resíduos orgânicos para fins agrícolas, além de possibilitar a reciclagem de material sólido com relativo baixo custo (TAIWO, 2011). Os compostos orgânicos utilizados para produção vegetal podem reduzir significativamente o custo da produção, visto que aumentam o fornecimento de nutrientes e melhoram as propriedades químicas (KIEHL, 2008) e físicas do solo, especialmente por meio da melhor agregação, com influência nas capacidades de infiltração e de retenção de água, na drenagem, na aeração, na temperatura e na penetração radicular (PEREIRA; WILSEN NETO; NÓBREGA, 2013). Além disso, promovem a reciclagem de nutrientes, contribuindo para a melhoria nutricional do sistema solo-planta (SILVA et al., 2012).

Em artigo de revisão sobre os efeitos de longo prazo da adição de resíduos orgânicos na fertilidade do solo, Diacomo e Montemurro (2010) apontam que tais adições aumentam o conteúdo de carbono no solo e, como consequência, a capacidade de troca catiônica. Esse efeito, que é decorrente da elevada carga negativa da matéria orgânica, é importante na retenção de nutrientes e na disponibilização equilibrada e gradual de macro e de micronutrientes às plantas ao longo do ciclo da cultura, o que favorece também a disponibilidade dos nutrientes da adubação química (SEDIYAMA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010).

A *Pereskia aculeata* Mill., conhecida como Ora-pro-nóbis no Brasil, é nativa dos trópicos americanos. Suas folhas têm teor elevado de proteínas e a ausência de toxicidade associada ao elevado teor de fibras fazem-na promissora como fonte de alimento de boa qualidade ao alcance da população (TAKEITI et al., 2009; ALMEIDA et al., 2014), em função do baixo custo, fácil cultivo e do alto valor nutritivo, tanto para consumo *in natura* quanto para composição de novos produtos alimentícios, como pães e bolos (MARTINEVSKI et al., 2013). Hortaliças folhosas não convencionais como a Ora-pro-nóbis são consideradas boas fontes alternativas de proteínas (KINUPP; BARROS, 2008); popularmente, também são utilizadas como medicinais (PINTO et al., 2012).

O cultivo em ambiente protegido possibilita a proteção da cultura contra granizo, geadas, chuvas, ataque de pragas e de doenças (CALVETE et al., 2008). Por isso, em pesquisas em que são estudados os efeitos da aplicação de diferentes quantidades de água, o cultivo em ambiente protegido permite que a interferência externa das chuvas não ocorra ou seja minimizada. Desta forma, é possível manter com boa precisão as diferenças reais entre os volumes de água recebidos pelas plantas em função dos tratamentos definidos para esse fim.

Considerando que a Ora-pro-nóbis é uma hortaliça não convencional, cujo cultivo sistematizado para exploração econômica é ainda bastante incipiente, resultados na literatura técnico-científica sobre a resposta dessa planta a diferentes quantidades de água aplicadas por irrigação são escassos. Queiroz et al. (2015) estudaram o crescimento de Ora-pro-nóbis submetida a níveis de redução do potencial mátrico do solo para -10 kPa, -30 kPa, -50 kPa e -70 kPa, controlando a variação intermitente desses níveis por meio da aplicação de água por irrigação manual controlada e proporcional a esses tratamentos.

É imperativo a utilização de um manejo de água que defina o momento de efetuar as irrigações e a quantidade de água que deverá ser aplicada visando atender às necessidades hídricas, à otimização do uso dos insumos agrícolas e à obtenção de maiores retornos econômicos (BEZERRA et al., 2009).

O manejo da irrigação, sob condições de ambiente protegido, pode-se basear em fatores do solo, do clima e da planta (FIGUEIRÊDO, 1998). Todavia o monitoramento agroclimático no interior de ambientes protegidos enfrenta dificuldades em decorrência do espaço reduzido para a instalação de equipamentos (FERNANDES; CORÁ; ARAÚJO, 2004), além do alto custo para a aquisição de sensores de boa precisão. Quando existe nas proximidades uma estação agroclimatológica oficial,

cujos sensores são reconhecidamente calibrados, essas dificuldades podem ser minimizadas pela utilização desses dados para a estimativa das necessidades hídricas da cultura no interior do ambiente protegido.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o acúmulo de massa seca e o teor de proteína nas folhas de Ora-pro-nóbis submetida a lâminas de irrigação e a doses de composto orgânico misturado ao solo.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em um anexo do viveiro de mudas do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia (IFTM), localizado a uma altitude de 633 m, Latitude 18°45'48" S, Longitude 48°17'20" W e eixo longitudinal orientado na direção norte-sul. Esse anexo foi utilizado por ser um ambiente protegido das chuvas, tornando possível o controle total das lâminas de irrigação aplicadas. Suas dimensões eram 2,6 m de altura de pé direito e 3,7 m na cumeeira, 27,2 m de comprimento, 3,8 m de largura; foi coberto com filme de plástico transparente de 150 μm de espessura, que constituiu uma das paredes laterais dessa estrutura. As demais paredes eram constituídas por sombrite com 50% de retenção de luz.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 15 tratamentos, arranjados em esquema fatorial 5 x 3 (5 substratos e 3 níveis de irrigação), com 4 repetições e 2 plantas por repetição.

Os substratos foram constituídos da mistura de solo, areia média e composto orgânico nas proporções apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição percentual e volumétrica dos substratos para plantio das estacas de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.).

Substratos	Composto orgânico		Areia média		^(a) Solo	
	(%)	Volume (cm ³)	(%)	Volume (cm ³)	(%)	Volume (cm ³)
S1	0	0	60	1020	40	680
S2	15	255	45	765	40	680
S3	30	510	30	510	40	680
S4	45	765	15	255	40	680
S5	60	1020	0	0	40	680

^(a) Latossolo Vermelho distroférrico típico (EMBRAPA, 2009).

Fonte: Andrade (2012).

O composto orgânico utilizado na composição do substrato foi produzido por meio de compostagem, a partir de resíduos sólidos orgânicos agroindustriais do município de Uberlândia. A areia média de rio foi lavada e seca à sombra, em superfície cimentada e limpa, durante 120 horas. O solo utilizado foi retirado da camada de 0 a 20 cm de profundidade e seco nas mesmas condições e tempo da areia. Antes de misturá-los, conforme as proporções definidas na Tabela 1, cada componente da mistura foi peneirado separadamente em malha de 4 mm; em seguida, amostras do solo e do composto orgânico foram coletadas para caracterização física e química do solo e química do composto orgânico, incluindo elementos potencialmente tóxicos (TABELA 2).

Tabela 2. Características químicas do solo e do composto orgânico (CO) e físicas do solo.

	Características químicas											
	pH (H ₂ O)	D g cm ⁻³	Kcmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V%.....	m
Solo	5,9	1,27	0,21	2,4	1,3	0	4,0	3,9	3,9	7,9	49	0
CO	6,7	0,69	34,3	109	36	---	---	---	--	---	---	---
	Características químicas											
	MO g dm ⁻³	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	P	S	N	C/N	
Solo	24	0,13	3,0	23	30,8	0,8	---	6,3	---	---	---	
CO	398	18	200	34134	706	284	2746	19800	6200	9,6	15/1	
Solo	Características físicas					Elementos potencialmente tóxicos						
	argila	silte	areia fina	areia grossa		CO	Ni	Pb	Cd	Cr		
 g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹						
	791	147	49	13		-	-	-	-	10,5		

pH – Potencial hidrogeniônico; D – densidade; K – potássio, Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H + Al – acidez potencial; SB – soma de bases; t – CTC efetiva; T – CTC a pH 7,0; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio; MO – matéria orgânica; B – Boro; Cu – Cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco; Na – sódio; P – fósforo; S – enxofre; N – nitrogênio; C/N – relação carbono-nitrogênio; Ni – níquel; Pb – chumbo; Cd – cádmio; Cr – cromo.

Fonte: Andrade (2012).

Os substratos foram preparados nas proporções apresentadas na Tabela 1, cada tratamento foi colocado individualmente em sacos de plástico juntamente com 2,66 g de adubo, 4:14:8 (N:P₂O₅:K₂O), de acordo com Tofanelli e Resende (2011) e calcário dolomítico, PRNT 100%, suficiente para elevar a saturação por bases do solo para 70%. A adição invariável de adubo possibilita a comparação entre as doses de CO no desenvolvimento das plantas.

Posteriormente, procedeu-se à homogeneização e colocação dos substratos nos vasos com capacidade para 1.700 cm³, nos quais foram adicionados em S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente, 630, 620, 660, 690 e 695 mL de água, volumes médios considerados como a “capacidade de vaso” para cada um dos respectivos tratamentos. Esses volumes de água foram obtidos calculando-se, em 3 vasos de cada tratamento, as médias das diferenças entre os volumes adicionados até o início da drenagem do excesso de água pelo fundo dos vasos e o volume drenado após esse início em cada um dos tratamentos. A medição dos volumes adicionados e drenados foi feita com provetas. Para que a distribuição da água adicionada e sua infiltração ocorressem de maneira uniforme por toda a superfície do substrato nos vasos, a superfície de cada vaso foi coberta com papel de filtro, sobre o qual a água era distribuída manualmente com as provetas. Após isso, os vasos foram submetidos a 11 dias de incubação, permanecendo cobertos com lâminas de plástico fixadas com elásticos, com dois orifícios para troca de ar com o ambiente. Após a incubação, os substratos foram analisados quanto às suas características químicas (TABELA 3).

Tabela 3. Características químicas dos substratos após a incubação.

CO (%)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H ⁺ Al	SB	t	T	V	m
	(H ₂ O)	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----					----- % -----				
0	6,0	17,1	0,26	2,7	1,2	0	2,0	4,16	4,16	6,16	68	0
15	6,4	151,0	1,40	7,8	3,2	0	1,8	12,30	12,38	14,18	87	0
30	6,5	208,4	3,51	8,5	4,1	0	1,7	16,00	16,05	17,75	90	0
45	6,4	238,0	4,89	16,3	3,3	0	1,8	24,40	24,41	26,21	93	0
60	6,5	248,5	6,76	34,8	2,4	0	1,9	43,80	43,85	45,75	96	0

pH – potencial hidrogeniônico; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H + Al – acidez potencial; SB – soma de bases; t – CTC efetiva; T – CTC a pH 7,0; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio.

Fonte: Andrade (2012).

A irrigação foi realizada manualmente, utilizando lâminas correspondentes a 50% (LI₅₀), 75% (LI₇₅) e 100% (LI₁₀₀) da evapotranspiração de referência (Et₀) em turnos de rega de 3 dias. A Et₀ foi estimada diariamente por meio da equação de Penman-Monteith segundo o modelo FAO-56 (ALLEN et al., 2006) e a LI₁₀₀ correspondia à Et₀ acumulada nos 3 dias de intervalo entre duas irrigações consecutivas. Para isso foram utilizados dados meteorológicos externos ao ambiente protegido de cultivo, obtidos na estação automatizada oficial da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada na Universidade Federal de Uberlândia, a 17,3 km da área experimental (altitude de 869 m, latitude de 18° 54' 59" S e longitude de 48° 15' W). Durante o experimento, os valores encontrados para Et₀ acumulados a cada 3 dias variaram de 2,09 a 6,32 mm, correspondendo às LI de 100% da Et₀ (LI₁₀₀). A esses valores foram aplicados os percentuais de 50% (LI₅₀ = 0,5LI₁₀₀) e de 75% (LI₇₅ = 0,75LI₁₀₀) da Et₀.

Para o plantio das mudas foram retiradas 120 estacas caulinares com diâmetros variando de 10,2 a 14,0 mm de uma única planta matriz de Ora-pro-nóbis. Essas estacas, após passarem por processo de desinfecção por imersão durante 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio (0,5%) e lavagem em água corrente por 5 minutos, foram plantadas individualmente nos vasos. Os vasos foram distribuídos aleatoriamente em 4 filas sobre uma bancada de madeira de 1,2 m por 10,0 m e distanciados entre si em, aproximadamente, 0,20 x 0,25 m. Para diminuir as possíveis diferenças quanto ao sombreamento, ao vento e à temperatura, foi realizado o rodízio de posição dos vasos (de ponta, de linha e de eixo) a cada 6 dias.

Aos 122 dias após o plantio das estacas (DAP), as plantas foram cortadas, lavadas e as folhas foram secas à temperatura de 65 °C durante 84 horas em estufa com circulação forçada de ar. A seguir, determinou-se a massa seca das folhas (MSF) e a concentração de nitrogênio total nas folhas, de acordo com o método de Kjeldahl (IAL, 2008), que multiplicado pelo fator 5,75 resultou no teor de proteína estabelecido na Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2003). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ($\alpha = 5\%$ e 1%) e a interação entre os fatores foi avaliada por superfície de resposta.

O ambiente interno onde o cultivo ocorreu foi caracterizado pelas medidas de temperatura e de umidade relativa do ar utilizando um termohigrômetro digital marca Inconterm®, cujos sensores registram temperaturas de -50 a +70 °C, com resolução de 0,1 °C e precisão de ± 1 °C, e umidades relativas do ar de 25 a 98%, com resolução de 1% e precisão de $\pm 5\%$. As temperaturas mínima e

máxima variaram de 5,5 a 18,1 °C e de 26,7 a 46,9 °C, respectivamente, com médias de 11,8 e 41,1 °C; as umidades relativas do ar mínima e máxima variaram de 13 a 76% e de 68 a 99%, com médias de 22,2 e 87,2%, respectivamente.

Resultados e discussão

A massa seca (MSF) e o teor de proteínas (TPF) nas folhas de Ora-pro-nóbis foram influenciados pelas variações no teor de composto orgânico no substrato e na lâmina de irrigação ($p < 0,01$). No entanto, o efeito desses fatores sobre a MSF e o TPF não podem ser analisados de forma independente, uma vez que essas variáveis responderam significativamente ($p < 0,05$) à interação entre substratos e lâminas de irrigação ($p < 0,05$) (TABELA 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Lopes, Guerrini e Saad (2007), que produzindo mudas de eucalipto verificaram que a massa seca da parte aérea foi influenciada pelos substratos e pelas lâminas de irrigação aplicadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o acúmulo de massa seca e teor de proteína nas folhas de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) aos 122 dias após o plantio das estacas.

Fontes de variação	^(a) Massa seca	Teor de proteína
	F	F
Composto orgânico (CO)	9,04**	8,14**
Lâminas de irrigação (LI)	43,80**	86,24**
CO x LI	2,38*	2,41*
^(b) CV (%)	6,56	4,77

^(a) Resultados transformados em $\log(x+5)$; ^(b) coeficiente de variação; ** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Fonte: Andrade (2012).

A interpretação dos efeitos combinados da interação entre CO e LI foi feita com base no modelo de superfície de resposta. Com os resultados aplicados nesse modelo, foi possível interpolar o comportamento da interação entre os valores dos tratamentos pré-estabelecidos. Para MSF, o modelo ajustado foi significativo ($p < 0,01$), de acordo com a Equação (1) (TABELA 5). A MSF máxima foi obtida com a combinação de 33% de CO no substrato com a LI de 100% da Et_0 , enquanto a mínima MSF ocorreu na combinação da máxima concentração de CO no substrato (60%) com a menor LI aplicada (50% da Et_0).

Tabela 5. Estatística, equação do modelo da superfície de resposta (1), valores máximos e mínimos e respectivas combinações entre o percentual de composto orgânico no substrato (x – Composto - %) e lâminas de irrigação (y – Lâmina - %Et₀), para o acúmulo de massa seca nas folhas (MSF) aos 122 dias após o plantio das estacas.

Regressão	F	p	R ²			
Modelo ajustado	7,79**	0,0043	0,81			
Equação (1)						
MSF = 0,683393+0,003943x+0,00226y-0,000104x ² +0,000030101xy-0,000002576y ² (1)						
Dados estimados com a equação (1)	Acúmulo		Máximo	Mínimo		
Máximo	Mínimo	Composto (%)	Lâmina (% ET ₀)	Composto (%)	Lâmina (% ET ₀)	
Transformados z = Log (MSF + 5)	1,05	0,76	33	100	60	50
([@]) MSF (g planta ⁻¹)	6,25	0,69				
[@] valor convertido: MSF = 10 ^z - 5.						

Fonte: Andrade (2012).

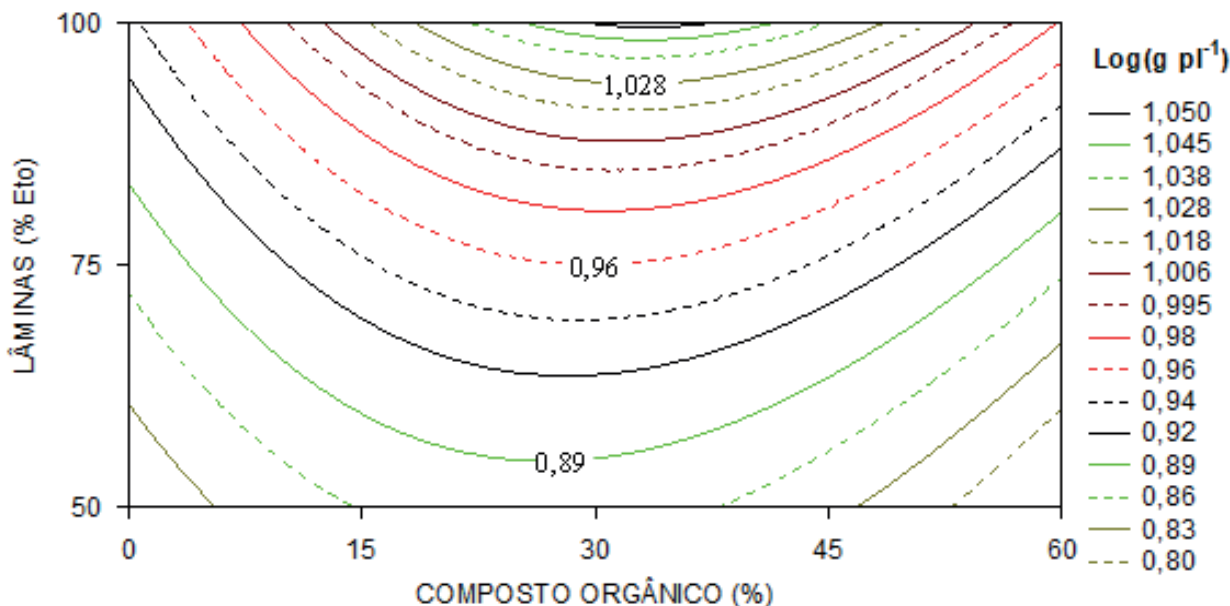
Para todos os percentuais de composto orgânico no substrato, o acúmulo de MSF respondeu positivamente ao aumento da LI de 50% para 100% da Et₀, enquanto o aumento do teor de CO no substrato, para cada LI, resultou em acréscimo na MSF somente até as doses de cerca de 30 a 33% de CO no substrato, provocando decréscimo no acúmulo de MSF para valores de CO superiores (FIGURA 1).

Este fato também foi observado por Lui, Galbiatti e Malheiros (2008) que, ao utilizarem lâminas de 50, 75, 100 e 130% da Et₀ interagindo com lixo urbano adicionado a dois tipos de solo em percentuais que variaram de 20 a 100%, para a formação de mudas de eucalipto, observaram relação inversa entre o acréscimo de lixo e o crescimento e o número de folhas das plantas, bem como o número de plantas vivas.

Também com mudas de eucalipto, Lopes, Guerrini e Saad (2007), utilizando LI variando de 6 a 14 mm e substratos contendo casca de pinus, carvão, turfa e vermiculita, concluíram que as LI de 12 mm e 14 mm foram as que mais contribuíram para o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis* com ótima qualidade aos 108 dias após a semeadura.

Com a mesma espécie de planta deste trabalho, o efeito do aumento das lâminas de irrigação foi verificado por Queiroz et al. (2015) em substrato composto por solo, areia média e esterco de bovino na proporção de 6:3:1 em volume, a partir de estacas pré-enraizadas. Esses autores verificaram que, em condições decrescentes de déficit intermitente de água, o aumento de 60% no volume de água aplicado resultante da diminuição do potencial mátrico no substrato de -10 kPa para -70 kPa aumentou linearmente o ganho de MSF (p<0,01) aos 120 dias de cultivo.

Figura 1. Superfície de resposta para acúmulo de massa seca de folhas (MSF) de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.), em função de doses de composto orgânico no substrato (%) e de lâminas de irrigação (% E_t), aos 122 dias após o plantio das estacas. Dados transformados em log (MSF + 5).



Fonte: Andrade (2012).

Com a aplicação da Equação (1) (TABELA 5), verificou-se que os acréscimos percentuais de MSF com o aumento da LI, dentro de cada percentual de CO no substrato, foram maiores de 50% para 75% da E_t (de 61,2% em 15% de CO a 236,2% em 60% de CO), do que de 75% para 100% da E_t (de 47,3% em 15% de CO a 93,4% em 60% de CO). Em relação aos percentuais de CO, os maiores acréscimos ocorreram de 0% para 15% de CO, para todas as LIs, com acréscimos decrescentes com o aumento da LI (de 67,7% para 50% da E_t a 48,7% para 100% da E_t).

No entanto, de 15% para 30%, os acréscimos percentuais de MSF aumentaram com o aumento da LI e, a partir de 30 ou 33%, passaram a ocorrer decréscimos de MSF que foram menores com o aumento da LI. Os maiores decréscimos na MSF ocorreram de 45% para 60% de CO que foram, em ordem decrescente, de 63% para 50% da E_t , de 36% para 75% da E_t e de 24% para 100% da E_t .

Com relação ao teor de proteína nas folhas, o modelo de superfície de resposta foi significativo ($p < 0,01$) e resultou na Equação (2) expressa na Tabela 6. O resultado da aplicação dessa equação e a interpretação das isolinhas apresentadas na Figura 2 evidenciaram que a combinação de 52% de CO no substrato com a LI de 69% da E_t resultou no teor máximo de proteína nas folhas (24,4%), enquanto o teor mínimo (16,6%) foi resultado de 0% de CO com a LI de 100% de E_t .

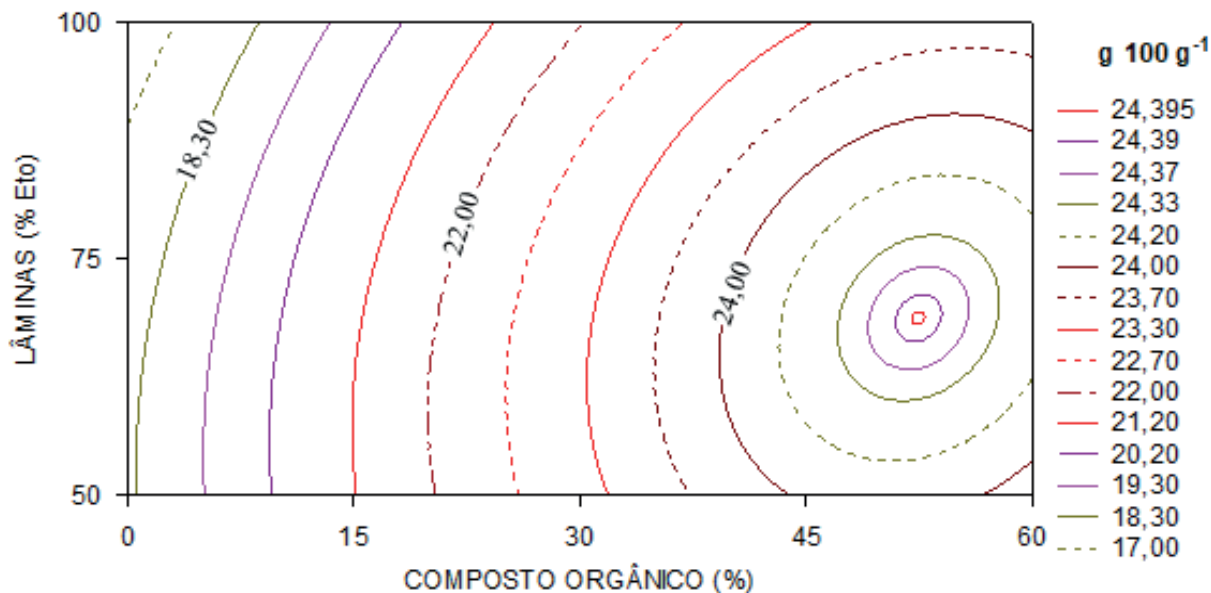
Tabela 6. Estatística e equação de regressão para a superfície de resposta (2), valores máximos e mínimos e respectivas combinações entre o percentual de composto orgânico no substrato (x -composto - %) e lâminas de irrigação (y - lâmina - % Et₀), para o teor de proteína nas folhas de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.), aos 122 dias após o plantio das estacas.

Regressão	F	p	R ²		
Grau 2	34,56**	< 0,0001	0,95		
Equação (2)					
Proteína = 15,724807 + 0,209154x + 0,092724y - 0,002349x ² + 0,00054xy - 0,00088y ² (2)					
z = -0,115417 + 0,005564x + 0,00652y - 0,00013x ² + 0,000032333xy - 0,0000308y ² + 0,0000308y ² + 0,0000308y ²					
Variável	Teor (g 100 g ⁻¹)		Máximo	Mínimo	
	Mínimo	Composto (%)	Lâmina (% Et ₀)	Composto (%)	Lâmina (% Et ₀)
Máximo 24,4	16,2	52	69	0	100

Fonte: Andrade (2012).

Verificou-se que dentro de cada LI o aumento do percentual de CO no substrato, até 52%, aumentou o teor de proteína nas folhas, e o incremento percentual em todas as LIs ocorreu com o aumento de CO de 0% para 15% (16,6% na LI de 50% a 21,1% na LI de 100%). A partir de 15%, os acréscimos de CO aumentaram percentualmente menos o teor de proteína até praticamente não se modificar mais a partir de 45% de CO. Considerando o aumento da LI dentro de cada percentual de CO no substrato, ocorreu diminuição gradual do teor de proteína com o aumento da LI, para todos os percentuais de CO. As maiores reduções percentuais sempre ocorreram com aumento da LI de 75% para 100% da Et₀. Resultados semelhantes sobre o efeito do aumento da LI no teor de proteína nas folhas de Ora-pro-nóbis foram obtidos por Queiroz et al. (2015), os quais verificaram que com o acréscimo de 60% no volume de água aplicado, resultante do aumento do potencial mátrico no substrato de -70 kPa para -10 kPa, o teor de proteína diminuiu linearmente ($p < 0,01$) em folhas de Ora-pro-nóbis cultivadas durante 120 dias em substrato composto por solo, areia média e esterco de bovino na proporção de 6:3:1 em volume.

Figura 2. Superfície de resposta para teor de proteína na folha em função de doses de composto orgânico no substrato e de lâminas de irrigação aos 122 dias após o plantio das estacas.



Fonte: Andrade (2012).

Análise das isolinhas da Figura 2 permite afirmar que o teor de proteína nas folhas foi mais fortemente influenciado pelo teor de CO no substrato do que pela LI dentro dos percentuais dos dois tratamentos avaliados neste experimento.

O efeito positivo do aumento do teor de CO também foi verificado em alface por Souza et al. (2005). Os teores de proteína bruta da parte aérea de alface foram influenciados apenas pelas doses de composto orgânico e não pelas de adubação mineral. Os teores de proteína bruta cresceram linearmente com o aumento das doses de composto orgânico até 160 t ha⁻¹. A cada aumento de 1 t ha⁻¹ de composto orgânico houve um incremento de 0,02% no teor de proteína bruta na parte aérea da alface.

Conclusões

Lâminas de irrigação e doses de composto orgânico influenciam de forma inversa a acumulação de massa seca e o teor de proteína nas folhas de Ora-pro-nóbis. A combinação de 33% de composto orgânico no substrato com a lâmina de irrigação de 100% da Et₀ proporciona o maior acúmulo de massa seca nas folhas. Para os teores de proteína nas folhas, o teor máximo é alcançado com 52% de composto orgânico combinado com a lâmina de irrigação de 69% da Et₀.

Organic compost and irrigation on weight and protein content of *Pereskia aculeata* leaves

Abstract

The *Pereskia aculeata* Mill. plant, known in Brazil as Ora-pro-nobis, is a non-conventional vegetable with high leaf protein content, however studies on the crop system of this leaf vegetable are scarce. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the effect of organic compost (OC) rates and irrigation depths (ID) on leaf dry weight (LDW) and leaf protein content (LPC) for *P. aculeata* plants. The experiment consisted of five OC rates (0, 15%, 30%, 45%, and 60% of the substrate volume) and three ID (50%, 75%, and 100% of the reference evapotranspiration - E_{t_0}), with four replications. The analysis of variance by the F test ($\alpha = 5\%$ and 1%) and the interpretation of the interaction between the factors by response surface demonstrated the increase of ID from 50% to 100% E_{t_0} is more significant for the increasing in LDW than the increases in OC rates. The highest LDW accumulation was found by combining 33% OC in the substrate with ID of 100% E_{t_0} . The lowest LDW resulted from the combination of 60% OC and ID of 50%. The highest LPC was found with the use of 52% OC and ID of 69%, and the lowest with the ID of 100% and absence of OC in the substrate.

Keywords: Nutritional supplementation. Waste management. Non-conventional vegetable. Barbados gooseberry. Ora-pro-nobis.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Determinación de la E_{t_0} . In: **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Cap 4, p. 65 a 86. Roma: Estudio FAO - Riego y Drenaje 56. 2006. 298 p.

ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não convencionais conhecidas como ora-pro-nóbis. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 431-439, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555/14557>. Acesso em: 15 jan. 2018.

ANDRADE, R. R. **Substrato e Irrigação em Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.)**. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/100843>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BEZERRA, J. R. C.; DIAS, J. M.; PEREIRA, J. R.; GUEDES, F. X. **Consumo hídrico do algodoeiro BRS 200 Marron**. Campina Grande: EMBRAPA, 2009. 10 p. (Circular Técnica 129). Disponível em: <https://www.cnpa.embrapa.br/destaques/2010/CIRTEC129.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc. Acesso em: 14 jan. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010.** Dispõe sobre a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 08 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017.** Dispõe sobre o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>. Acesso em: 20 jan. 2018.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v30n2/a22v30n2>. Acesso em: 14 jan. 2018.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 100-107, 2009. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v13n1/index.htm>. Acesso em: 10 jan. 2018.

DIACOMO, M.; MONTEMURRO, F. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. **Agronomy for Sustainable Development, Agronomy**. v. 30, n. 2, p. 401-422, 2010. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/886539/filename/hal-00886539.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMPRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Cap. 10. p. 161-176 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2017.

FERNANDES, C.; CORA, J. E.; ARAÚJO, J. A. C. Utilização do tanque Classe A para a estimativa da evapotranspiração de referência dentro da casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 46-50, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n1/v24n01a06.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2018.

FIGUEIRÊDO, S. F. Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro. USP-ESALQ. 72f. 1998. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, SP, 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Cap. 4, p. 83-158, 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/>

editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdfhttp://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 06 jan. 2018.

KIEHL, E. J. **Adubação Orgânica**. Piracicaba: Degaspari, 2008. p. 5-6. 227 p.

INUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n4/a13v28n4.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000500007. Acesso em: 11 jan. 2018.

LUI, J. J.; GALBIATTI, J. A.; MALHEIROS, E. B. Efeito da irrigação e utilização de lixo orgânico na formação de mudas de eucalipto. **HOLOS Environment**, v. 8, n. 2, p. 179-194, 2008. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/3033/2521>. Acesso em: 14 jan. 2018.

MARTINEVSKI, C. S.; OLIVEIRA, V. R. de; RIOS, A. O.; FLORES, A. O.; VENZKE, J. G. Utilização de bertalha (*Anredera cordifolia* (TEN.) Steenis e Ora-pro-337 nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) na elaboração de pães. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 3, p. xx-xx, 2013. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/267/2251>. Acesso em: 11 jan. 2018.

OLIVEIRA, A. S. E.; SÁ, J. R. de; MEDEIROS, J. F. de; NOGUEIRA, N. W.; SILVA, K. J. P. da. Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 53-58, 2010. Disponível em: <http://docplayer.com.br/52074286-Interacao-da-adubacao-organo-mineral-no-estado-nutricional-das-plantas.html>. Acesso em: 14 jan. 2018.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. de. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 483-491, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162009000300015&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 12 jan. 2018.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaça de aves. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000300017&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 11 jan. 2018.

PEREIRA, C. C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 159 a 174, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Master/Desktop/Downloads/3813-30721-1-PB.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2018.

PINTO, N. C. C.; SANTOS, R. C. dos; MACHADO, D. C.; FLORÊNCIO, J. R.; FAGUNDES, E. M. S.; ANTINARELLI, L. M. R.; COIMBRA, E. S.; RIBEIRO, A.; SCIO, E. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. **Pharmacology on-line**, v. 3, p. 63-69, 2012. Disponível em: https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2012/vol3/PhOL_2012_3_A009_015_Nicolas.pdf. Acesso em: 14 jan. 2018.

QUEIROZ, C. R. A. A.; ANDRADE, R. R. de; MORAIS, S. A. L.; PAVANI, L. C. Growing *Pereskia aculeata* under intermittent irrigation according to levels of matric potential reduction. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632015000100008. Acesso em: 07 jan. 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R. dos; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 294-299, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n3/v27n3a06>. Acesso em: 15 jan. 2018.

SILVA, A. A.; COSTA, A. M. da; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q. Recycling of nutrients with application of organic waste in degraded pasture. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 2, p. 405-414, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162012000200020&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 08 jan. 2018.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z. de; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. de. Características químicas de folhas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 754-757, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a13v23n3>. Acesso em: 16 jan. 2018.

TAIWO, A. M. Composting as a sustainable waste management technique in developing countries. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 4, n. 2, p. 93-102, 2011. Disponível em: <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/jest/2011/93-102.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

TAKEITI, C. Y.; ANTONIO, G. G.; MOTTA, E. M.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; PARK, K. J. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. 1, p. 148-160, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637480802534509>. Acesso em: 12 jan. 2018.

TOFANELLI, M. B. D.; RESENDE, S. G. Sistema de condução na produção de folhas de Ora-pro-nóbis. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 466-469, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632011000300021&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 16 jan. 2018.

Histórico editorial

Submetido em: 16/02/2018

Aceito em: 25/04/2018