

## ANÁLISE DE CUSTOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO NA PRODUÇÃO DE ALFACE SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E USO DE HIDRORRETENTOR

**<sup>1</sup>JOÃO DE JESUS GUIMARÃES; LEANDRO CAIXETA SALOMÃO<sup>2</sup>; WELCIO RODRIGUES DA SILVA<sup>3</sup>; HENRIQUE FONSECA ELIAS DE OLIVEIRA<sup>4</sup>; DÉBORA REGINA MARQUES PEREIRA<sup>5</sup> E MANOEL HENRIQUE REIS DE OLIVEIRA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA – Unesp, Câmpus Botucatu, Avenida Universitária, 3780, CEP 18610-034, Altos do Paraíso, Botucatu-SP, Brasil, j-jesus.guimaraes15@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Urutaí, Rodovia Geraldo Silva Nascimento Km 2,5, Zona Rural, Urutaí-GO, Brasil, leandro.salomao@ifgoiano.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Goiás, Campus Goianésia, Rua 35, nº 436, Setor Sul, Goianésia-GO, Brasil, welcio\_rs@hotmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano--Campus Ceres, Rodovia GO 154, Km 03, s/n, Zona Rural, Ceres-GO, Brasil, henrique.fonseca@ifgoiano.edu.br

<sup>5</sup> Prefeitura Municipal de Goianésia, Av. Mato Grosso, nº 61 - Setor Universitário, Goianésia-GO, Brasil, deboraagronomia@gmail.com

<sup>6</sup> Departamento de Irrigação no Cerrado, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Ceres, Rodovia GO 154, Km 03, s/n, Zona Rural, Ceres-GO, Brasil, manoel.oliveiragro@gmail.com

### 1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho realizar a análise de custo e desempenho agronômico da alface crespa produzida em ambiente protegido submetida a diferentes níveis de irrigação e diferentes doses de solução hidrorretentora. O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí-GO, cujas coordenadas geográficas são latitude 17°29'10" S, longitude 48°12'38" O e altitude de 697 m, no período de dezembro de 2017 a janeiro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4x5), com parcela subdividida e quatro blocos, em que se utilizaram quatro níveis de irrigação (50, 75, 100 e 125%) da evaporação obtida diariamente, junto ao tanque Classe A e cinco doses de solução de hidrogel (0, 50, 100, 150 e 200 g). Analisou-se o custo de produção considerando os gastos efetivos realizados durante o ciclo produtivo além das variáveis produtividade (PRO) e a eficiência do uso da água (EUA). Os níveis de irrigação e doses de solução hidrorretentora utilizados influenciaram significativamente as variáveis PRO e EUA. A lucratividade cresceu com o aumento das lâminas de irrigação e decresceu com a utilização do hidrogel.

**Palavras-chave:** análise econômica, hidrogel, *Lactuca sativa* L., viabilidade, lâminas de irrigação.

**GUIMARÃES, J. J.<sup>1</sup>; SALOMÃO, L. C.<sup>2</sup>; SILVA, W. R.<sup>3</sup>; OLIVEIRA, H. F. E.<sup>4</sup>; PEREIRA, D. R. M.<sup>5</sup>; OLIVEIRA, M. H. R.<sup>6</sup>**

**ANALYSIS OF COSTS AND AGRONOMIC PERFORMANCE IN LETTUCE PRODUCTION SUBMITTED TO LEVELS OF IRRIGATION AND USE OF HYDRO RETAINER**

## 2 ABSTRACT

The objective of this work was to perform an analysis of the cost and performance of crisp lettuce in a protected model, with different levels of irrigation and different doses of hidroretentora solution. The work was carried out in the experimental area of Goiás Federal Institute - Campus Urutaí-GO, geographic positions are latitude 17°29'10 "S, longitude 48°12'38" W and altitude 697 m, excluding the period from December 2017 to January 2018 (4x5), with subdivision of blocks using four levels of irrigation (50, 75, 100 and 125%) of the evaporation obtained daily, to tank Class A and five doses of hydrogel solution (0, 50, 100, 150 and 200 g). The product was analyzed with the advantage of having achieved, during the productive cycle, productive changes and efficiency in water use (USA). Irrigation levels and doses of hydrocortisone solution may significantly influence PRO and US variables. Profitability increased with the increase of irrigation slides and decreased with the use of hydrogel.

**Keywords:** economic analysis, hydrogel, *Lactuca sativa* L., viability, irrigation blade.

## 3 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil e no mundo, originária de clima temperado, apresenta ciclo anual e pertence à família Asteracea (HENZ & SUINAGA, 2009). As hortaliças têm seu desenvolvimento diretamente influenciado pelas condições de umidade de solo. Desta forma, a suplementação das necessidades hídricas das plantas através da irrigação é essencial para o sucesso da produção de hortaliças (MAROUELLI & SILVA, 1998).

Contudo, Salomão (2012) enfatiza que aplicar a lâmina de água no momento adequado e na quantidade necessária é de fundamental importância para o êxito do empreendimento agrícola irrigado. Para isso, faz-se necessário adotar técnicas de manejo de irrigação que auxiliem na melhor tomada de decisão. A aplicação adequada da lâmina de irrigação promove um ganho em produtividade e qualidade final do produto (SILVA & QUEIROZ, 2013).

Outro ponto crucial, devido ao cenário atual de demanda crescente de água, é a utilização de novas tecnologias, que venham a contribuir com o uso racional desta. Neste contexto, Marouelli & Sousa

(2011) expõem que o uso de tecnologias poupadoras de água promove ganhos significativos de produtividade, além de minimizar o desperdício de água e reduzir impactos ambientais, proporcionando maior sustentabilidade econômica ao produtor.

Uma das possíveis alternativas para potencializar a utilização de recursos hídricos é a utilização de polímeros hidrorretentores (hidrogéis). De acordo com Mendonça et al. (2013), os polímeros hidrorretentores podem ser interessantes, atuando como reguladores da disponibilidade de água para as culturas, aumentando a produtividade local e minimizando os custos de produção. Segundo Navroski et al. (2015), os hidrorretentores trazem uma alternativa de grande importância, que é a obtenção de maior eficiência no uso da água.

A eficiência do uso de água é a razão entre a produtividade pela evapotranspiração da cultura. O aumento da EUA pode ser obtido com o aumento da produtividade para a mesma quantidade de água aplicada/evapotranspirada ou reduzindo esta lâmina de forma a não diminuir, significativamente, a produtividade (COELHO et al., 2005).

Como toda tecnologia, os hidrogéis possuem seu ponto negativo. Segundo Hafle et al. (2008), o seu custo ainda é elevado. Entretanto, resultados positivos podem ser obtidos com pequenas doses, que têm a possibilidade de elevar tanto a capacidade de retenção de água quanto de nutrientes.

Contudo, são escassos os estudos que demonstram a viabilidade econômica do uso deste polímero na agricultura irrigada. De acordo com a CONAB (2010), o custo da produção agrícola é uma ferramenta excepcional de controle e gerenciamento das atividades produtivas e de geração de importantes informações para subsidiar as tomadas de decisões pelos produtores rurais e, também, de formulação de estratégias pelo setor público.

Objetivou-se com este trabalho realizar a análise de custo e desempenho agrônomico da alface crespa produzida em ambiente protegido submetida a diferentes níveis de irrigação e diferentes doses de solução hidrorretentora.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí-GO na Unidade Educacional de Produção (UEP) de Olericultura, localizado na Fazenda Palmital - Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2,5, Zona Rural de Urutaí-GO, cujas coordenadas geográficas são latitude 17°29'10" S, longitude 48°12'38" O e altitude de 697 m.

O clima regional segundo a classificação de Köppen é tido como tropical, com inverno seco e verão chuvoso, do tipo Cwb. A temperatura média anual é de 23°C, podendo variar ao longo do ano de valores mínimos inferiores a 15°C e a máxima de 30°C, com precipitação média entre 1000 e 1500 mm e UR (umidade relativa média do ar) de 71%.

O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico (Santos et al., 2013), com textura Franco Argilo Arenoso, tendo as características químicas e físicas apresentadas na Tabela 1. Para obtenção do solo para análises, foram coletadas seis amostras no interior do ambiente protegido de 0-20 cm, as quais foram homogeneizadas, dando origem a uma amostra composta representativa da área.

**Tabela 1.** Resultados da análise química e física de solo (0-20 cm de profundidade) do Ambiente Protegido 1 do campo experimental Urutaí - GO, 2017.

Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	S	V	CTC
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>		%		
7,5	1	0	1,5	0,91	193,5	1335	15	85,79	10,59
M.O.	pH	Na	Zn	B		Cu	Fe	Mn	
g dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>							
21	5,8	22,1	82	0,4		6,5	112,5	79,3	
Areia Grossa		Areia fina		Argila		Silte		Textura do solo	
g kg <sup>-1</sup>								Franco Argilo Arenoso	
277		286		256		181			

Fonte: Laboratório de análise de solos SOLOCRIA- Goiânia.

A condução do experimento foi entre os meses de dezembro de 2017 a

janeiro de 2018, em que foi utilizado um ambiente protegido do tipo arco simples

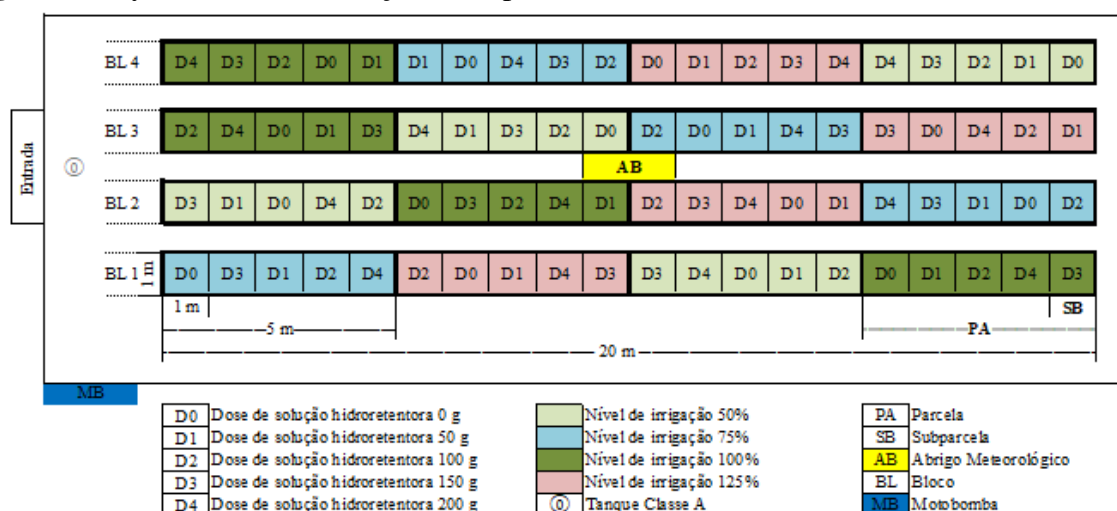
com orientação Leste-Oeste. O ambiente possuía as dimensões de 7 m de largura por 30 m de comprimento, coberto com filme plástico seletivo Suncover AV Blue ®.

O método de irrigação utilizado foi o localizado com um sistema de irrigação por gotejamento, em que se adotou uma linha lateral de irrigação para duas linhas de plantas. Os emissores da mangueira gotejadora eram espaçados entre si a 0,2 m e possuíam uma vazão de 1,5 L h<sup>-1</sup> a uma pressão de serviço de 10 m.c.a. O bombeamento foi realizado por um conjunto motobomba de 1 cv. Em seguida, usou-se um sistema de filtragem composto por um filtro (3/4") de disco de 120 mesh, registros e manômetro. Para controle dos

níveis de irrigação, foram instalados dois registros para cada nível.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4x5), com parcela subdividida e quatro blocos, em que se utilizaram quatro níveis de irrigação (50, 75, 100 e 125%) da evaporação obtida diariamente, junto ao tanque Classe A e cinco doses de solução de hidrogel (0, 50, 100, 150 e 200 g). Cada nível correspondeu a uma parcela e, cada dose, a uma subparcela, assim como ilustrado na Figura 1. A partir da evaporação de água diária do Tanque Classe A, instalado no interior do ambiente protegido, foram calculados os níveis de irrigação, adotando-se neste experimento, turno de rega de um dia.

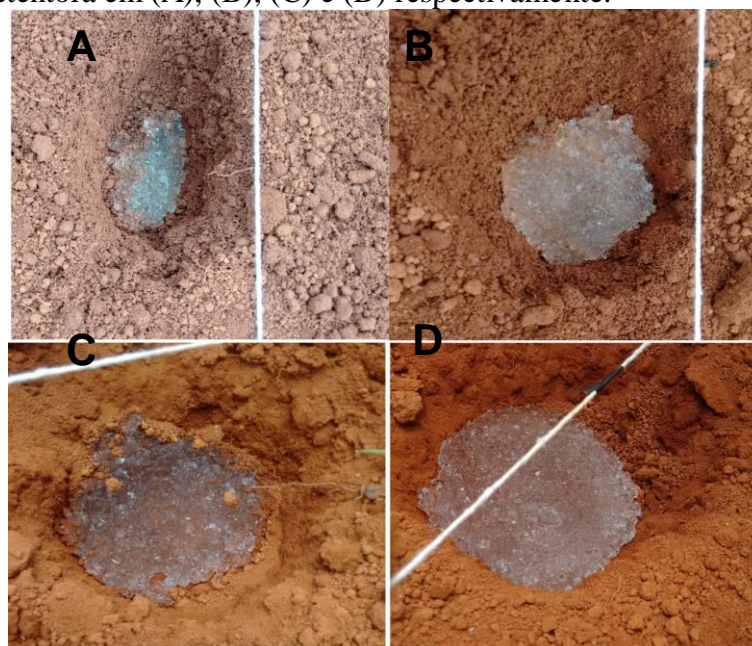
**Figura 1.** Layout do da distribuição do experimento.



O preparo do solo foi realizado com aração mecanizada, por meio de um microtrator (Tobata). Posteriormente, os canteiros foram confeccionados manualmente com o auxílio de enxadas. Os canteiros possuíam 1 m de largura por 20 m de comprimento, com 0,5 m entre canteiros, tendo à área de cultivo a dimensão de aproximadamente 133 m<sup>2</sup>.

A solução hidrorretentora foi obtida a partir da diluição de 100 g do hidrogel Forth Gel® em 10 litros de água, deixados em repouso para hidratação durante 15 minutos, conforme fabricante. Foram abertas pequenas covas na superfície dos canteiros, onde foram depositadas as respectivas doses da solução (Figura 2). O material foi coberto com solo e a muda foi inserida nessa faixa, acima do hidrogel.

**Figura 2.** Covas abertas na superfície dos canteiros com 50 g, 100 g, 150 g e 200 g de solução hidroretentora em (A), (B), (C) e (D) respectivamente.



O espaçamento utilizado foi de 0,25 x 0,25 m entre linhas e entre plantas. Cada dose (subparcela) foi constituída por 16 plantas, sendo utilizadas para avaliação as quatro plantas centrais. Assim, as subparcelas, parcelas e blocos foram constituídos respectivamente por 16, 80 e 320 plantas, totalizando 1280 plantas utilizadas no experimento.

A adubação de plantio e cobertura foram realizadas por intermédio da fertirrigação seguindo as recomendações de Trani (2014). Esse manejo foi realizado por meio de sistema de pressão negativa que, para Almeida et al (2011), é um dos possíveis sistemas de injeção de fertilizantes no uso da fertirrigação. Essa operação foi realizada em intervalo semanal.

As mudas foram adquiridas de viveiro comercial com idade de 30 dias pós-emergência. A cultivar utilizada foi a Vanda, material que apresenta ciclo precoce, podendo chegar a ser colhida com 55 dias, possui folhas grandes, sistema radicular vigoroso, alta resistência à queima dos bordos e ao vírus do mosaico da alface (*Lettuce mosaic virus*, LMV-II).

A Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi obtida a partir da evaporação do tanque (EV), em que se utilizou um Tanque Classe A, montado sobre estrado de madeira pintado de branco, a 0,15 m do solo, instalado no interior do ambiente protegido. As medições de EV foram realizadas com parafuso micrométrico com precisão de 0,02 mm. As irrigações tiveram um turno de rega fixo de um dia e eram realizadas no início da manhã (8h), a diferenciação entre os tratamentos de lâminas de irrigação se deu a partir do 10º dia após o transplante (DAT).

Os níveis de irrigação foram calculados em função dos dados da EV do Tanque Classe A e, para o cálculo do tempo de irrigação, utilizou-se a metodologia apresentada por Santos et al. (2004). O coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) utilizado foi determinado de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura. Para as fases I, II, III e IV adotou-se o K<sub>c</sub> de 0,85; 0,90; 1,00 e 0,95 respectivamente (TRANI et al. 2011).

O cálculo da vazão foi realizado pelo método volumétrico de acordo com Salomão (2008). A uniformidade de

aplicação foi calculada utilizando-se um kit de precipitação, cujos coletores possuíam as dimensões de 8 cm de diâmetro e 10,2 cm de altura. A uniformidade do sistema de irrigação foi determinada a partir de uma adaptação da metodologia de Denículi et al. (1980), apresentando uniformidade de distribuição de água de 97%.

No centro do ambiente protegido, instalou-se um abrigo meteorológico, confeccionado em madeira, pintado na cor branca e posicionado e instalado a uma altura de 1,5 m. Foi instalado nesse abrigo um termo higrômetro digital, em que eram realizadas diariamente as leituras de temperaturas máximas e mínimas e umidades relativas máximas e mínimas. A partir desses dados, foram calculados os valores médios diários para todo o período do experimento.

Quando necessário, foram realizadas capinas manuais para controlar plantas daninhas como: caruru (*Amaranthus viridis* L), tiririca (*Cyperus rotundus*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*) e brachiaria (*Brachiaria Ruziziensis*).

Aos 29 dias após o transplante (DAT) foi realizada a colheita, momento em que as plantas atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo, assim como descrito por Trani et al. (2014), e parte aérea foi pesada em balança com precisão de 0,01g.

Neste experimento, analisaram-se as variáveis produtividade (PRO), considerando uma população de 96000 plantas por hectare e a eficiência do uso da água (EUA) determinada em função da produtividade e das respectivas lâminas dos tratamentos.

Foi realizada uma análise exploratória de todos os dados, com os testes de Lilliefors, para verificar a distribuição normal e o teste de Bartlett homogeneidade no software estatístico ASSISTAT. Em sequência, realizou-se a análise de variância (ANOVA), e para os

resultados que apresentaram significância, realizou-se a análise de regressão em função dos níveis de irrigação e das doses de hidrogel, definindo o melhor ajuste, segundo combinação de significância a 5% e maior coeficiente de determinação, utilizando o software estatístico SISVAR.

O custo de produção foi estimado utilizando-se a estrutura do custo de produção, proposta por Matsunaga et al. (1976). Essa estrutura de custo de produção considera os gastos efetivos realizados pelo produtor durante o ciclo produtivo englobando despesas com mão-de-obra, reparos e manutenção de máquinas, implementos e benfeitorias específicas, operações de máquinas e implementos, insumos e, também, o valor da depreciação de máquinas, implementos e benfeitorias específicas utilizados no processo produtivo (REZENDE et al., 2009).

A cotação dos preços nominais de todos os itens de produção, bem como os coeficientes técnicos referentes à implantação e condução da cultura, foram levantados no mês de janeiro de 2018, período concomitante com a condução e colheita do experimento. Se tratando de um experimento de caráter fatorial (Níveis de Irrigação x Doses de Hidroretentor), para efeito de cálculo, os custos de cada tratamento foram extrapolados para um total de 133 m<sup>2</sup> ou 1280 plantas.

O Custo Operacional (CO) é composto pelo custo de mão de obra, custo horário da máquina, custo de insumos e depreciação. O trabalho exposto apresenta duas modalidades de CO, em que temos o CO fixo, referente aos custos que não variaram independentemente do tratamento adotado e o CO variável que muda de acordo com os tratamentos do experimento.

Nos tratamentos referentes a doses de hidroretentor o CO variável é referente à quantidade de hidrogel utilizada para cada situação. Já nos tratamentos de lâminas, o CO variável se dá por conta do consumo de eletricidade para bombeamento da água. Os

valores unitários de cada item COT, referentes a janeiro de 2018, foram calculados da seguinte maneira:

a) Custo de mão de obra: esse custo foi calculado tendo por base o salário mínimo vigente para o ano de 2018, R\$ 954,00, correspondendo a um valor diário de R\$ 31,80 e horário de R\$4,34 (BRASIL, 2017). Acrescido de encargos sociais 36,4% do valor do salário. Assim, a hora de serviço foi calculada sobre o custo de R\$ 5,92.

b) Custo horário da máquina: para o cálculo do custo horário de máquina (CHM) considerou-se os gastos referentes à manutenção, combustível, estimativa de reparos e garagem. Esse cálculo pode ser representado por:  $CHM = m + c + r + g$ ; onde  $m$  = manutenção;  $c$  = combustível;  $r$  = reparos (10% ao ano do valor da máquina);  $g$  = garagem (1% ao ano do valor da máquina). Para computar a manutenção foi levado em consideração o custo relativo aos lubrificantes (óleos e graxas) bem como itens de manutenção da máquina (filtros). Assim o custo horário de um microtrator (Tobata TC 14) de 14 cv, desconsiderando a depreciação foi de R\$ 10,87.

c) Custo de insumos: a cotação a cerca dos preços dos insumos foi obtida no mês de Janeiro de 2018, período correspondente ao mês de condução e colheita do experimento.

d) Depreciação: o custo da depreciação foi calculado pelo método linear, em que o bem é desvalorizado durante sua vida útil a uma cota constante, de acordo com a seguinte fórmula:  $D = (Vi - Vf) \div (N \times H)$ ; em que:  $Vi$  = valor inicial

(novo);  $Vf$  = valor residual;  $N$  = vida útil (anos);  $H$  = horas ou dias de uso no ano e  $D$  = Depreciação em R\$/hora ou dia. Para o microtrator, foi considerado um valor residual de 20% do valor novo e para os demais equipamentos, o valor residual foi considerado igual à zero. O termo depreciação fixa, foi empregado no experimento com intuito de abordar os custos com depreciação que não variaram entre os diferentes tratamentos.

De forma complementar foi calculado o Lucro Operacional (LO), que representa a viabilidade econômica das situações experimentais. Este dado de LO, foi obtido sobre o CO variável, com intuito de ilustrar perante aos diferentes tratamentos do experimento, o quanto o consumo elétrico ou a quantidade de hidrogel, pode influenciar na lucratividade desta cultura. Este foi obtido pela formula  $LO = RB - CO$  em que  $RB$  = receita bruta; e  $CO$  = custo operacional variável.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os resultados dos testes, os dados de todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homogênea. Na tabela 2 estão listados os custos fixos da produção, não levando em consideração os custos provenientes dos tratamentos utilizados. Sendo que os valores citados referentes à eletricidade e a depreciação do sistema de irrigação consideraram a lâmina de 100% de evaporação do tanque classe A.

**Tabela 2.** Custo operacional fixo de produção da alface em ambiente protegido.

<b>1 Mão de obra</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Valor h</b>	<b>Custo (R\$/133m<sup>2</sup>)</b>
Revolvimento do solo	1	5,92	5,92
Encanteiramento	8	5,92	47,36
Transplante	8	5,92	47,36
Irrigação	4	5,92	23,68
Capina manual	8	5,92	47,36
Colheita e pós colheita	8	5,92	47,36
		Sub. Total	219,04
<b>2 Custo hora máquina</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Valor h</b>	<b>Custo (R\$/133m<sup>2</sup>)</b>
Revolvimento do solo	1	10,87	10,87
		Sub. Total	10,87
<b>3 Insumos e materiais</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor</b>	<b>Custo (R\$/133m<sup>2</sup>)</b>
Super Simples (Kg)	8,86	1,16	10,28
Uréia (Kg)	5,2	1,64	8,53
KCl (Kg)	2,45	2,06	5,05
Bórax (Kg)	0,18	1,84	0,33
Mudas (un)	1280	0,07	92,44
Eletricidade (KWh)	3,31	0,37	1,22
		Sub. Total	117,85
<b>4 Depreciação Fixa</b>	<b>Uso</b>	<b>R\$/h ou dia</b>	<b>Custo (R\$/133m<sup>2</sup>)</b>
Microtrator (h)	1	5,00	5,00
Casa de Vegetação (dia)	35	5,21	182,19
Reservatório de água (dia)	35	0,08	2,88
Motobomba (h)	3,19	2,44	7,78
Conexões (h)	3,19	2,62	8,35
Tube Gotejador (h)	3,19	1,67	5,33
		Sub. Total	211,53
<b>5.Custo Total</b>			<b>559,29</b>

Os gastos com mão de obra representaram 39,16% do custo total seguido dos gastos obtidos com a depreciação fixa. Já Gomes et al. (2013) avaliando a viabilidade econômica do feijoeiro sob diferentes lâminas constataram que os insumos representavam 45,6% do seu custo operacional total. Tal contraste pode ser explicado pela elevada exigência de mão de obra apresentada pelo cultivo de hortaliças, sendo esta uma das particularidades deste setor que o diferencia

de outros setores do agronegócio, notadamente em relação às culturas de grãos.

Na tabela 3 estão listados os valores referentes à depreciação de todos os componentes do sistema de irrigação, para os tratamentos de lâminas. Pois, para cada tratamento o tempo de uso do sistema de irrigação é diferente em função das lâminas adotadas, o que implica em valores diferentes de depreciação do sistema (R\$/h).



**Tabela 3.** Depreciação variável e custo da depreciação para o tratamento lâmina na produção da alface em ambiente protegido.

Tratamento	Tempo de Irrigação (h)	Depreciação (R\$/h)		
		Motobomba	Conexões	Tubo Gotejador
L 50%	1,59	4,88	5,23	3,34
L 75%	2,39	3,25	3,49	2,23
L 100%	3,19	2,44	2,62	1,67
L 125%	3,99	1,95	2,09	1,34

Tratamento	Custo (R\$)		
	Motobomba	Conexões	Tubo Gotejador
L 50%	7,78	8,35	5,33
L 75%	7,78	8,35	5,33
L 100%	7,78	8,35	5,33
L 125%	7,78	8,35	5,33

Fonte: Laboratório de análise de solos SOLOCRIA- Goiânia.

Entretanto quando observamos o custo dessa depreciação para cada tratamento, estes valores se igualam. Isto acontece em virtude de que, quando o tempo de uso do sistema é aumentado, o seu valor de custo da depreciação R\$/h cai de maneira proporcional e vice e versa. Logo mantendo essa proporcionalidade inversa, quando o tempo de uso é alterado, a

depreciação muda de forma a manter o mesmo custo final.

O uso da solução hidroretentora influenciou nos resultados de produtividade, receita bruta, custo operacional do hidrogel e lucro operacional. A medida em que se aumentou a dose houve um aumento do custo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Custo e lucro operacional da alface crespa submetida a diferentes doses de solução hidroretentora.

Tratamento	Hidrogel (Kg/133m <sup>2</sup> )	PRO (Kg/133m <sup>2</sup> )	RB	CO <sub>hi</sub>	LO
Dose 0g	0,000	144,1	243,08	0,00	243,08
Dose 50g	0,640	168,1	283,64	47,50	236,14
Dose 100g	1,280	189,2	319,23	95,00	224,23
Dose 150g	1,920	190,5	321,51	142,49	179,01
Dose 200g	2,560	189,8	320,30	189,99	130,31

PRO – produtividade; RB – receita bruta; CO<sub>hi</sub> – custo operacional do hidrogel; LO lucro operacional

Na Tabela 5 estão ilustrados os resultados quanto ao custo e ao lucro operacional referentes ao tempo de irrigação, consumo de eletricidade,

produtividade receita bruta, custo operacional da eletricidade e lucro operacional, para a fonte de variação lâminas.

**Tabela 5.** Custo e lucro operacional da alface crespa submetida a diferentes lâminas de irrigação.

<b>Tratamento</b>	<b>LI (mm)</b>	<b>TI (h)</b>	<b>CE (KWh)</b>	<b>PRO (Kg/133m<sup>2</sup>)</b>	<b>RB</b>	<b>CO<sub>e</sub></b>	<b>LO</b>
L 50%	54,68	1,59	1,65	157,8	266,22	0,61	265,61
L 75%	67,04	2,39	2,48	165,8	279,74	0,92	278,82
L 100%	79,40	3,19	3,31	193,5	326,58	1,22	325,36
L 125%	91,75	3,99	4,13	188,2	317,64	1,53	316,11

LI – lâmina de irrigação; TI – tempo de irrigação; CE – consumo de eletricidade; PRO – produtividade; RB – receita bruta; CO<sub>e</sub> – custo operacional da eletricidade; LO lucro operacional

Na medida em que se aumentou a LI, teve-se um incremento na PRO, RB e no LO. Entretanto com o aumento de água aplicada exigiu-se um maior tempo de irrigação resultando em aumento no CE e no CO<sub>e</sub>. Comprando as lâminas de 50 e 125%, a PRO apresentou um acréscimo de 19,26%, a RB 19,31% e o LO 19,01%. Já para o CE o acréscimo foi de 150,3% e para o CO<sub>e</sub> foi de 150,81%.

A variável PRO apresentou significância, ( $p < 0,05$ ), quanto aos níveis de irrigação utilizados. Para esta mesma variável o efeito significativo ( $p < 0,01$ ) foi observado para a fonte de variação dose de hidrorretentor. Já para a EUA o efeito significativo ( $p < 0,01$ ), ocorreu para as duas fontes de variação. Não houve interação entre o fator nível de irrigação e o fator dose de solução hidrorretentora ( $p < 0,05$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da ANOVA para produtividade (PRO) e eficiência do uso da água (EUA) da alface crespa submetida a quatro níveis de irrigação e a cinco doses de solução hidrorretentora em ambiente protegido.

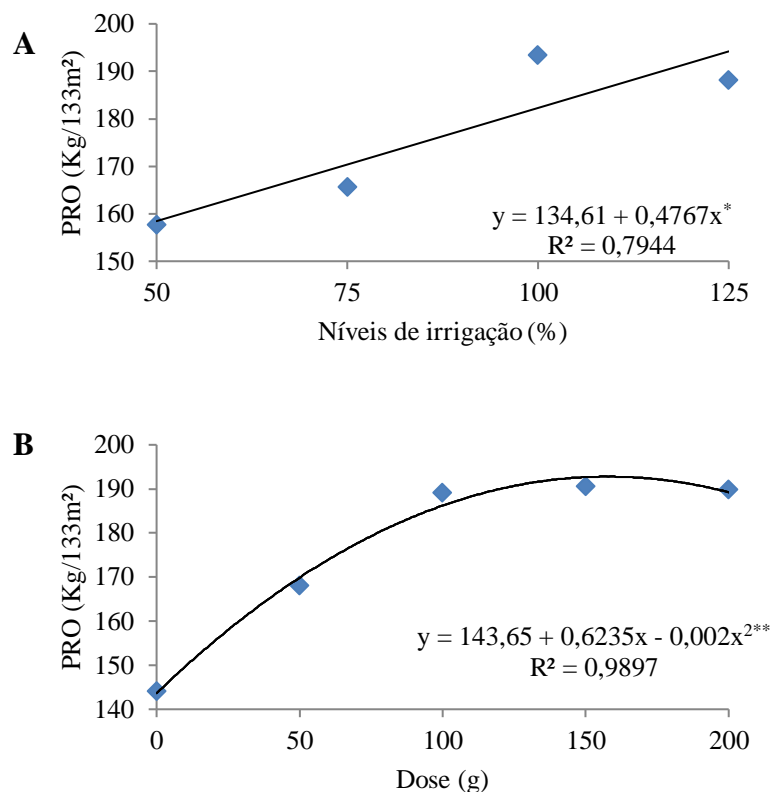
Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		PRO	EUA
Bloco	3	683,99 <sup>ns</sup>	738,61 <sup>ns</sup>
Níveis	3	5959,52*	13051,94**
Resíduo a	9	968,76	1076,83
Dose	4	6631,77**	7265,45**
Níveis*Dose	12	674,65 <sup>ns</sup>	779,38 <sup>ns</sup>
Resíduo b	48	458,86	484,94
CV a (%)		17,65	17,77
CV b (%)		12,15	11,92
Médias			
Níveis de irrigação		Kg/133m <sup>2</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>
50		157,76	216,37
75		165,77	185,56
100		193,53	182,97
125		188,23	153,86
Médias			
Doses		Kg/133m <sup>2</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>
0		144,05	150,38
50		168,08	177,59
100		189,17	196,1
150		190,52	201,73
200		189,80	197,66

CV-Coefficiente de variação; ns, \* e \*\* valores não significativos, significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Para os valores de PRO, obteve-se resposta linear e quadrática para os fatores níveis de irrigação e doses de hidrorretentor, respectivamente (Figura 3).

Comparando os níveis de irrigação de 50% e 125%, verificou-se um acréscimo de 18,41% da PRO de plantas.

**Figura 3.** Produtividade (PRO) para diferentes níveis de irrigação (A) e doses de solução hidroretentora (B) no cultivo de alface em ambiente protegido.



Araújo et al. (2010), também verificaram comportamento linear crescente da produtividade de alface, em função de níveis de irrigação, em um trabalho com alface do grupo crespa, obtendo um rendimento de 17,35 t.ha<sup>-1</sup>, com um nível de 120% da evaporação do Tanque Classe A. Já Lima Junior et al. (2012) observaram um comportamento quadrático da produtividade total e comercial da alface americana em função dos níveis de irrigação. Neste estudo o ponto máximo para a produtividade total estimada foi obtido com uma lâmina de 159,1 mm referente a um fator de reposição (R) de 95 %.

A produtividade da alface demonstrou um comportamento quadrático em função das doses de solução hidroretentora utilizadas. Sob a dose de 157,62 g, a PRO atingiu o valor máximo de 192,79 Kg/133m<sup>2</sup>, representando um aumento de 34,21% em relação à dose 0.

Isso resultou em uma RB de 325,32 reais por 133 m<sup>2</sup> aumentando do tratamento de 0 g de solução hidroretentora R\$ 82,24 equivalente a 33,83%. Entretanto o LO caiu de 243,08 reais por 133 m<sup>2</sup> para 175,58 reais por 133m<sup>3</sup> (R\$ -67,50), ou seja, 27,76%.

Os dados referentes aos valores acumulados de lâminas obtidos no período experimental são respectivamente 54,68; 67,03; 79,39 e 91,75 mm para os níveis de irrigação de 50, 75, 100 e 125% da EV. Tais resultados são inferiores aos encontrados na literatura. Valeriano et al. (2016), com uma reposição de 100% da ETc, utilizaram uma lâmina de 123,52 mm, em um cultivo de alface com ciclo de 66 DAT. Para Silva & Queiroz (2013), a lâmina correspondente a 100% da EV, em ambiente protegido, foi de 121,19 mm, com colheita aos 45 DAT.

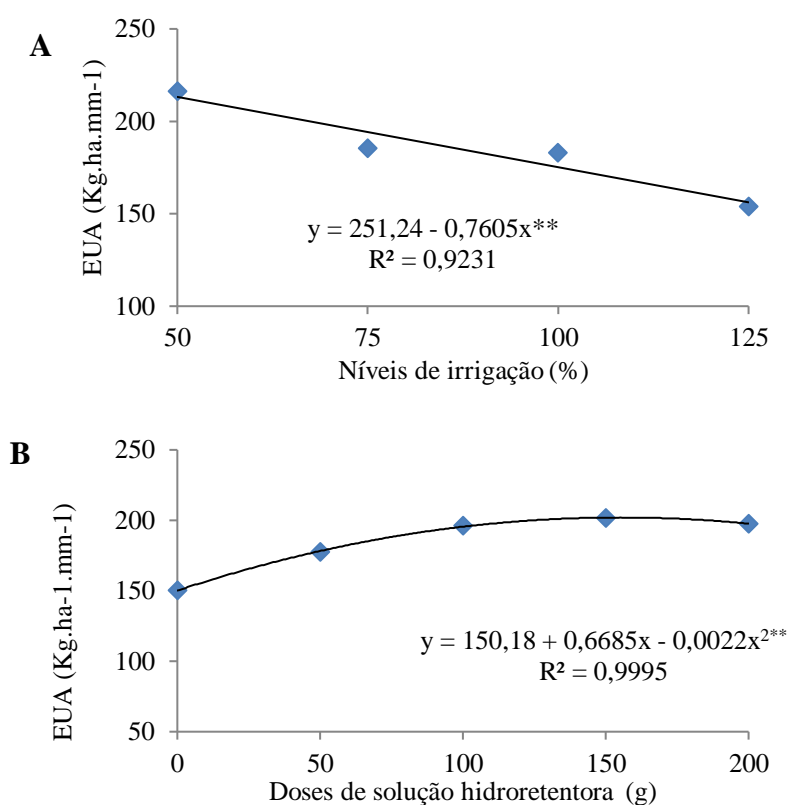
A explicação para o comportamento de lâminas inferiores acumuladas, obtidas neste trabalho, pode ser relacionada ao período de condução do experimento muito inferior ao dos demais trabalhos, sendo

apenas de 29 DAT. Fato esse ocorrido devido à alta precocidade da cultivar de alface crespa utilizada. Outro ponto importante a se destacar é a grande variação de temperatura observada ao longo do experimento, tendo início com temperaturas baixas, sendo que tal comportamento pode ter possibilitado o melhor estabelecimento da cultura.

A variável EUA apresentou resposta linear e quadrática, respectivamente, para os fatores níveis de irrigação e doses de

hidrorretentor (Figura 4). Segundo a equação da regressão, houve um decréscimo de 26,75% da EUA quando comparado os níveis de irrigação de 50% e 125%. De acordo com a regressão obtida para a variável EUA em função das doses de hidrorretentor aplicadas, verificou-se que as plantas de alface atingiram o máximo valor de EUA, 200,96 Kg. ha. mm<sup>-1</sup>, com a dose de 151,93g da solução hidrorretentora. Um acréscimo, de acordo com a equação da regressão de 33,81%, em relação à dose 0.

**Figura 4.** Eficiência do uso da água (EUA) para diferentes níveis de irrigação (A) e doses de solução hidrorretentora (B) no cultivo de alface em ambiente protegido.



Valeriano et al. (2016) encontraram resultados semelhantes para essa variável, tendo sido observada resposta linear decrescente da EUA, com aumento das lâminas de irrigação. Segundo os autores, o tratamento que se mostrou mais eficiente foi aquele cuja lâmina de irrigação correspondeu a 60% da ETc, gerando conservação aproximada de 1,8 g.mm<sup>-1</sup>.

Lima Junior et al. (2010) descrevem, para a EUA no cultivo de alface, uma linha de tendência linear decrescente, com seus maiores valores para as menores lâminas.

Oliveira et al. (2014) também verificaram diferença significativa na EUA, em relação ao uso de hidrogel no cultivo de alface, por meio de irrigação com manejo por monitoramento de umidade do solo. Os

autores constataram que houve uma economia de água de 14,9% para o tratamento que continha 200 g m<sup>-2</sup> de hidrogel em relação ao tratamento sem hidrogel.

Tais características mostram que as propriedades do hidrogel de condicionador de solo refletiram em mais retenção de água no solo, diminuindo as perdas por percolação e por evaporação, mantendo, assim, o solo com mais umidade e permitindo que as plantas se desenvolvam, utilizando a água com mais eficiência.

Desta forma, percebe-se que a utilização do hidrogel para alcançar as melhores produtividades onera a atividade de maneira superior a utilização de altas lâminas de irrigação. Assim mesmo elevando a PRO e a EUA a lucratividade se

torna pouco atrativa, na medida em que ao usar o hidrogel o LO diminui diferentemente, do uso de uma lâmina alta (125%) em que a LO aumenta.

## 6 CONCLUSÕES

O uso de solução hidrorretentora em alface crespa, cultivar Vanda, proporcionou aumento significativo da produtividade e da eficiência do uso da água.

Os níveis de irrigação utilizados influenciaram significativamente as variáveis produtividade e eficiência do uso da água.

A lucratividade cresceu com o aumento das lâminas de irrigação e decresceu com a utilização do hidrogel.

## 7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A.; SOUSA, V. F.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. S. Métodos e equipamentos para fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2011. p. 137-156.

BRASIL. Decreto nº 9.255, de 29 de dezembro de 2017. Regulamenta a Lei nº 13.152 de 29 de julho de 2015, que dispõe sobre o valor do salário mínimo e a sua política de valorização de longo prazo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custo de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura Irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n.1, p. 57-60, 2005.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 27, n. 150, p 155-162, 1980.

GOMES, E. P.; JODAN, R. A.; MONTOMIYA, A. V. A.; PADUA, J. B.; BISCARO, G. A.; GEISENHOF, L. O. Análise econômica e viabilidade energética da cultura do feijoeiro comum sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, n.8, p.835-842, 2013.

- HAFLE, O. M.; CRUZ, M. C. M.; RAMOS, J. D.; RAMOS, P. S.; SANTOS, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro doce através da estquia utilizando polímero hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.3, n.3, p.232-236, 2008.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. **Embrapa Hortaliças**, 2009. 7p. (Circular Técnica, 75).
- LIMA JÚNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; VILAS BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.14, n.8, p.797-803, 2010.
- MAROUELLI, W. A.; SOUSA, V. F. Irrigação e fertirrigação. In: Sousa, V. F.; Marouelli, W. A.; Coelho, E. F.; Pinto, J. M.; Coelho Filho, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.137-156.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. **Embrapa Hortaliças**. 1998. 16p. (Circular Técnica 11).
- MATSUNAGA, M. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 123-140, 1976.
- MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Campina Grande-PB, v.2, n.2, p.87-92, 2013.
- NAVROSKI, M. C, ARAÚJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de Eucalyptus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.43, n.106, p.467-476, 2015.
- OLIVEIRA, G. Q.; BISCARO, G. A.; JUNG, L. H.; ARAÚJO, E. O.; VIEIRA FILHO, P. S. Fertirrigação nitrogenada e níveis de hidrogel para a cultura da alface irrigada por gotejamento. **Engenharia na agricultura**, Viçosa-MG, v. 22, n. 5, 2014.
- REZENDE, B. L. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; MARTINS, M. I. E. G. Custo de produção e rentabilidade das culturas de alface, rabanete, rúcula e repolho em cultivo solteiro e consorciadas com pimentão. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 305-312, 2009.
- SALOMÃO, L. C. **Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido**. 2012. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.
- SALOMÃO, L. C. Uniformidade do sistema de irrigação. In: Souza. T. R.; VILLAS BOAS, R. L.; SAAD. J. C. C. **Aspectos práticos da fertirrigação**. Botucatu: FEPAF, 2008. cap. 3, p.13-17.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p/.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, 2004.

SILVA, V. D.; QUEIROZ, S. O. P. Manejo de água para produção de alface em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu - SP, v. 18, n. 1, p. 184-199, 2013.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W. CARRIJO, O, A. Fertirrigação em hortaliças. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n. 196, 51 p., 2011, 2. ed. rev. atual. Instituto Agrônômico.

TRANI, P. E.; PURQUEIRO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; BLAT, S. F.; COSTA, C. P. Alface. IN: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALCES, C. PATERNIANI. M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n. 200, 452 p., 2014, 7. ed. rev. atual. Instituto Agrônômico.

VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J.; OLIVEIRA, A. F. E., MACHADO, L. J. M. Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu - SP, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.