

VIABILIDADE ECONÔMICA DETERMINADA EM TRÊS CULTIVARES DA ALFACE CRESPA CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Josilda de França Xavier¹

Carlos Alberto Vieira de Azevedo²

Márcia Rejane de Q. Almeida Azevedo³

Antônio Fernandes Monteiro Filho⁴

RESUMO

O aproveitamento de águas com teores elevados de sais em zonas áridas e semiáridas pode ser considerado uma alternativa viável para a produção agrícola. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho da viabilidade econômica das cultivares da alface crespa (Elba, Cristina e Veneranda) no cultivo hidropônico utilizando diferentes soluções nutritivas com diferentes níveis de salinidade. O estudo foi realizado em ambiente protegido da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus II de Lagoa Seca-PB. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por soluções nutritivas: $S_1 = 100\%$ da solução de Furlani preparada com água de chuva e seis soluções preparadas a partir da solução de Furlani modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: ($S_2-2,4$; $S_3-2,9$; $S_4-3,4$; $S_5-3,9$; $S_6-4,4$ e $S_7-4,9$ dS m^{-1}) com três repetições. As subparcelas corresponderão as cultivares Elba, Cristina e Veneranda apresentando seis plantas/subparcela. Foram avaliadas as variáveis: Viabilidade econômica, Custos de produção e Indicadores de rentabilidade. As soluções nutritivas S_1 , S_3 , S_4 , S_5 e S_7 promoveram os melhores rendimentos econômicos, quando utilizadas na produção da cultivar Veneranda. A solução nutritiva S_2 apresentou o melhor o melhor rendimento econômico quando foi utilizada na produção da cultivar Elba.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., hidroponia, água salina, solução nutritiva, custos de produção.

INTRODUÇÃO

A escassez de água em parte da região do Nordeste Brasileiro está associada não somente aos fatores naturais mais também relacionadas com a gestão pública, ao crescimento da população e de suas ações antrópicas que acontece na maior parte das atividades industriais, comerciais e agrícolas. Assim, os sistemas de abastecimento ficam cada vez mais sobrecarregados, tornando-se vulneráveis a qualquer grande seca que ocorra. A ineficiência da gestão pública no planejamento de infraestrutura para captação, armazenamento, tratar e

¹ Pós Doutoranda Eng. Agrícola DEAG/CTR/UFPG josildaxavier@yahoo.com.br

² Dr. Prof. DEAG/CTR/UFPG cazevedo@deag.ufcg.edu.br

³ Dra. Profa. DAA/CCAA Campus II, Lagoa Seca-PB mazevedo@ccaa.uepb.edu.br

⁴ Dr. DAA/CCAA Campus II, Lagoa PB afernandesmf@gmail.com

distribuição dos recursos hídricos afetam diretamente a população e a economia da região e consequentemente do país.

A qualidade da água de irrigação é determinante não só em função de suas características físicas, químicas e biológicas, mas, também da adequação ao uso específico que se destina (AYERS e WESTCOT, 1999). Tal necessidade exige conhecimento prévio não só de suas propriedades como também dos efeitos e riscos à saúde e ao meio ambiente. O uso de águas com altas concentrações de sais podem provocar efeitos tóxicos, causando distúrbios funcionais e danos no metabolismo das plantas (SILVA et al., 2011).

A salinidade é um problema sério para a agricultura, pois limita o crescimento e o desenvolvimento das plantas sensíveis. A tolerância das culturas à salinidade é influenciada por diversos fatores, incluindo estágio de crescimento, condições ambientais, espécies e cultivares de uma mesma espécie. Diferentes estratégias e condições distintas de cultivo (região, tipo de ambiente protegido, clima local, estação do ano, manejo da irrigação, etc.), podem ser utilizadas quando se faz uso de águas salobras, associadas ou não com água doce, devem produzir efeito no rendimento das culturas hidropônicas.

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver, mesmos em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS & WESTCOT, 1991).

O termo hidroponia significa o cultivo de plantas em meio líquido. É derivado de duas palavras de origem grega: *hydro*, que significa água, e *ponos*, trabalho; o cultivo hidropônico de hortaliças ocorre em ambiente protegido e uma das técnicas de cultivo utilizadas na hidroponia é a NFT (Nutrient Film Technique), atualmente muito difundido devido à possibilidade de controle das condições adversas de cultivo que favorece o desenvolvimento das plantas permitindo a produção de olerícolas de melhor qualidade (CUPPINI et al., 2010).

O uso da hidroponia surgiu como uma alternativa a problemas como a baixa disponibilidade de solos aptos à agricultura; a incidência de determinadas doenças de solo, dificilmente controladas por métodos químicos, sanitários ou de resistência genética; o interesse em incrementar a eficiência do uso da água e o desejo de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos alimentos. (SOUZA NETA et al., 2013).

A solução nutritiva para o cultivo hidropônico é de fundamental importância, pois o crescimento e desenvolvimento da cultura dependerão de uma formulação adequada (OLIVEIRA et al., 2014). A escolha da solução nutritiva deve ser formulada de acordo com

as necessidades nutricionais da espécie (FURLANI et al., 1999). A qualidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva é fator fundamental para se obter elevada produtividade e qualidade dos produtos, seja no cultivo utilizando o sistema NFT (GONDIM et al., 2010; PAULUS et al., 2010) ou o cultivo em substrato (DIAS et al., 2011; SANTOS et al., 2012; SILVA et al., 2011).

As oscilações na condutividade elétrica (CE) estão relacionadas ao consumo de água e nutrientes pelas plantas e a evaporação das soluções nutritivas ocorridas durante a condução do experimento Monteiro Filho et. al. (2017). Já Silva et al. (2015) estudaram dois níveis de disponibilidade de solução nutritiva (2,75 e 5,50 L por maço de 24 plantas) e quatro níveis de condutividade elétrica da água (CEa): 0,43 (testemunha); 3,09; 6,87 e 8,53 dS m⁻¹.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea e da subfamília Cichoriaceae, certamente uma das hortaliças mais populares e consumidas no mundo e no Brasil. Praticamente todas as cultivares de alface desenvolvem-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo. A ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo cultural e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores porque o pendoamento ocorre mais precocemente (HENZ & SUINAGA, 2009).

A alface se destaca no cenário nacional de cultivos em hidroponia, sendo responsável por aproximadamente 80% da produção agrícola brasileira desse sistema (ALVES et al., 2011). De acordo com Silva e Schwonka (2001), embora o custo da implantação de um sistema hidropônico seja elevado, em curto prazo é possível recuperar o capital investido. Em análise econômica de um projeto de produção de alface hidropônica realizada pelos mesmos autores concluiu-se que em 2,5 anos já é possível recuperar um investimento inicial de R\$56.343,00. Isso se deve, possivelmente, à boa lucratividade do sistema.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho da viabilidade econômica das cultivares da alface crespa (Elba, Cristina e Veneranda) no cultivo hidropônico utilizando diferentes soluções nutritivas com diferentes níveis de salinidade.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em sistema hidropônico adotando-se o fluxo laminar de nutrientes (Fluxo Laminar de Nutrientes-NFT) (Figura. 1) em ambiente protegido nas dependências da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus II de Lagoa Seca-PB em que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 7° 10' 15" S, 35° 51' 14" W, segundo a

classificação climática de Köppen-Geige (Brasil, 1971). O experimento foi realizado no período de maio a junho de 2019.



Figura 1. Vista geral do cultivo hidropônico com alface crespa irrigadas com solução nutritivas com diferentes níveis de salinidade.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por soluções nutritivas, são elas: $S_1 = 100\%$ da solução de Furlani preparada com água de chuva e seis soluções também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: ($S_2-2,4$; $S_3-2,9$; $S_4-3,4$; $S_5-3,9$; $S_6-4,4$ e $S_7-4,9$ $dS\ m^{-1}$) com três repetições. As subparcelas corresponderam a cultura da alface crespa sendo compostas com cultivares (Elba, Cristina e Veneranda) apresentará seis plantas/subparcela.

A água utilizada no experimento foi proveniente de água da chuva e armazenada em cisterna para todas as soluções.

A água utilizada no experimento foi encaminhada para os Laboratórios de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola (LIS/DEAg/UFCG).

Todas as soluções nutritivas foram preparadas conforme metodologia proposta por Furlani (1995), sendo a $S_1 = 100\%$ da solução de Furlani preparada com água de chuva, após adicionar os nutrientes minerais na água verificou-se a condutividade elétrica de $1,9\ dS\ m^{-1}$, as demais soluções nutritivas foram também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: ($S_2-2,4$; $S_3-2,9$; $S_4-3,4$; $S_5-3,9$; $S_6-4,4$ e $S_7-4,9$ $dS\ m^{-1}$)

Os quantitativos dos fertilizantes minerais e da composição química da solução nutritiva mineral estão dispostos nas Tabelas 1 e 2 para isto, utilizou-se a ferramenta Solver do Microsoft Office Excel; todas as soluções foram preparadas para 200 L.

A solução nutritiva mineral foi preparada conforme metodologia proposta por Furlani (1995) Tabela 1.

Tabela 1 – Quantitativo dos fertilizantes utilizados na confecção das soluções nutritivas minerais.

Solução	
Sais	Furlani
g 1000 L ⁻¹ de água	
Ca(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	1000
MAP	150
DAP	-
H ₂ PO ₄	-
KH ₂ PO ₄	-
KCl	150
KNO ₃	600
MgSO ₄ .7H ₂ O	250
MnCl.H ₂ O	2,34
Mn SO ₄ .H ₂ O	-
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,88
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,2
H ₃ BO ₃	2.04
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,26
Fe-EDTA	1000 mL

Ca (NO₃)₂ ;6H₂O - nitrato de cálcio; MAP - fosfato monoamônio; DAP - fosfato diamônio; H₂PO₄ - ácido fosfórico; KH₂PO₄ - fosfato monopotássico; KCl - cloreto de potássio; KNO₃- nitrato de potássio; MgSO₄.7H₂O- sulfato de magnésio; MnCl.H₂- O cloreto de manganês; Mn SO₄.H₂O - sulfato de manganês; ZnSO₄.7H₂O - sulfato de zinco; CuSO₄.7H₂O - sulfato de cobre; H₃BO₃ - ácido bórico; Na₂MoO₄.2H₂O - molibdato de amônio; Fe-EDTA - ferro EDTa.

O quantitativo dos fertilizantes e a composição química da solução nutritiva minerais estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química das soluções nutritivas minerais.

Solução	
Sais	Furlani
g 1000 L ⁻¹ de água	
NO ₃	200,44
NH ₄	16,51432
P	32,7
K	310,275
Ca	168
Mg	24,65
S	32,5
Mn	0,636714
Zn	0,199144
Cu	0,0671
B	0,356592
Mo	0,114452
Fe	2,234

NO₃- nitrato; NH₄- amônio; P- Fósforo; K- Potássio; Ca- Cálcio; Mg- Magnésio; S- Enxofre; Mn- Manganês; Zn - Zinco; Cu- Cobre; Bo- Boro; Mo- Molibidênio; Fe- Ferro.

A formulação das soluções foram realizada utilizando-se a ferramenta SOLVER; para isto, montar-se-á uma planilha eletrônica no Microsoft Office Excel contendo a composição química da água salina; (nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato de potássio, fosfato monoamônico, cloreto de potássio, sulfato de magnésio e na forma de sulfato, os micronutrientes cobre, zinco, manganês e ferro).

Uma vez formulados e pesados os nutrientes minerais foram misturados na água de chuva armazenada em cisterna e verificou-se a condutividade elétrica de 1,9 dS m⁻¹, as demais soluções nutritivas foram também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: (S₂- 2,4; S₃-2,9; S₄-3,4; S₅-3,9; S₆-4,4 e S₇-4,9 dS m⁻¹). Durante a condução do experimento as soluções foram calibradas realizando-se leituras de condutividade elétrica (CE) e potencial

hidrogeniônico (pH) utilizando-se um condutivímetro portátil, além de um peagâmetro; os níveis da CE de todas as soluções foram mantidos levando em consideração 20% para mais ou 20% para menos, quando a CE aparentava 20% maior da inicial em cada solução, a reposição era realizada com água de chuva e quando a CE apresentava 20% menor da inicial a reposição era feita com a solução estoque de cada solução nutritiva. O manejo da solução nutritiva foi realizado diariamente através da reposição da água consumida, do acompanhamento da condutividade elétrica (CE) e do potencial hidrogeniônico (pH) mantendo-o próximo à neutralidade, com a utilização de uma solução de NaOH ou HCL (1mol L^{-1}) e independente dos tratamentos, as soluções nutritivas foram trocadas em períodos equidistantes de 7 dias.

A Semeadura das sementes da alface crespa, Cultivar 1= ELBA (EL), Cultivar 2 = CRISTINA (CR) e Cultivar 3 = VENERANDA (VE) foram colocadas para germinar em bandejas e em espuma de fenólica com 3 cm de diâmetro e 2 cm de altura previamente enxaguada com água corrente com o objetivo de eliminar possíveis compostos ácidos remanescentes de sua fabricação. Durante os primeiros seis dias as espumas foram umedecidas apenas com água de abastecimento da cidade de Campina Grande-PB; nos 7º, 13º e 19º dias acrescentou-se a solução S₁, de modo que ela apresentasse, respectivamente, 33,33; 66,66 e 100% da concentração nutricional sugerida por Furlani (1995), as plântulas foram mantidas no berçário por 24 dias após a germinação.

Viabilidade econômica

Custos de produção

A metodologia de análise de custo de produção sugerida por Martin et al. (1998), foi utilizada pois ela procura reunir os componentes de custos, agregando-os de tal forma a permitir uma análise detalhada dos mesmos e da análise de rentabilidade.

Consideraram-se os seguintes custos:

Custo operacional efetivo (COE): é somatório entre os custos fixos (estufa e sua depreciação) e variáveis (sementes, energia elétrica, manutenção, mão de obra e solução nutritiva). A estufa corresponde a uma área de 850 m^2 e uma produção estimada de $120.000\text{ plantas ano}^{-1}$, contudo, considerou-se para efeito de cálculo, uma produção comercial (plantas bem conformadas sem sinais de queima e pendoamento) de $100.000\text{ plantas ano}^{-1}$.

Pelo método linear, a taxa anual de depreciação foi calculada dividindo-se o custo inicial (preço de aquisição ou preço de reposição) menos um valor final presumido de sucata pelo número de anos de duração provável.

Em qualquer ano, depreciação é:

$$D = \frac{Vi - Vf}{N}$$

Onde:

D = valor da depreciação ao ano

V i= valor inicial, em R\$

Vf = valor final, em R\$

N = vida útil, em anos

Além da depreciação também foi levada em consideração a manutenção necessária para manter os equipamentos e as instalações em plena condição de uso. Para cobrir os gastos, estipulou-se um percentual de 4% sobre o valor total investido.

Custo operacional total (COT): é o custo operacional efetivo acrescido dos encargos sociais (36% sobre o valor da despesa com mão-de-obra), Contribuição à Seguridade Social Rural, CSSR (2,2% do valor da renda bruta).

Neste item também foi considerada uma remuneração empresarial, necessária para cobrir as despesas básicas do produtor durante cada ano. Esta remuneração foi de R\$ 35.928,00/ano.

Custo total de produção (CTP): é o custo operacional total acrescido dos gastos com o arrendamento da terra. (R\$ 2.000,00/ano).

Os indicadores de análise de resultados utilizados no trabalho foram os seguintes:

a) Receita Bruta (RB): é a receita esperada para uma determinada produção, para um preço de venda pré-definido, ou efetivamente recebido, ou seja:

$$RB = P * Pu$$

Em que:

P = produção da atividade;

Pu = preço unitário do produto da atividade.

b) Margem Bruta (MBCOE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado ocorrido após o produtor arcar com o custo operacional efetivo, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade.

Formalizando, tem-se:

$$\text{MBCOE} (\%) = ((\text{RB} - \text{COE}) / \text{COE}) * 100$$

Onde:

MBCOE = margem bruta em relação ao COE

RB = receita bruta;

COE = custo operacional efetivo.

c) Margem Bruta (MBCOT): é definida de forma análoga à margem bruta (COE) para o custo operacional total (COT). É estimada por:

$$\text{MBCOT} (\%) = ((\text{RB} - \text{COT}) / \text{COT}) * 100$$

Onde:

MBCOT (%) = margem bruta em relação ao COT.

COT = custo operacional total.

Assim essa margem indica qual a disponibilidade para cobrir além dos custos efetivos, os encargos sociais e remuneração empresarial (proprietário).

d) Margem Bruta (MBCTP): é a margem em relação ao custo total de produção (CTP), isto é, o resultado ocorrido após o produtor arcar com o custo com todos os custos, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade. É calculada por:

$$\text{MBCTP} (\%) = ((\text{RB} - \text{COT}) / \text{COT}) * 100$$

Onde:

MBCTP (%) = margem bruta em relação ao CTP.

COT = custo total de produção.

Além desses conceitos, utilizaram-se também os indicadores de custo em relação às unidades de produto, denominados de ponto de equilíbrio. Este determina qual a produção mínima necessária para cobrir o custo, dado o preço de venda unitário para o produto. Assim foram considerados os seguintes pontos de equilíbrio:

d) Ponto de Equilíbrio (COE) = COE/Pu

e) Ponto de Equilíbrio (COT) = COT/Pu

f) Ponto de Equilíbrio (CTP) = CTP/Pu

g) Lucro Operacional: constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT) por ano.

Desse modo tem-se:

$$\text{LO} = \text{RB} - \text{COT}$$

O indicador de resultado lucro operacional (LO) mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

h) Índice de lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta (RB), em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais, encargos, etc., inclusive as depreciações.

Nesta pesquisa foi realizada uma simulação para produção anual de 100.000 plantas comerciais levando-se em consideração um investimento inicial de R\$ 70.000,00 adquirido pelo produtor junto a uma instituição financeira com a cobrança de juros de 4,6% a.a, (Banco do Nordeste, Grupos e Linhas de Crédito PRONAF Grupos e Linha e Linhas - Pronaf Mais Alimentos (Plano Safra 2019/2020) para aquisição de estufa e equipamentos necessários para o funcionamento da mesma. A previsão de quitação do saldo devedor foi de 5 anos, com prestações anuais no valor de R\$ 15.698,36.

Para o valor de venda unitário da alface produzida nesta pesquisa adotou-se a metodologia proposta por Monteiro Filho (2015), onde o valor de venda unitário da alface é estipulado correlacionando o peso médio da alface produzida com os comercializados nos principais supermercados do município de Campina Grande, Paraíba, seguido o seguinte critério (Tabela 3):

Plantas com peso inferior a 80 g = R\$ 0,50;

Plantas com peso entre 81 e 100 g = R\$ 0,80;

Plantas com peso entre 101 e 150 g = R\$ 1,00;

Plantas com peso entre 151 e 200 g = R\$ 1,30 e

Plantas com peso superior a 201 g = 1,50.

Tabela 3. Peso médio (g) das três cultivares da alface crespa produzidas com as soluções minerais, S₁ = 100% da solução de Furlani preparada com água de chuva e (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆ e S₇) também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: (S₂ = 2,4; S₃ = 2,9; S₄ = 3,4; S₅ = 3,9; S₆ = 4,4 e S₇ = 4,9 dS m⁻¹)

Cultivares	Soluções nutritivas						
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
	g						
Elba	166,25	205,26	169,11	166,01	179,52	154,18	176,34
Cristina	153,86	175,33	157,88	174,78	121,57	132,9	147,53
Veneranda	253,00	194,00	262,00	206,33	230,73	162,94	221,54

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Custos de produção

As planilhas de custo de implantação (operação e material de consumo), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e o custo total de produção (CTP) da alface hidropônica encontram-se detalhadas na Tabela 4.

Observando-se a Tabela 4, nota-se que o custo operacional efetivo (COE) foi R\$ 37.357,26 para todas as soluções. Monteiro Filho (2015) encontrou em sua pesquisa resultados similares com soluções minerais em comparação com solução organominerais. Xavier et al. (2018) após trabalharem com efeito da concentração nutritiva com água salina e residuária e no crescimento da alface hidropônica, concluíram que a utilização de soluções menos concentradas e conseqüentemente com menor quantidade de fertilizantes diminuem o custo de produção sem alterar a produtividade da cultura.

Tabela 4. Valores unitários dos itens utilizados no custo de produção da alface hidropônica em função das diferentes soluções nutritivas, $S_1 = 100\%$ da solução de Furlani preparada com água de chuva e (S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 e S_7) também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: ($S_2 = 2,4$; $S_3 = 2,9$; $S_4 = 3,4$; $S_5 = 3,9$; $S_6 = 4,4$ e $S_7 = 4,9$ $dS\ m^{-1}$)

Soluções nutritivas							
Custo fixo (A)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
Valor monetário R\$ _____							
Estufa	15698,36	15698,36	15698,36	15698,36	15698,36	15698,36	15698,36
Depreciação	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300
Custos variáveis (B)							
Sementes	1098,9	1098,9	1098,9	1098,9	1098,9	1098,9	1098,9
Energ. elétrica	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Espuma	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Manutenção	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Mão-de-obra	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988	5.988
Solução nutritiva	1372	1372	1372	1372	1372	1372	1372
COE (A+B)	37357,26	37357,26	37357,26	37357,26	37357,26	37357,26	37357,26
Outros Custos Operacionais (C)							
Encargos sociais	2155,68	2155,68	2155,68	2155,68	2155,68	2155,68	2155,68
CESSR	2420	3300	2860	2860	2860	2860	2860
Remuneração empresarial	35.928	35.928	35.928	35.928	35.928	35.928	35.928
COT (COE + C)	77860,94	78740,94	78300,94	78300,94	78300,94	78300,94	78300,94
Outros Custos Fixos (D)							
Arrendamento (F)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
CTP(A+B+C+D+F)	79860,94	80740,94	80300,94	80300,94	80300,94	80300,94	80300,94

COE = Custo Operacional Efetivo; COT = Custo Operacional Total; CTP = Custo Total de Produção; CESSR = Contribuição à Seguridade Social Rural; Energ. Elétrica=Energia elétrica

Ainda de acordo com a Tabela 4, o COE representou, em média, 46,78% do custo total de produção (CTP), sendo o pagamento do financiamento da estufa o item que apresentaria maior impacto correspondendo a 42,02% do COE. De acordo com Silva & Schwonka (2001), os maiores custos de implantação do sistema hidropônico estão relacionados à aquisição da estufa e equipamento.

O custo operacional total (COT) aumentou em relação ao custo operacional efetivo (COE) na ordem de 108,42; 110,78; 109,60; 109,60; 109,60; 109,60; 109,60 e 109,60%, com o uso das soluções nutritivas S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7 respectivamente. Este acréscimo foi proveniente das despesas com a remuneração empresarial, encargos sociais e Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR), considerando toda a produção anual. As pequenas oscilações observadas entre os percentuais de incremento ocorreram devido à CESSR, já que esta contribuição é calculada sobre a receita bruta do empreendimento.

É imprescindível ressaltar que a remuneração empresarial durante o processo produtivo correspondeu, em média, a 45,89% do COT. Segundo Monteiro Filho et al. (2018) este valor se destaca dada à sua importância pois garante uma renda mensal ao agricultor durante o processo produtivo, mesmo sem contar com os lucros advindos da produção.

Finalmente, o CTP foi determinado somando-se, ao custo operacional total, a despesa com o arrendamento da terra, o qual foi estimado em R\$ 2.000,00 ano⁻¹; este é o valor médio cobrado pelo arrendamento de 1 ha nas granjas localizadas no município de Lagoa Seca, Paraíba. O CTP atingiu valores de R\$ 78860,94; 80.740,94 para as alfaces cultivadas com as soluções nutritivas S1 e S2 respectivamente as demais soluções apresentaram CTP com valor de R\$ 80300,94.

Rentabilidade da produção

Os indicadores de rentabilidade obtidos para as diferentes cultivares e soluções nutritivas encontram-se na Tabela 5. Percebe-se que as cultivar Elba apresentou maior receita bruta (RB) com a utilização das soluções minerais $S_2 = 2,4 \text{ dS m}^{-1}$, com receita de R\$150.000,00. Já para a cultivar Cristina os maiores valores de receita bruta foram obtidos com a utilização das soluções nutritivas S_1 , S_2 , S_3 e S_4 com valor de R\$ 130.000,00. A Cultivar Veneranda apresentou receita bruta de R\$ 130.000,00 para a solução S_6 as demais soluções apresentaram renda de R\$ 150.000,00.

Tabela 5. Índices de rentabilidade das cultivares de alface crespa em função das diferentes $S_1 = 100\%$ da solução de Furlani preparada com água de chuva e ($S_2; S_3; S_4; S_5; S_6$ e S_7) também preparadas utilizando água de chuva sendo adicionado Cloreto de sódio (NaCl) de modo a apresentarem as seguintes condutividades elétricas: ($S_2 = 2,4; S_3 = 2,9; S_4 = 3,4; S_5 = 3,9; S_6 = 4,4$ e $S_7 = 4,9 \text{ dS m}^{-1}$)

Cultivar Elba								
	UND	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
RB	R\$	110000	150000	130000	130000	130000	130000	130000
MBCOE	%	194,45	301,53	247,99	247,99	247,99	247,99	247,99
MBCOT	%	41,28	90,50	66,03	66,03	66,03	66,03	66,03
MBCTP	%	37,74	85,78	61,89	61,89	61,89	61,89	61,89
PNCOE	1000 UND	33961,15	24904,84	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35
PNCOT	1000 UND	70782,67	52493,96	60231,49	60231,49	60231,49	60231,49	60231,49
PNCTP	1000 UND	72600,85	53827,29	61769,95	61769,95	61769,95	61769,95	61769,95
L.O	R\$	32139,06	71259,06	51699,06	51699,06	51699,06	51699,06	51699,06
I.L	%	29,22	47,51	39,77	39,77	39,77	39,77	39,77
Cultivar Cristina								
RB	R\$	130000	130000	130000	130000	110000	110000	110000
MBCOE	%	247,99	247,99	247,99	247,99	194,45	194,45	194,45
MBCOT	%	66,03	66,03	66,03	66,03	41,28	41,28	41,28
MBCTP	%	61,89	61,89	61,89	61,89	37,74	37,74	37,74
PNCOE	UND	33961,15	24904,84	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35
PNCOT	UND	71182,67	52200,63	60231,49	60231,49	59893,03	59893,03	59893,03
PNCTP	UND	73000,85	53533,96	61769,95	61769,95	61431,49	61431,49	61431,49
L.O	R\$	51699,06	51699,06	51699,06	51699,06	32139,06	32139,06	32139,06
I.L	%	39,77	39,77	39,77	39,77	29,22	29,22	29,22
Cultivar Veneranda								
RB	R\$	150000	130000	150000	150000	150000	130000	150000
MBCOE	%	301,53	247,99	301,53	301,53	301,53	247,99	301,53
MBCOT	%	90,50	66,03	90,50	90,50	90,50	66,03	90,50
MBCTP	%	85,78	61,89	85,78	85,78	85,78	61,89	85,78
PNCOE	UND	33961,15	24904,84	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35	28736,35
PNCOT	UND	71582,67	52200,63	60569,95	60569,95	60569,95	60231,49	60569,95
PNCTP	UND	73400,85	53533,96	62108,42	62108,42	62108,42	61769,95	62108,42
L.O	R\$	71259,06	51699,06	71259,06	71259,06	71259,06	51699,06	71259,06
I.L	%	47,51	39,77	47,51	47,51	47,51	39,77	47,51

RB= Receita Bruta; MBCOE= Margem Bruta Custo Operacional Efetivo; MBCOT = Margem Bruta Custo Operacional Total; MBCTP = Margem Bruta Custo Total de Produção; PNCOE = Ponto de Nivelamento Custo

Operacional Efetivo; PNCOT = Ponto de Nivelamento Custo Operacional Total; PNCTP = Ponto de Nivelamento Custo Total de Produção; L.O = lucro operacional; I.L = índice de lucratividade.

Na análise de investimento deve-se estipular uma taxa mínima de atratividade como base para os cálculos de viabilidade; esta é uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Borges & Dal’Sotto (2014) avaliando a viabilidade econômica da implantação de um sistema hidropônico para produção de alface, sugeriram lucros mínimos equivalentes aos proporcionados pelas aplicações financeiras de renda fixa, como os certificados de depósito bancário (CDB).

Essas taxas costumam variar ao longo do ano; assim, nesta simulação e para efeito prático, admitiu-se uma taxa de atratividade mínima de 12% a.a. Os resultados obtidos neste trabalho são promissores uma vez que, todas as soluções nutritivas, independentemente das cultivares utilizadas, apresentaram superiores a 39 %.

Em geral, os preços das hortaliças apresentam variação ao longo do ano em virtude do seu valor ser definido em função da qualidade do produto que, por sua vez, é influenciada diretamente pelas condições climáticas. O cultivo hidropônico pode oferecer, aos produtores, maior rentabilidade devido à diferenciação do produto, pois a qualidade sanitária e nutricional, além do aspecto visual dos produtos hidropônicos, pode agregar maior valor ao produto junto ao consumidor (Olshe et al., 2001; Souza et al., 2008).

Potrich et al. (2012), pesquisando o valor que o consumidor estaria disposto a pagar pelo alface produzido em hidroponia concluíram que 94,4% dos entrevistados pagariam entre R\$ 0,5 e R\$ 1,00 a mais pela unidade da alface hidropônica em função do seu aspecto visual e menor contaminação por agrotóxicos. Andrade & Silva (2010), também constataram a possibilidade da alface hidropônica obter melhores preços em relação à convencional; em sua pesquisa realizada na região de Uberaba, MG, os autores concluíram que 61,29% dos consumidores estão dispostos a pagar R\$ 1,00 a mais pela alface hidropônica.

O ponto de nivelamento da atividade para que não ocorra perda econômica é obtido quando se tem a igualdade entre a receita bruta (RB) e o custo total de produção (CTP). Analisando a Tabela 5 verifica-se que em todos os tratamentos o ponto de nivelamento do custo total de produção (PNCTP) foi inferior a 73400 unidades ano⁻¹, assim o empreendimento, em qualquer combinação de solução nutritiva e cultivar, apresenta uma necessidade de produção inferior a capacidade anual projetada. Situação oposta foi reportada por Geisenhoff et al. (2010), avaliando a viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras, MG, Brasil; neste caso, os autores propuseram um aumento de 2,13%

na produção, passando de 6.000,0 para 6.128 a fim de a receita total cobrir todos os custos totais de produção da atividade.

Alguns estudos relacionados à viabilidade econômica da alface hidropônia como os de Costa (2001) observaram uma rentabilidade de 71,87% estudando a viabilidade econômica da alface hidropônica nos períodos de outono e inverno na cidade de Campinas, São Paulo. Borges & Dal'Sotto (2014) encontraram, em um estudo de viabilidade econômica para implantação de um sistema de cultivo hidropônico em uma propriedade rural no oeste do Paraná, rentabilidade de 20,70% a.a., já Monteiro Filho et al. (2018) reportaram rentabilidade superior a 30% em cultivo hidropônico de alface, e Silva (2016), encontrou rentabilidade superior a 24% testando três cultivares de alface crespa cultivadas em soluções nutritivas com diferentes condutividades elétricas..

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. De acordo com a simulação realizada, O cultivo hidropônico da alface mostrou-se como atividade economicamente rentável.
2. As soluções nutritivas S1, S3, S4, S5 e S7 promoveram os melhores rendimentos econômicos, quando utilizadas na produção da cultivar Veneranda. A solução nutritiva S2 apresentou o melhor o melhor rendimento econômico quando foi utilizada na produção da cultivar Elba.

REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade de água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 153p. FAO, 1999.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande. UFPB. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. rev. 218p. 11991.

ALVES, M. S. et al. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.5, p. 491-498, maio 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.phparttext&pid=S1415-43662011000500009>. Acesso em: 22 out. 2019.

ANDRADE M. P. R, SILVA A. R. P. Marketing do Comportamento do consumidor e da comercialização da alface hidropônica. Trabalho apresentado no 5ª Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Instituto Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Divisão de agrologia – SUDENE. 1971. **Levantamento exploratório**. Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: 1971. p. 670. (Boletim Técnico, 15).

BANCO DO NORDESTE. Grupos e Linhas de Crédito PRONAF <https://bnb.gov.br/documents/165130/228956/Grupos+e+Linhas+de+Cr%C3%A9dito+do+Pronaf/9e353e24-d3e9-39ef-2698-14f212171a61>. Acesso 22 de out. de 2019.

BORGES R, DAL’SOTTO T.C. Estudo da viabilidade econômica de um sistema de cultivo hidropônico. Trabalho apresentado no 4º Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 3-5 de dezembro de 2014.

COSTA, E. Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno. Campinas: UNICAMPI. 2001. 144 p. Dissertação Mestrado.

CUPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Pira Roxa" manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. **Revista Perspectiva**, v.34, p.53-61, 2010.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, v.58, p.632-637, 2011.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P., BOLONHEZI, D., FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo. (**Boletim Técnico IAC**, 180). 52p. 1999.

GEISENHOFF L. O, PEREIRA G. M, FARIA L. C, JÚNIOR J. A. L, COSTA G. G, GATTO R. F Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras – MG. **Agrarian**. 2: 61-69. 2010.

GONDIM, A. R. O.; FLORES, M. E. P.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Bioscience Journal**, v.26, p.894-904, 2010.

HENZ, Gilmar Paulo. SUINAGA, Fábio Tipos de Alface Cultivados no Brasil. **Comunicado Técnico 75**. Brasília, DF Novembro, 2009.

LOPES, C. A.; DUVAL, A. M. Q.; REIS, A. **Doenças da alface**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, . 68 p. 2010.

MARTINS, C.; RIELLA, M.C. Composição e valor nutritivo dos alimentos. In: RIELLA, M. C. **Suporte nutricional parenteral e enteral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.416-431. 1993.

MONTEIRO FILHO, A. F.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, M. R. Q. A.; FERNANDES, J. D.; SOUSA, S. ; FERNANDES, P. D. Economic viability of lettuce (*Lactuca sativa*, L.) grown in hydroponic system with different optimized nutrient solutions. **Australian Journal of Crop Science-AJCS** 12(03):422-429 2018.

MONTEIRO FILHO, A. F.. Viabilidade do cultivo hidropônico de genótipos de alface com soluções minerais e organominerais otimizadas. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande. 2015. Pág.165.

OLIVEIRA, L. L. P.; FARIAS, W. C.; LINHARES, P. S. F.; MELO, M. R. S.; CAVALCANTE, J. J.; DOMBRONSKI, J. L. D. Análise de diferentes dosagens de solução nutritiva no cultivo de mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L.). **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.2, p14-17, 2014.

OLSHE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, n.1, p.181-185, 2001.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Revista Horticultura Brasileira**, v.28, n. 1, jan.- mar p.29-35, 2010.

POTRICH ACG, PINHEIRO RR, SCHMIDT D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enci Bios**. 8: 36-48. (2012).

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v.25, p.113-118, 2012.

SILVA, C. R. da. Cultivo hidropônico de alface com soluções organominerais apropriadas a agricultura familiar. Universidade Estadual da Paraíba- UEPB. Dissertação Mestrado - 2016.

SILVA, M. G. da; SOARES, T. M.; OLIVEIRA, I. de S.; SANTOS, J. C. da S.; PINHO, J. S.; FREITAS, F. T. O. de. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. Fortaleza, CE, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.9, nº.4, p.246 - 258, 2015.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.147-155, 2011.

SILVA ET & SCHWONKA F. Viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico em Colombo, região metropolitana de Curitiba, PR. **Scientia Agraria** 2:111-116. 2001.

SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. de. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@ambiente**, v.7, p.154-161, 2013.

SOUZA, I. R. S.; ARBAGE, A. P.; NEUMANN, P. S.; DIESEL, J. M. F. V.; SILVEIRA, P. R.; SILVA, A.; BAUMHARDT, C. C. E.; LISBOA, R. S. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 32, p. 511-517, 2008.

XAVIER, J. DE F.; AZEVEDO, C. A. V. DE; AZEVEDO, M. R. DE Q. A.; MONTEIRO FILHO, A. F.; SILVA, C. R. DA. Economic Viability and Profitability of Lettuce in Hydroponic System Using Different Effluents **Journal of Agricultural Science**; Vol. 10, No. 7; 2018 ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760.