



# Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho

Daniella M.B. Amorim<sup>1</sup>, Ítalo A. Notaro<sup>2</sup>, Dermeval A. Furtado<sup>3</sup>, Hans R. Gheyi<sup>3</sup>, José G. V. Baracuhy<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DTR/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos - CEP 52.171-900 - Recife, PE. Fone: (81) 3320-6274. E-mail: [dmbabr@hotmail.com](mailto:dmbabr@hotmail.com)

<sup>2</sup> DTR/UFRPE. Fone: (81) 3320-6274. E-mail: [notaro@ufrpe.br](mailto:notaro@ufrpe.br)

<sup>3</sup> DEAg/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882. CEP 58.109-970 - Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1490 E-mail: [dermeval@deag.ufcg.edu.br](mailto:dermeval@deag.ufcg.edu.br), [hans@deag.ufcg.edu.br](mailto:hans@deag.ufcg.edu.br), [baracuhy@deag.ufcg.edu.br](mailto:baracuhy@deag.ufcg.edu.br)

Protocolo 104

**Resumo:** Objetivou-se neste trabalho, analisar a produção de forragem hidropônica de milho, utilizando-se águas com diferentes concentrações de sais, quais sejam: água dessalinizada ( $0,081 \text{ dS m}^{-1}$ ), água do abastecimento urbano da cidade de Campina Grande, PB ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) e águas salinas com condutividade elétrica de  $3,5$  e  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente. Os sistemas de cultivo foram usados em canaletas de fibra de vidro revestida de lonas plásticas, com inclinação de 2%, montadas na casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG. Constataram-se reduções de altura e de produção de forragem de milho, aos quinze dias do plantio, com o aumento da salinidade da água; a composição química da forragem só foi afetada no nível de salinidade de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  com baixo consumo de água; é possível a produção de forragem hidropônica de milho com uso de águas salinas.

**Palavras-chave:** forragem, hidropônia, água salina

## Evaluation of water of different salinities utilized in production of hidroponic corn

**Abstract:** The present work had as objective to analyze the hidroponic production of forage corn, using salty waters over a 15 days period, using waters of desalinizer, water of the urban municipal supply of the city of Campina Grande, PB and two saline waters with electrical conductivity of  $3.5$  and  $6.5 \text{ dS m}^{-1}$ . In the cultivation fiberglass sheets, covered by plastic sheets, with inclination of 2% were used. The experiment was conducted in the green house of the Department of Agricultural Engineering of UFCG. The measured production of forage corn, height and production per kilo of corn were reduced with the increase of the salinity of the water and that the chemical composition of the forage was only affected with the use of the water with salinity of  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ , with low consumption of water. The results show the possibility to use highly waters saline for production of the hidroponic forage corn.

**Key words:** fodder, hydroponics, saline water

## INTRODUÇÃO

A distribuição de chuvas na região Nordeste é bastante irregular passível, portanto, de sofrer períodos de seca prolongados, durante os quais pode haver escassez de alimentos para os animais o que, muitas vezes, inviabiliza a atividade pecuária local. Em períodos de chuvas não faltam alimentos, em virtude de abundância, diversidade e riqueza nutricional das plantas nativas da região.

Entre as alternativas preconizadas para a produção de forragem na região, destaca-se a hidroponia; trata-se de uma

técnica de cultivo sem solo, na qual os vegetais se alimentam através da água e do ar e cuja sustentação se dá com o emprego de meios físicos externos e, em alguns casos, como o do milho e certas leguminosas, pelo desenvolvimento de suas próprias raízes. É uma técnica muito empregada na produção de alimentos e, mais recentemente, para produção de forragem, usada na alimentação de bovinos, equinos, suínos, caprinos e aves.

A hidroponia, ou seja, o cultivo de plantas em meio líquido, é uma técnica bastante antiga; Resh (1997) cita o caso dos jardins suspensos da Babilônia e os jardins flutuantes dos Aztecas e da China, como exemplos. Segundo Marulonda & Izquierdo

(1995), é fundamental localizar corretamente as instalações nas quais vai ser instalada a hidroponia, devendo receber, no mínimo, 6 horas de luz solar, boa ventilação e proteção contra chuvas e ventos fortes.

Segundo Carmello (1997), a água deve ser de boa qualidade. Testezlaf (1997) cita que a presença de sais na água, como cálcio, magnésio e sódio, poderá afetar significativamente a operação do sistema de distribuição de água e o desenvolvimento das culturas. Segundo Bliska Jr. & Honório (1996), o pH deve ser mantido na faixa de 5,5 a 6,5, para a maior parte das espécies e o acompanhamento do índice de condutividade elétrica tem sido recomendado para a reposição de nutrientes da solução nutritiva; na maioria das espécies, a solução nutritiva deve ser mantida entre 1,5 a 2,0 dS m<sup>-1</sup>; no caso do milho, tem-se demonstrado que se pode trabalhar com condutividade em torno de 4,5 a 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

Como requerimento para o sucesso na implantação desta técnica, Marulanda & Izquierdo (1995) descrevem que o arejamento das raízes é fundamental para o bom desenvolvimento das plantas, sendo ideal a oxigenação automática da solução nutritiva. Martinez (1999) descreve o processo da técnica de cultivo com fluxo laminar de nutrientes (NFT), como alternativa capaz de ser empregada com sucesso. A técnica utilizada por Notaro et al. (1999) foi a de telhas de fibra de vidro, conhecidas por calhetões ou calhas, elevadas do solo e com inclinação de 2%, em que as sementes são postas para germinar e, em seguida, irrigadas com solução nutritiva, em espaços de tempo previamente estabelecidos.

O milho é uma planta de clima quente, adaptada ao semi-árido e requer umidade e calor elevados desde a época do plantio até o fim do período de floração, sendo que nenhuma variedade poderá desenvolver-se onde a temperatura média do verão for inferior a 19 °C. Para ser cultivada através do sistema hidropônico, a semente deve ser nova, ter elevado índice de germinação e não ser tratada com defensivos. A forragem hidropônica de milho tem boas qualidades nutricionais, é rica em proteínas e energia, além de cálcio e fósforo.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de se oferecer alternativas para produção agropecuária no semi-árido paraibano, com a produção de forragem hidropônica de milho, produzida com águas de diferentes condutividades elétricas, a fim de se proporcionar aos animais um alimento de fácil produção e excelente qualidade nutricional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em ambiente protegido, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN/UFCG. As calhas, foram preparadas, a princípio, para a realização dos experimentos, usando-se telhas de fibra de vidro, niveladas em sua base interna com argamassa de cimento, com 6,50 m de comprimento por 0,18 m de largura na base e 0,20 m de altura, revestidas com lona dupla face, ficando a parte escura voltada para a face interna e a parte clara exposta à luz. As calhas foram dispostas com inclinação de 2%, a fim de permitir o escoamento da solução nutritiva. O sistema hidropônico adotado foi de fluxo laminar de nutrientes (NFT); neste sistema,

o ciclo é fechado, a água circula pela calha, irrigando as raízes e retorna para um reservatório no qual novamente é bombeada para a calha, fazendo um novo percurso, irrigando a cultura. Para o acionamento do sistema instalou-se uma bomba centrífuga controlada por um timer, que acionou o sistema em intervalos de 30 minutos, nas primeiras horas da manhã, e em 15 minutos, durante as horas mais quentes do dia, isto é, entre 9 e 17 h; à noite, o sistema foi acionado três vezes, às 22, 1 e às 4 horas.

Utilizaram-se quatro tipos de água com diferentes concentrações de sais, quais sejam: água dessalinizada (0,081 dS m<sup>-1</sup>), água do abastecimento urbano da cidade de Campina Grande, PB (0,8 dS m<sup>-1</sup>), poço amazonas do município de Alagoa Nova, PB, com condutividade elétrica de 3,5 dS m<sup>-1</sup> e água do poço tubular do município de Soledade, PB, com condutividade elétrica de 6,5 dS m<sup>-1</sup>.

As sementes de milho, previamente limpas de impurezas e de grãos imperfeitos, foram colocadas de molho por 24 horas; após este período, foram escorridas para se lhes retirar a água e, em seguida, espalhadas sobre as calhas, na proporção de 3,5 kg m<sup>-2</sup>, cobertas imediatamente com jornais, umedecidos com a respectiva água utilizada na solução nutritiva, a fim de proporcionar germinação uniforme; a frequência do umedecimento foi de quatro vezes ao dia; após 48 horas, quando a taxa de germinação era superior a 80%, os jornais foram retirados; antes, porém, de se iniciar o uso da solução nutritiva, realizaram-se duas irrigações com a respectiva água utilizada nesta solução, mas sem solução nutritiva, para retirar qualquer tipo de contaminação ocasionada durante a fase de germinação.

A solução hidropônica se compunha de duas partes: uma solução padrão e outra de reposição, sendo a diluição exercida para ambas. As correções da solução nutritiva foram feitas mediante reposição da condutividade elétrica (CE). Como a salinidade da água utilizada para preparo da solução nutritiva foi diferente em cada ocasião, houve variação da condutibilidade elétrica final das soluções nutritivas após a adição de sais. Para repor a condutividade elétrica resultante da absorção de íons pelas plantas, acrescentaram-se os fertilizantes na mesma proporção acima. A solução hidropônica foi equivalente a 80% da concentração recomendada por Furlani et al. (1999), para alface. A solução nutritiva foi composta dos seguintes nutrientes e nas quantidades: nitrato de cálcio especial 60 g; nitrato de potássio 40 g; fosfato monoamônio 12 g; sulfato de magnésio 32 g; FeEDDHMA-Tenso Fe 3,2 g; sulfato de manganês 0,2 g; bórax 0,24 g; sulfato de zinco 0,04 g; sulfato de cobre 0,016 g e molibdato de amônio 0,016 g. A solução de reposição foi dividida em três partes: a solução A, composta de nitrato de cálcio; a solução B, formada de nitrato de potássio, fosfato monoamônio e sulfato de magnésio e a solução C, de micronutrientes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da quantidade de água de reposição utilizada para completar o volume da solução nutritiva, da quantidade de solução utilizada para repor o nível de condutividade e da condutividade da água, antes e depois de completar o volume

da solução, estão apresentados na Tabela 1, na qual se nota diferença significativa ao nível de 5%; na quantidade de água necessária para repor o volume de solução nutritiva, apenas no tratamento com água com salinidade de 6,5 dS m<sup>-1</sup>, e na solução de reposição, as águas mais salinas necessitaram de uma reposição menor. A condutividade da água, tanto antes como depois da reposição, apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a água mais salina ficou acima das recomendações de Bliska Jr. & Honório (1996) que citam, no caso de produção de forragem hidropônica de milho, condutividade média de 4,5 a 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

As médias dos resultados da produção média de forragem hidropônica de milho após o período de 15 dias, altura média das plantas, produção por kg de milho e consumo médio de água, para os diversos tipos de água, estão apresentados na Tabela 2, na qual se observa que o uso da água dessalinizada e do abastecimento urbano proporcionou uma produção maior de forragem hidropônica de milho, que diminuiu com o aumento da salinidade.

Com a utilização da água dessalinizada e do abastecimento urbano, a forragem hidropônica de milho atingiu, aos 15 dias, a altura de 55,3 cm e 50,1 cm, respectivamente, proporcionando uma média de 25,7 e 24,7 kg de massa verde por m<sup>2</sup> (folhas, talos e raízes), com média de 87,2% de umidade, ou seja, 12,8% de matéria seca, o que propiciou uma média de 3,2 kg de matéria seca por m<sup>2</sup>, projetando uma produção de 250 t de matéria verde ou 32,1 t de matéria seca. A produção média por kg de milho foi estatisticamente semelhante na água dessalinizada e

na água de abastecimento urbano, superior à produção das águas mais salinas. Quanto à eficiência do uso da água se notou, em média, um consumo de 3,3 L de água para produzir um kg de forragem hidropônica, resultados semelhantes aos relatados por Notaro et al. (2000), em trabalhos com diferentes densidades de milho.

A produção da forragem na água dessalinizada e na do abastecimento urbano, foi semelhante às descritas por Marulanda & Izquierdo (1995), isto é, de 7 a 9 kg de forragem hidropônica por kg de milho, porém as produzidas pela água mais salina ficaram em média 26% abaixo desses valores.

As médias da matéria seca, proteína bruta e cinzas da forragem hidropônica de milho, estão apresentadas na Tabela 3, na qual se nota que a matéria seca produzida quando se utilizou água dessalinizada e água do abastecimento urbano, não foi significativamente diferente, mas diferiu das águas mais salinas e que, entre elas, também foram semelhantes. Os valores encontrados no presente trabalho foram semelhantes aos relatados por Notaro et al. (2000). Quanto à proteína bruta, tem-se que apenas a forragem que recebeu a água mais salina diferiu das demais, apresentando valor inferior. O teor de PB foi semelhante aos encontrados por Notaro et al. (1999) e aos descritas por Marulanda & Izquierdo (1995).

Nota-se que os valores de proteína encontrados em todos os tratamentos, foram superiores a 7% que, segundo Viegas & Camarão (1994) e Campos (1995) é o mínimo que uma forrageira deve ter para um bom funcionamento dos processos fisiológicos; Minson (1984) também relata que 7% seria o nível

Tabela 1. Resultados da quantidade de água de reposição utilizada para completar o volume da solução nutritiva (Q,A,R,C,V) e a condutividade elétrica (CE) da água antes de completar o volume da solução (A,C,V) e depois de completar com água o volume da solução (D,C,V)

Tipos de Água	Q,A,R,C,V (L)	Solução de Reposição (mL)			CE	
		A	B	C	A,C,V	D,C,V
Dessalinizada - 0,081 dS m <sup>-1</sup>	23,2 a	22,6a	22,6a	10,0	1,2 a	1,5 a
Abastecimento urbano (C.Grande) - 0,8 dS m <sup>-1</sup>	24,9 a	20,7a	20,7a	10,0	1,7 b	2,0 b
Poço amazonas (Alagoa Nova) - 3,5 dS m <sup>-1</sup>	25,4 a	18,5b	18,5b	10,0	4,2 c	4,4 c
Poço tubular (Soledade) - 6,5 dS m <sup>-1</sup>	27,6 b	18,1b	18,1b	10,0	7,3 d	7,5 d

Letras iguais na mesma coluna identificam que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 2. Média dos resultados da produção média (kg m<sup>-2</sup>), altura média das plantas (cm) e consumo médio de água (L kg<sup>-1</sup>), para os diversos tipos de água

Tipos de Água	Produção média (kg m <sup>-2</sup> )	Altura média (cm)	Produção por kg de milho	Consumo médio de água (L kg <sup>-1</sup> de forragem)
Dessalinizada - 0,081 dS m <sup>-1</sup>	25,7 a	55,3 a	7,3 a	3,1 a
Abastecimento urbano (C.Grande) - 0,8 dS m <sup>-1</sup>	24,7 a	50,1 a	7,1 a	3,3 a
Poço amazonas (Alagoa Nova) - 3,5 dS m <sup>-1</sup>	22,0 b	44,7 b	6,3 b	3,4 a
Poço tubular (Soledade) - 6,5 dS m <sup>-1</sup>	18,0 c	36,0 c	5,1 b	3,4 a

Letras iguais na mesma linha identificam que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 3. Médias da matéria seca (%), proteína bruta (%) e cinzas da forragem hidropônica de milho nos diversos tipos de água

Tipos de água	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Cinzas (%)
Dessalinizada - 0,081 dS m <sup>-1</sup>	14,5 a	14,2 a	5,4 a
Abastecimento urbano (C.Grande) - 0,8 dS m <sup>-1</sup>	13,0 a	14,1 a	5,5 a
Poço amazonas (Alagoa Nova) - 3,5 dS m <sup>-1</sup>	12,7 a	13,5 a	5,7 a
Poço tubular (Soledade) - 6,5 dS m <sup>-1</sup>	12,0 b	12,1 b	5,9 a

Letras iguais na mesma linha identificam que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

mínimo de PB para que um alimento tenha fermentação ruminal adequada. Quanto à percentagem de cinzas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, com valores aproximados aos citadas por Notaro et al. (2000), em trabalhos com diferentes densidades de milho (2,5; 3,0 e 3,5 kg.m<sup>-2</sup>).

Como a forragem hidropônica de milho pode ser produzida com baixo consumo de água e tem bom valor protéico, pode contribuir de maneira significativa, para o aumento da produção e da produtividade do rebanho, devido à maior disponibilidade de forragem, principalmente em regiões que tenham restrições de água, como é o caso do Nordeste brasileiro.

### CONCLUSÕES

1. A produção média de forragem hidropônica de milho, sua altura e produção por quilo de milho, diminuíram com o aumento da salinidade da água.

2. A composição química da forragem só foi afetada com o uso de água com salinidade de 6,5 dS m<sup>-1</sup>.

### LITERATURA CITADA

- Bliska Jr.A.; Honório, S.L. Cartilha tecnológica hidropônica. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1996, 87p.
- Campos, J. Tabelas para cálculos de rações. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1995. 57p.
- Carmelo, Q.A.C. Qualidade da água e manejo da solução nutritiva. In: Agriplast 97 e Encontro de hidroponia, 2, 1997. Campinas, Anais... Campinas: UNICAMP. 1997.
- Furlani, P.R.; Silveira, L.C.P.; Bolonhezi, D.; Faquin, A. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52 p. Boletim Técnico, nº. 180.
- Marulanda, C. & Izquierdo, J. Manual técnico – A horta hidropônica popular. Banco do Nordeste: Programa das nações unidas para o desenvolvimento. Fortaleza. 1995. 153p.
- Martinez, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. 2 ed. – Viçosa: UFV, 1999. 47 p. Cadernos Didáticos.
- Minson, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J.B. (ed.) Nutrition limits to animal production from pasture. Farnham Royal: CAB. v1. p.167-182, 1984.
- Notaro, I.A.; Furtado, D.A.; Figueiredo, R.M.F.; Gheyi, H.R. Forragem hidropônica de milho usando água dessalinizada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 28, 1999, Pelotas. Anais.... Pelotas: SBEA, 1999. CD-Rom.
- Notaro, I.A.; Furtado, D.A.; Figueiredo, R.M.F. Produção de forragem hidropônica de milho sobre diferentes densidades. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29, 2000, Fortaleza. Anais.... Fortaleza: SBEA, 2000. CD-Rom.
- Resh, A. Hidroponic food production. 5<sup>th</sup>. ed. Califórnia: Woorbridge Press Publishing Company, 1997. 527p.
- Testezlaf, R. Irrigação em ambientes protegidos. In: Agriplast 97 e Encontro de Hidroponia, 2, Campinas 1997. Anais... Campinas: UNICAMP 1997, 78 p.
- Vieira, J.B.; Camarão, A.P. Produção forrageira e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum Ppurpureum* Schum) variedades Anão e Cameroon. 1994 p.1-6. EMBRAPA. Comunicado Técnico nº 54.