

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE DE MILHO HIDROPÔNICO
COM USO DE ÁGUA SALOBRA**

MARCOS MURILLO DE MACEDO SOUSA

**PETROLINA, PE
2019**

MARCOS MURILLO DE MACEDO SOUSA

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE DE MILHO HIDROPÔNICO
COM USO DE ÁGUA SALOBRA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido como parte dos
requisitos para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2019**

S725

Sousa, Marcos Murillo de Macedo.

Produção de forragem verde de milho hidropônico com uso de água salobra / Marcos Murillo de Macedo Sousa. - 2019.

28 f.: il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2019.

Bibliografia: f. 25-28.

1. Hidroponia. 2. Milho - Cultivo. 3. Água salina. I. Título.

CDD 631.585

MARCOS MURILLO DE MACEDO SOUSA

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE DE MILHO HIDROPÔNICO COM
USO DE ÁGUA SALOBRA**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido como parte dos requisitos para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 08 de fevereiro de 2019.

Dr. Jucicléia Soares da Silva (Embrapa Semiárido)

Prof. Dr. Fábio Freire de Oliveira (IF SERTÃO-PE)

Prof. Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo

RESUMO

Objetivou-se nesse trabalho desenvolver um protocolo de produção de milho hidropônico com uso de água salina a uma condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS.m}^{-1}$, comparando os níveis de produção de forragem verde hidropônica em relação a produtividade obtida com água do Rio São Francisco. Foram instalados três ensaios experimentais de produção de milho hidropônico, dois no IF SERTÃO-PE Campus Petrolina Zona Rural e outro no município de Dormentes-PE. O experimento foi conduzido em canteiros de $1 \times 6 \text{ m}$, revestidos com lona plástica de dupla face e inclinação de 4%, com cinco substratos (feno de capim tifton, capim elefante, capim buffel, silagem de sorgo e o bagaço de cana), semeou-se sementes pré-germinadas em água de abastecimento, por um período de 24h, na proporção $1,5 \text{ kg.m}^{-2}$. Os canteiros receberam 6l de soluções nutritivas, preparadas em água normal e salina, aplicadas por meio de difusores. Após ajustes no protocolo, garantiu-se o domínio da técnica, aumentando a produtividade e rendimento da forragem verde. Obtendo resultado no terceiro ensaio, apenas utilizando difusores e com todos os tipos de substratos em 15 dias de crescimento em solução, foi obtido uma produção média de forragem verde hidropônica de 22 kg/m^2 .

Palavras-chave: Milho hidropônico; solução nutritiva; água salobra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus que me deu energia e benefício para realizar esse trabalho.

Ao meu orientador Cicero Antônio de Sousa Araújo pelo acolhimento, profissionalismo, conduta, apoio, confiança e amizade.

Aos meus colegas da turma Ag06 pela amizade, e aos demais colegas contribuintes, Ipoucan Santos de Miranda e Erick Matheus Ferreira dos Santos Costa que participaram voluntariamente das atividades.

Ao meu pai Geonísio Coelho de Sousa e minha mãe Gracilda Eloia de Macedo Sousa que sempre me incentivaram, ajudaram e acreditaram na realização dos meus sonhos.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano Campus Petrolina Zona Rural, através do Laboratório de Solos, pelas análises realizadas.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte da minha conclusão e que contribuíram para sua realização. Meu muito obrigado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema de uma bancada de cultivo hidropônico do tipo NFT. 1- Reservatório de Solução Nutritiva; 2- Motobomba; 3- Tubulação de Recalque de Solução; 4- Barrilete de Distribuição da Solução Nutritiva; 5- Canal de Cultivo; 6- Tubulação de Retorn.....	13
Figura 2: Limpeza da área e construção dos canteiros.....	17
Figura 3: Forração do canteiro com lona duplaface.	17
Figura 4: Instalação do sistema de fluxo laminar de nutriente (NFT).	17
Figura 5: Instalação do sistema por Difusores.	17
Figura 6: Pré-germinação das sementes, por um período de 24 horas.	18
Figura 7: Sementes do milho, 1,5 kg de sementes/m ²	18
Figura 8: Cobertura das sementes com 2 cm de substrato.....	18
Figura 9: Solução nutritiva.....	19
Figura 10: Análiseda condutividade elétrica da água.....	19
Figura 11: Sistemade irrigação com Difusores.....	20
Figura 12: Acionamento do sistema de irrigação com difusores.	20
Figura 13: Forragem Verde de Milho Hidropônico no 15º dia.....	20
Figura 14: Milho hidropônico é colhido no 15º dias, enrolado como se fosse um tapete.....	20
Figura 15: Foto aérea das unidades.	21
Figura 16: Produção final do Milho.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: doses de Forragem Verde Hidropônica recomendadas segundo a espécie animal.	10
Tabela 2: Características químicas da água de poço utilizada.	22
Tabela 3: Produção Média de Milho Hidropônico em Diferentes Substratos e Águas de diferentes Condutividades Elétricas.	22

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	PRODUÇÃO DE FORRAGEM HIDROPÔNICA	9
2.2	SUBSTRATOS NA HIDROPONIA	11
2.3	SOLUÇÃO NUTRITIVA	11
2.4	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA	12
2.5	TÉCNICA DO FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTE (NFT)	12
3	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	PROTOCOLO DEFINIDO DE PRODUÇÃO - MILHO HIDROPÔNICO	16
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Mishra e Singh (2010) muitos eventos extremos como inundações e secas prolongadas estão cada vez mais frequentes e com maior gravidade. A Agência Nacional de Águas (ANA) afirma que o semiárido nordestino já apresenta ocorrência desses eventos, como a seca dos anos de 2012, 2013 e 2014, sendo considerada como a pior seca dos últimos 60 anos.

A economia da maior parte dos municípios do semiárido baseia-se na agropecuária e a insuficiência de fontes energéticas, juntamente com altas taxas de mortalidade do rebanho, são grandes problemas enfrentados pelos agricultores familiares dessa região (QUADROS et al, 2010).

O nordeste apresenta um grande potencial de água subterrânea, principalmente no semiárido, diante disso, o uso da perfuração de poços para bombear essas águas tornou-se uma alternativa viável para a irrigação, porém com concentrações salinas altas (DIAS et al., 2011; SOARES et al., 2015).

De acordo com Alves et al. (2011) diferentes estratégias de uso de águas salobras devem produzir efeito no rendimento das culturas hidropônicas. Para Pate et al. (2005), Píccolo et al. (2013) e Paulus et al (2012) a forragem hidropônica apresenta-se como uma tecnologia viável de produção, com vantagens para o consumidor, produtor e para o meio ambiente, com a obtenção de produtos de alta qualidade, ciclo curto, maior produtividade, menor consumo de água, de insumos agrícolas (dispensa o uso de agrotóxicos) e de mão de obra. Aliás, a forragem pode ser consumida totalmente pelos animais e expressa boa palatabilidade, o que favorece o aumento da ingestão de outros alimentos (CAMPÊLO, 2007; MÜLLER et al., 2006).

Muitas culturas em sistema hidropônico são produzida pela técnica do filme nutriente (NFT) também chamada de técnica do fluxo laminar de nutrientes (PAULUS et al., 2010). Este sistema, as plantas são cultivadas em canais de cultivo por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador, esta solução fornece todos os nutrientes essenciais para o crescimento e o desenvolvimento da planta (SANTOS, 2012).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO DE FORRAGEM HIDROPÔNICA

O cultivo de forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de fitomassa obtida por meio de germinação de sementes viáveis e do crescimento inicial de plantas. Para forragem hidropônica, geralmente são utilizadas plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e elevado rendimento de fitomassa fresca. O sistema requer baixo consumo de água, dispensa o uso de agrotóxico, produz um alimento com baixo conteúdo de fibras, alto teor proteico, boa digestibilidade, com grande quantidade de aminoácidos livres, que são facilmente aproveitados pelos animais (SANTOS, 2004).

Sementes de cevada, milho, trigo e aveia, entre outras espécies de cereais, com desenvolvimento em um período de 8 a 10 dias, captando energia do sol e absorvendo os minerais contidos em uma solução nutritiva podem ser utilizados na produção de forragem hidropônica com excelente qualidade e quando administrada aos rebanhos na sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz), constitui dieta completa em carboidratos, açúcares, proteína, minerais e vitaminas. Seu aspecto, sabor, cor e textura, conferem ótima palatabilidade, aumentando o consumo de outros alimentos (FAO, 2006).

A Tabela 1 destaca as doses de Forragem Verde Hidropônica recomendadas segundo a espécie animal.

Tabela 1: Doses de forragem verde hidropônica recomendadas segundo a espécie animal.

Espécie animal	Doses de FVH	Observações
Gado de leite	1-2	Suplementar com palha de cevada e outras fibras
Vacas secas	0,5	Suplementar com fibras de boa qualidade.
Gado de corte	0,5-2	Suplementar com fibra normal.
Porcos	2	Crescem mais rápido e se reproduzem melhor.
Aves	25 kg de FVH/100kg de alimento seco	Melhoram o fator de conversão.
Cavalos	1	Agregar fibra e comida completa. Melhora desempenho em cavalos de corrida, passada e tiro
Ovinos	1-2	Agregar fibra.
Coelhos	0,5-2	Suplementar com fibra e balanceados.

Coelhos em engorda aceitaram até 180-300 g FVH/dia (10-12% do peso vivo); Injeção das matrizes em lactação= até 500 g FVH/dia

Fonte: Péres, 1987; Bravo, 1988; Sánchez, 2000; Arano, 1998.

As plantas que são cultivadas convencionalmente, no solo, têm este meio como suporte mecânico, onde as raízes se ramificam em sua matriz. Mas este fato também ocorre na hidroponia, em que são utilizados materiais inertes, onde o caule (parte aérea) ficará fora e as raízes fixadas nestes e imersas na solução nutritiva. São feitas adaptações para cada tipo de cultura empregada e hábito de desenvolvimento de suas raízes, sem que haja limitação no desenvolvimento da planta (BOARETTO et al., 2002).

Segundo Henriques (2000), a grande vantagem do uso de forragem hidropônica é sua alta produção de fitomassa fresca por área, sendo que a forragem hidropônica de milho pode atingir mais de 6.000 t ha⁻¹ ano⁻¹. Araújo et al.(2008) afirmam que a utilização de substratos e solução nutritiva mais baratos e de fácil acesso aos produtores é fundamental para que a hidroponia de forragens seja economicamente viável.

A determinação do momento mais adequado para colheita também é um fator a ser considerado na produção de forragem. O estágio da planta influencia o valor nutritivo da forragem, pois à medida que a planta cresce as porções fibrosas aumentam, enquanto o teor proteico e a digestibilidade da matéria seca diminuem (VAN SOEST, 1994).

2.2 SUBSTRATOS NA HIDROPONIA

Conceitualmente, a classificação de substrato, ou meio de crescimento, se aplica aos materiais utilizados para o desenvolvimento da semente, os quais devem ser capazes de sustentar e fornecer nutrientes às plantas. Os substratos podem ser confeccionados a partir de diferentes matérias primas, sejam elas de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material ou de diversos materiais em misturas (ANDRADE NETO et al., 2002).

Dentre as propriedades físicas utilizadas para caracterizar um substrato merecem destaque a densidade e a relação entre a fração sólida e o espaço poroso. As características do espaço poroso, por sua vez, determinam o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água pelo substrato. Uma vez que o substrato esteja no recipiente, e a planta esteja crescendo, é praticamente impossível modificar suas características físicas básicas, enquanto que as características químicas dos substratos podem ser modificadas mediante técnicas de cultivo adequadas (BARDHAN et al., 2008).

2.3 SOLUÇÃO NUTRITIVA

A solução nutritiva representa a diluição em água dos elementos pré-determinados para a boa nutrição da planta, onde os nutrientes ficarão disponíveis para absorção (Alberoni, 1998).

Segundo Alberoni (1998), existem alguns fatores que devem ser controlados na solução nutritiva para o completo e perfeito desenvolvimento da planta. A temperatura não deve ultrapassar os 30°C, sendo que a faixa ótima ao bom desenvolvimento das plantas é de 18° a 24° C, em períodos quentes (verão), e de 10° a 16°C, em períodos frios (inverno). Temperaturas muito acima ou abaixo desses limites causam danos à plantas, bem como uma diminuição na absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, uma menor produção.

Outro fator muito importante é a oxigenação da solução nutritiva. É preciso oxigenar a solução constantemente para obter um bom nível de absorção dos nutrientes. Quando se dissolvem sais na água, sua pressão osmótica aumenta, ou seja, a tendência que a solução tem de penetrar nas raízes diminui, até o ponto que deixa completamente de penetrar e começa a retirar a água das plantas. Isso ocorre pelo fato de a água se movimentar de um meio hipotônico para um meio hipertônico ou, seja, de um meio menos

concentrado para um meio mais concentrado em sais. Por isso, a solução deve conter os nutrientes nas proporções adequadas, mas suficientemente diluídas para não causar danos ao desenvolvimento das plantas (NEVES, 2008).

2.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Alberoni (1998) destaca ainda a necessidade de controle da condutividade elétrica (CE) da solução, uma vez que a CE determina quanto de adubo há na solução (quantidade de íons). Quanto mais íons tiver na solução, maior será a CE. Os valores ideais da CE na solução, sugerido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), ficam na faixa de 1,5 a 3,5 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Tais valores são recomendado para o verão ou locais de clima quente (FURLANI, 1998). Valores acima dessa faixa são prejudiciais à planta, enquanto valores inferiores indicam a deficiência de um ou mais elemento, embora não se saiba quais e em que quantidade.

A resposta só pode ser obtida com a análise química laboratorial da solução nutritiva. O autor destaca ainda que o pH da solução nutritiva é tão importante quanto a CE, pois as plantas não conseguem sobreviver com valores abaixo de 3,5. Os efeitos do pH podem ser diretos, quando houver a ação de íons H^+ sobre as células; ou indiretos, quando afeta a disponibilidade de íons essenciais para o desenvolvimento da planta.

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 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$; no caso do milho, tem-se demonstrado que se pode trabalhar com condutividade em torno de 4,5 a 6,0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

2.5 TÉCNICA DO FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTE (NFT)

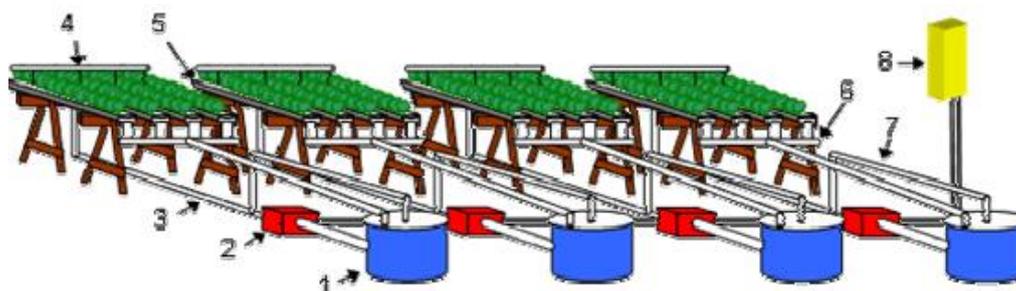
O NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes) é um conceito desenvolvido por Allen Cooper, sendo um dos maiores pesquisadores na área dos sistemas hidropônicos. Este sistema é classificado como um sistema

fechado, na qual o meio de cultivo é uma solução nutritiva que circula pelo sistema continuamente (RODRIGUES, 2002; CAMPÊLO, 2007).

Este sistema apresenta inúmeras vantagens, tendo como principal o cultivo utilizando águas salobras, estas potencializam a utilização da hidroponia NFT como alternativa de cultivo com águas nas regiões semiáridas do país (RODRIGUES, 2002; SOARES, 2007; PAULUS, 2010). O sistema apresenta como desvantagens o custo de instalação e manutenção, energia elétrica e conhecimento técnico (FURLANI et al., 1999; PIETRO MARTINEZ & SILVA FILHO, 2006).

O sistema NFT é baseado no cultivo de plantas com circulação de solução nutritiva nas raízes com espessura laminar. A solução é bombeada para os canais de cultivo atravessando e retornando para o reservatório, constituindo um sistema fechado, ou seja, há o reaproveitamento da solução nutritiva, como ilustrado na Figura 1 (FURLANI et al., 1999; RODRIGUES, 2002).

Figura 1: Esquema de uma bancada de cultivo hidropônico do tipo NFT. 1- Reservatório de Solução Nutritiva; 2- Motobomba; 3- Tubulação de Recalque de Solução; 4- Barrilete de Distribuição da Solução Nutritiva; 5- Canal de Cultivo; 6- Tubulação de Retorn.



Fonte: Cometti (2003).

Por promover a recirculação da solução nutritiva, Montezano et al., (2002) afirmam que essa técnica possibilita uma maior eficiência na utilização da água. Vários autores já confirmaram a eficiência do sistema, como López Galvez e Peil (2000) em experimento com tomate, compararam a produção em sistema NFT e em substrato, concluindo que a técnica NFT melhorou a eficiência no uso da água em 62%, Peil et al. (1999) também, mas com a cultura do pepino e feijão-vagem.

Apesar dos resultados promissores, existe a necessidade de maiores informações a respeito do sistema NFT para produção de outras culturas, como o

milho, visando subsidiar produtores agrícolas que realizam a atividade sem nenhum suporte técnico e/ou científico.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protocolo de produção de forragem verde de milho hidropônico, com uso de água salobra apresentando condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, sob diferentes tipos de substratos e métodos de distribuição de água.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desenvolvimento do milho hidropônico nos substratos mais abundantes na região semiárida, como também o seu rendimento em cada um deles;
- Definir um sistema de distribuição de água que atenda todas as exigências de produção do milho hidropônico;
- Verificar se a solução nutritiva indicada pela FAO atente a todos os parâmetros nutricionais que a forragem verde hidropônica necessita.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de caprino do IF SERTÃO-PE Campus Petrolina Zona Rural (9°20'06.1"S, 40°41'17.5"W) e na cidade de Dormentes-PE (8°26'28.8"S, 40°46'00.8"W). Essa utilizando a técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT) e difusores, já na cidade de Dormentes foi optado apenas pelo sistema com difusores.

O clima da região é classificado como semiárido quente e seco do tipo BSh, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger. Segundo Texeira (2004) dados a média anual de insolação nessa região é de 7,6 horas diárias de brilho solar e radiação solar global de 18,2 MJ.m⁻².dia⁻¹, o índice pluviométrico médio anual da região está entre 400 e 600 mm, com temperatura média anual de 26 °C, podendo variar de 19 a 33 °C, umidade relativa do ar anual entre 60 e 70%, e evapotranspiração média de 8 mm.dia⁻¹.

Foram utilizados oito canteiros, quatro com difusores e quatro com o sistema NFT, e duas repetições. Os canais de cultivo possuíam dimensões de 6,0 x 1,0 m, com inclinação do terreno de 4% para que a solução nutritiva escoe por gravidade. Usaram-se como bordadura, telhas de barro e, em seguida, revestimento com lona dupla face, ficando a parte escura voltada para face interna e a parte clara exposta à luz.

As unidades demonstrativas foram conduzidas em um ambiente meia sombra, sendo exposto ao sol apenas no período da manhã. Para acionamento do sistema de irrigação, fez-se uso de uma bomba periférica de 0,5 Cv, controlada por um timer, acionando o sistema uma vez por dia, no período das 14h.

Do 1º ao 3º dia, usou-se 15 litros de água/canteiro/dia. Do 4º ao 7º dia, usou-se 20 litros de água/canteiro/dia. E do 8º ao 15º dia, usou-se 30-35 litros de água/canteiro/dia. Utilizaram-se dois tipos de água com diferentes concentrações de sais, quais sejam: água do Rio São Francisco e água de poço tubular do município de Dormentes-PE e cinco tipos de substratos diferentes (feno de capim tifton, capim elefante, capim buffel, silagem de sorgo e bagaço de cana). Foi realizada uma análise químicas da água de poço utilizada.

4.1 PROTOCOLO DEFINIDO DE PRODUÇÃO - MILHO HIDROPÔNICO

1º passo: Preparo da Área e Construção dos Canteiros

- Escolher a área de implantação, sendo esta próxima a disponibilidade de água.
- Limpar o terreno (Figura 2), com auxílio de ferramentas (enxada, rastelo, pá), sem que permaneça qualquer rejeito, entulho, plantas, pedras, e etc.
- Confeccionar os canteiros a um declive de 4%. Usar nível de pedreiro, trena, enxada, compactador, e etc.
- Fazer a bordadura do canteiro (parede do canteiro), usando materiais como: Blocos, tijolos, madeiras, telhas, montante do próprio solo, dentre outros.
- Forrar a área interna do canteiro com uma lona dupla face (Figura 3), com a parte branca da lona voltada para cima.
- Instalar o sistema de irrigação (Figuras 4 e 5).

Figura 2: Limpeza da área e construção dos canteiros.



Fonte: Autor.

Figura 3: Forração do canteiro com lona duplaface.



Fonte: Autor

Figura 4: Instalação do sistema de fluxo laminar de nutriente (NFT).



Fonte: Autor

Figura 5: Instalação do sistema por Difusores.



Fonte: Autor

2º passo: Semeadura.

- Selecionar as sementes e colocar de molho em água por 24 horas, para facilitar a germinação (Figura 6).

Figura 6: Pré-germinação das sementes, por um período de 24 horas.



Fonte: Autor

3º passo: Condução.

- Distribuir uma primeira camada de substrato de dois centímetros, até cobrir por completo o fundo branco da lona (Figura 7).
- Espalhar sobre o substrato 1,5 kg/m², cobrindo-as com mais dois centímetros de substrato, sem que fique semente descoberta (Figura 8).
- Fazer a adubação após quatro dias de semeadura do grão com solução nutritiva, indicado pelo: Manual “La Huerta Hidroponica Popular” FAO, 1996/1997.
- Irrigar todo o sistema desde o primeiro dia, e suspender a irrigação três dias antes da colheita.

Figura 7: Sementes do milho, 1,5 kg de sementes/m².



Fonte: Autor

Figura 8: Cobertura das sementes com 2 cm de substrato.



Fonte: Autor

4º passo: Preparação da solução nutritiva.

- Preparar a solução nutritiva (Manual Técnico FAO, 2001), sendo dividida em Solução “A” e Solução “B” (Figura 9).
- Diluir as soluções separadamente em água potável. Diluir a Solução Nutritiva “A” em 10 litros de água. Diluir a Solução Nutritiva “B” em 4 litros de água.
- Formular a solução definitiva, agregando 312,5 ml da Solução “A” e 125 ml da Solução “B” em duas caixas, ambas de 250 litros, uma com água do Rio São Francisco e a outra contendo água salina com condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 10).

Figura 9: Solução nutritiva.



Fonte: Autor

Figura 10: Análise da condutividade elétrica da água.



Fonte: Autor

5º passo: Acionamento do sistema de irrigação.

- Acionar o sistema de irrigação, sendo que cada canteiro ou sistema possui um protocolo particular, tudo isso depende de fatores abióticos, como radiação, temperatura, umidade, substrato, dentre outros. Aplicando-se uma lamina de água regular e satisfatória para que o substrato permaneça sempre umedecido (Figuras 11 e 12).

Figura 11: Sistema de irrigação com Difusores.



Fonte: Autor

Figura 12: Acionamento do sistema de irrigação com difusores.



Fonte: Autor

6º passo: Colheita.

- Colher o milho hidropônico no 15º dia (Figuras 13, 14 e 15), enrolando-o como se fosse um tapete.
- Fornecer a forragem triturada a caprinos e ovinos, utilizando auxílio de forrageira para trituração e homogeneização para que haja uma maior aceitação. Para os demais animais, fornecer a forragem inteira.
- Enriquecer esse volumoso, misturando com alimentação concentrada (Farelo de trigo, farelo de soja, e etc) (Figura 16).

Figura 13: Forragem Verde de Milho Hidropônico no 15º dia.



Fonte: Autor

Figura 14: Milho hidropônico é colhido no 15º dia, enrolado como se fosse um tapete.



Fonte: Autor

Figura 15: Foto aérea das unidades.



Fonte: Autor

Figura 16: Produção final do Milho.



Fonte: Autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características químicas da água de poço utilizada estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Características químicas da água de poço utilizada.

pH	Ca	Na	k	CE (dS cm⁻¹)	Mg
6,8	4,41	7	1	4,0	0,621

Fonte: Autor

A produção em kg/m² de forragem verde hidropônica com água do Rio São Francisco e água de poço tubular com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ foram semelhantes, considerando os substratos, e a distribuição de água em todos os ensaios.

As médias de taxa de germinação e peso de matéria fresca produzidas no sistema de fluxo contínuo da lamina de água (NFT) obtiveram resultados ineficientes, principalmente pela falta de uniformidade do terreno, fazendo com que a lamina de água não atingisse toda a base do canteiro, conseqüentemente ocasionado a falta de umidade e escassez hídrica (Tabela 3). Em contrapartida, o sistema de rega e difusor apresentaram melhores resultados, e conseqüentemente aumentando a produção aproximadamente em 15% em relação ao sistema hidropônico retornável (NFT).

Tabela 3: Produção Média de Milho Hidropônico em Diferentes Substratos e Águas de diferentes Condutividades Elétricas.

Tipo de Substrato	Água do Rio São Francisco	Água Salina (4,0 dS m⁻¹)
Feno de Capim Tifton	17,9 kg/m ²	18,1 kg/m ²
Capim Elefante	20,7 kg/m ²	20,4 kg/m ²
Capim Buffel	20,1 kg/m ²	20,6 kg/m ²
Silagem de Sorgo	25,6 kg/m ²	25,0 kg/m ²
Bagaço de Cana	23,5 kg/m ²	23,0 kg/m ²

Fonte: Autor.

A forragem fresca de milho hidropônico teve uma excelente aceitação pelos animais, além de servir como suplementação alimentar de aves, coelhos, equinos, suínos, peixes, ovinos e caprinos.

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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível a elaboração do protocolo de produção e desenvolvimento de cultivo hidropônico de milho, com água salobra e normal, podendo-se garantir a segurança alimentar de rebanhos, com forragem de elevada qualidade nutritiva, para melhorar o desempenho dos rebanhos com conseqüente aumento de suas rendas e contribuir para a redução das desigualdades sociais e regionais, respeitando os princípios e normas ético-ambientais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – alface, rabanete, rúcula, almeirão, chicória, agrião**. São Paulo: Nobel, 102p, 1998.

ALVES, M.S.; SOARES, T.M.; SILVA, L.T.; FERNANDES, J.P.; OLIVEIRA, M.A.; VITAL, P.S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 491-498, May 2011 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000500009>.

ANDRADE NETO, C.O. MELO FILHO C.P., MOURA L.R.B., MIRANDA, R.J.A., PEREIRA, M.G., MELO H.M.S., LUCAS FILHO, M. **Hidroponia com Esgoto Tratado – 78 Forragem Hidropônica de Milho**, Anais do Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6, Vitória: ABES, p.1-8, 2002.

ARANO, C. **Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra**. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos. Aires, Argentina, 1998.

BARDHAN, S., WATSON, M., DICK, W. A. Plant growth response in experimental **soilless mixes prepared from coal combustion products and organic waste materials**. **Soil Science**, Baltimore, v. 173, n. 7, p. 489-500, 2008.

BOARETTO, A. E.; TIRITAN, C.S.; MORAO FILHO, F.A.A. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf Zn concentrations and Zn within the plant. **Acta Horticulturae**, v. 594, p. 203-209, 2002.

BLISKA JR. A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha tecnológica hidropônica**. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1996, 87p.

BRAVO RUIZ, M. R. **Niveles de Avena Hidropónica en la Alimentación de Conejos Angora**. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile, 1988.

CAMPÊLO J.E.G., OLIVEIRA J.C.G., ROCHA A.S., CARVALHO J.F., MOURA G.C., OLIVEIRA M.E., SILVA J.A.L., MOURA J.W.S., COSTA V.M., UCHOA L.M. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p.276- 281, 2007.

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

COMETTI, Nilton Nélio. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT.. 128p, 2003. (Tese doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

DIAS, NS; OLIVEIRA, AM; SOUSA NETO, ON; BLANCO, FF; REBOLÇAS, JRL. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.

FAO - Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. (2006) **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, 73p.

FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas, Instituto Agronômico, 1998, 30p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L.C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Capinas, Instituto Agronômico (Boletim Técnico 180), 1999. 52p.

HENRIQUES, E.R. **Manual de produção – forragem hidropônica de milho**. Uberaba: FAZU, 15p, 2000.

MATHIAS, M. **NFT in Brazil**. Practical Hydroponics & Greenhouses. Narrabeen, p.33-40, 2008.

MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. **Journal of Hydrology**, v. 391, p. 202–216, 2010.

MÜLLER L., SANTOS O.S., MANFRON P.A., MEDEIROS S.L.P., HAUT V., NETO D.D., MENEZES N.L., GARCIA D.C. Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p.1094-1099, 2006.

NEVES A.L.A. **Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal**. Viçosa: CPT, 242p, 2009.

OLIVEIRA, A.L., ISEPON, O.J., BUZETTI, S. **Produção de milho pelo sistema de hidroponia**. In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba: SBZ, 2001.

PATE R, POHL P, DAVIS J, CAMPBELL J, SZUMEL L, BERRY N, GUPTA V, BAYNES E, NAKAOKA T, LOEST C, WAGGONER J, GIACOMELLI G, JORDAN J, AGUIRRE C, RAMOS D, OCHOA J & AGUILAR J. **Assessment of Water Savings Impact of Controlled Environment Agriculture Utilizing Wirelessly Networked - Sense Decide Act Communicate (SDAC) Systems**. New Mexico, Sandia National Laboratories, 120p. (Boletim técnico), 2005.

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

PAULUS, D., PAULUS, E., NAVA, G.A., MOURA, C.A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p. 110-117, 2012.

PÉREZ LAGOS, N. **Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido em Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros**. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile, 1987.

PÍCCOLO, M. A., COELHO, F. C., GRAVINA, G. A., MARCIANO, C. R., RANGEL, O. J. P. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. **Revista Ceres**, v. 60, n.4, p. 544. 2013

PIETRO MARTINEZ, H.E.; SILVA FILHO, J.B. Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. Viçosa: Ed. UFV, 2006.111p

QUADROS, D G, OLIVER, AP.M., REGIS, U, VALLADARES, R, SOUZA6, PHF. FERREIRA, EJ. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos e ovinos em reator contínuo de PVC flexível. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 14, n. 3, p. 326-332, mar. 2010 .

SANTOS, A.N., SOARES, T.M., SILVA, E.D.F., SILVA, D.J., MONTENEGRO, A.A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da

dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p. 961-969, 2010.

SÁNCHEZ, A. **Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay**. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú, 2000.

SOARES, HR et al. Crescimento de alface e consumo de água no sistema hidropônico NFT utilizando água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 636-642, 2015.

TEIXEIRA, N.T. Hidroponia: **uma alternativa para pequenas áreas**. **Guaíba: Agropecuária**, 86p, 1996.

TEIXEIRA. A. H. C.; Lima Filho. J. M. P. **Cultivo da mangueira: Potencial climático da região do Submédio São Francisco**. Sistema de produção 2, Versão eletrônica, 2004.

TESTEZLAF, R. **Irrigação em ambientes protegidos**. In: Agriplast 97 e Encontro de Hidroponia, 2, Campinas 1997. Anais... Campinas:UNICAMP 78 p, 1997.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminat**. 2 ed. Ithaca, NY: Cornell University, 476p, 1994.