

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

NATÁLIA SIMARRO FAGUNDES

**PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE ALFACE, TIPOS MIMOSA E ROMANA EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA,
EM SISTEMA NFT**

**Uberlândia – MG
Agosto – 2006**

NATÁLIA SIMARRO FAGUNDES

**PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE ALFACE, TIPOS MIMOSA E ROMANA EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA,
EM SISTEMA NFT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

**Uberlândia – MG
Agosto - 2006**

NATÁLIA SIMARRO FAGUNDES

**PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE ALFACE, TIPOS MIMOSA E ROMANA EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA,
EM SISTEMA NFT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheira Agrônoma.

Aprovado pela Banca Examinadora em 17 de agosto de 2006

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

Eng. Agr. Dra. Monalisa Alves Diniz da Silva
Membro da banca

Bióloga, Ana Carolina Borges Sodré
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter iluminado e guiado o meu caminho.

A minha mãe Marilene pela dedicação, pelo carinho, por acreditar nos meus objetivos e por sempre me apoiar em todos os momentos.

As minhas irmãs Nadia, Núbia e Naiara sempre presentes pelo carinho e incentivo.

Ao meu noivo William por todo amor, carinho e apoio recebido.

Ao meu pai Nerlito, que foi quem sempre me incentivou e que mesmo distante é um exemplo para minha vida.

Aos meus amigos agradeço pelo companherismo e apoio em todos os momentos.

Aos colegas Vinicius, Cecília, Ana Carolina e Erika pela ajuda na execução do experimento.

Ao professor José Magno Queiroz Luz pela orientação, dedicação e paciência para realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho avaliou o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa*), tipos Mimosa e Romana cultivares, Salad Bowl e Romana Balão respectivamente, em diferentes concentrações de solução nutritiva e posições no canal de cultivo, em hidroponia, sistema NFT (Fluxo Laminar de Nutrientes). Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Uberlândia, no período de vinte de maio a dezessete de julho de 2005. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas as concentrações da solução (1- 50%; 2- 75%; 3- 100%; 4- 125%) e as sub-parcelas as posições das plantas no perfil hidropônico (1- inicial; 2- intermediária; 3- final). Cada posição constou de cinco plantas, e cada concentração de três repetições, totalizando 12 parcelas e 36 sub-parcelas. Aos 59 dias após a semeadura, iniciou-se a colheita sendo avaliadas as seguintes características: altura da planta para a cultivar tipo Romana, massas fresca e seca da parte aérea e das raízes e número de folhas. Para as duas cultivares não foram constatadas diferenças significativas em nenhuma das características avaliadas em relação à concentração da solução considerando como um fator isolado. No entanto, quanto a posição das plantas no perfil, ocorreram interações significativas, para as características de massas fresca da parte aérea e da raiz e massa seca da parte aérea, principalmente na concentração de 75% da solução nas posições intermediária e final do canal para a cultivar Romana Balão. Diante dos resultados conclui-se que as cultivares de alface Salad Bowl e Romana Balão, podem ser cultivadas na solução diluída de 50%.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	06
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 Cultivo Hidropônico.....	07
2.2 A cultura da alface.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Local de instalação e condução do experimento.....	13
3.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	16
3.3 Características avaliadas.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Alface tipo Mimosa.....	18
4.2 Alface tipo Romana.....	19
5 CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é a ciência de cultivar plantas sem solo, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada que contém água e todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta. Inúmeras vantagens podem ser obtidas com o cultivo hidropônico, como a redução dos impactos ambientais pela isenção ou diminuição no uso de produtos químicos e redução do número de atividades relacionadas a operações com tratamentos culturais, homogeneização na produção e colheita, boa qualidade final das plantas, maior produtividade por área cultivada e rápido retorno econômico.

No Brasil diversas técnicas de cultivo sem solo tem sido desenvolvidas e utilizadas, sendo a principal, o fluxo laminar de nutrientes (Nutrient Film Technique- NFT) (FAQUIM; FURLANI, 1999). O cultivo hidropônico de plantas no Brasil tem crescido nos últimos anos, sendo sua técnica ainda pouco conhecida por parte dos agricultores tradicionais, o que gera insegurança na adoção desse sistema de produção. Porém, buscando atender a um mercado cada vez mais exigente em qualidade, a hidroponia se apresenta como uma técnica promissora.

Um aspecto fundamental para o cultivo hidropônico é a escolha da solução nutritiva, que deve ser formulada de acordo com o requerimento nutricional da espécie que se deseja produzir, ou seja, em proporções adequadas de todos os nutrientes essenciais para o seu crescimento. No entanto, são poucas as informações sobre qual seja a melhor solução. Além disso, fatores como idade das plantas, época do ano e condições climáticas locais, influenciam a eficiência da solução nutritiva (FAQUIM, 1996).

Entre as muitas espécies que são ou podem ser cultivadas em hidroponia a principal é a alface (*Lactuca sativa*), principalmente as do tipo crespa. Portanto a realização deste trabalho procurou, avaliar o desenvolvimento dessa espécie, com cultivares tipos Mimososa e Romana em diferentes concentrações da solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999), em sistema de hidroponia NFT.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultivo Hidropônico

O termo hidroponia deriva de duas palavras gregas: *hydro*, água, e *ponos*, trabalho. A combinação dessas duas palavras significa “trabalhar com a água” e, implicitamente, o uso de soluções de adubos químicos para se criar plantas sem terra (DOUGLAS, 1987).

Na hidroponia as plantas não entram em contato com o solo, sendo, simplesmente, produzidas em soluções nutritivas, que são preparadas cuidadosamente para nutrir a planta, circulando entre suas raízes (ALBERONI, 1998).

Segundo Martinez (1997) a partir da década de 30 até o final da Segunda Guerra Mundial, a técnica foi utilizada devido às condições ambientais desfavoráveis ao cultivo tradicional, principalmente no período em guerra. Nesta época o cultivo utilizado era do tipo DFT (Deep Flow Technique), onde as raízes das plantas ficavam constantemente imersas em água. O cultivo hidropônico foi então relançado por Allen Cooper em 1965, na Inglaterra, onde um novo sistema, denominado NFT (Nutrien Film Technique), Técnica do Filme de Nutriente ou do fluxo laminar de nutrientes foi proposto, viabilizando a hidroponia em escala comercial.

Hoje tem-se a certeza de que a hidroponia é uma tendência mundial, comprovadamente produtiva e lucrativa. Observa-se ainda em relação a este método de cultivo inúmeras outras vantagens, como a redução dos impactos ambientais pela diminuição e até mesmo isenção no uso de produtos químicos e redução do número de operações com tratamentos culturais durante o ciclo cultural, homogeneização na produção e colheita, produção durante todo o ano, boa qualidade final das plantas, maior produtividade por área cultivada, rápido retorno econômico e baixos riscos climáticos. (ALBERONI, 1998)

A Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT) vem sendo preferencialmente utilizada pelos hidroponicultores e, dentre as muitas espécies cultivadas, as hortaliças folhosas são as principais, destacando-se a alface, o agrião, a rúcula, o almeirão, a salsa e a cebolinha, segundo Faquim e Furlani (1999).

Na hidroponia, o monitoramento da concentração dos nutrientes na solução nutritiva e a avaliação visual do desenvolvimento das plantas são práticas a serem executadas diariamente. A análise foliar também é uma técnica importante de avaliação do estado

nutricional das plantas. Dessa forma, quando a solução nutritiva não possui os nutrientes em quantidades suficientes e balanceados, as plantas não irão crescer e produzir adequadamente (LIBERTAÇÃO, 2003).

No Brasil, o cultivo hidropônico de hortaliças é uma realidade, concentrando-se ao redor dos grandes centros urbanos, sendo utilizado principalmente no cultivo da alface. Uma série de fatores vislumbrava um futuro brilhante para a hidroponia, como componente do setor de produção de alimentos para a população brasileira: escassez de mão de obra na produção agrícola e de solos de melhor fertilidade; incidência de doenças de solo de difícil controle químico, físico ou genético; rápido desenvolvimento das técnicas de hidroponia e da plasticultura; uso racional da água, fertilizantes e defensivos agrícolas; preservação do meio ambiente; obtenção de elevada produtividade de produtos de alta qualidade em áreas relativamente pequenas, perto dos centros consumidores; mercado cada vez mais competitivo e consumidor mais exigente. Hoje, vive-se essa realidade na prática (FAQUIM et al., 1999).

Este sistema pode ser usado tanto nas grandes áreas como nas pequenas propriedades, apresentando inúmeras vantagens sobre o cultivo no solo, como a redução dos custos operacionais de cultivo, antecipação da colheita, melhor aproveitamento dos fertilizantes, fornecimento de produtos com excelente qualidade e alto valor nutritivo e favorecimento da padronização do tamanho das plantas e frutos, além de não haver a necessidade da utilização de maquinário e implementos agrícolas (JESUS FILHO, 2000).

No Brasil, devido ao risco do cólera, a alface produzida no sistema NFT oferece menor risco que a produzida em cultivo tradicional, em função disto o seu valor de mercado é geralmente maior (CASTELLANE; ARAÚJO, 1994).

Mas existem ainda algumas desvantagens no sistema, como um custo inicial elevado da implantação, exigência de assistência ou conhecimento técnico efetivo sobre o sistema, risco de perdas por falta de energia elétrica em sistemas automatizados, se a água estiver contaminada por patógenos ou impurezas todo o sistema é afetado, falta de conhecimento das técnicas de hidroponia e plasticultura e exigência de mão de obra especializada, requer um acompanhamento permanente do funcionamento de todo o sistema e controle da solução nutritiva (FAQUIM et al, 1996).

Para diversas hortaliças de folhas o Instituto Agrônomo de Campinas tem uma proposta de preparo de solução nutritiva visando o cultivo hidropônico, que já é utilizada por muitos produtores em escala comercial (FURLANI et al., 1999). Uma solução nutritiva equilibrada e com concentração ideal de nutrientes é o princípio básico da hidroponia. Porém

ainda não existe uma solução que seja sempre superior às outras no que diz respeito a sua composição, pois as plantas têm grande capacidade de adaptação a diferentes condições de meio nutritivo.

Dulgheroff (2004) afirma que muitas espécies podem e já são cultivadas em hidroponia, as hortaliças folhosas e ervas condimentares e aromáticas são as principais, e dentre estas estão a couve-chinesa (*Brassica pekinensis*), sálvia (*Salvia officinalis*), coentro (*Coriandrum sativum*), salsa crespa (*Petroselinum crispum*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e mostarda (*Brassica juncea*). No entanto, a própria alface que é a espécie mais cultivada em hidroponia, ainda é carente de informações quanto à produção hidropônica de cultivares dos tipos Mimosa e Romana.

Alguns trabalhos já foram feitos testando diferentes soluções nutritivas, originalmente elaboradas para hortaliças folhosas, e em diferentes concentrações para as espécies condimentares e aromáticas, tais como: cebolinha, salsa e alfavaca, tendo como principais resultados que para a salsa e alfavaca a recomendação é o uso da solução nutritiva padrão de Furlani et al. (1999), mas por outro lado, a cebolinha pode ser cultivada em uma concentração mais diluída (SANTOS, 2002). Haber (2003) trabalhando em sistema hidropônico com hortelã-pimenta observou uma redução de 20 dias no ciclo da cultura quando comparado as condições de campo e das características avaliadas, somente para altura houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, com a concentração de 80% apresentando resultados superiores às demais.

No cultivo da chicória, relatou-se que não houve diferença significativa para as diferentes concentrações de solução nutritiva. No entanto, verificou-se diferença significativa para o fator posição da planta no perfil hidropônico para as características massa fresca da parte aérea e número de folhas com melhor desempenho na posição final. Houve interação significativa para variável número de folhas na concentração de 125%, com melhor desempenho nas posições intermediária e final (LIBERTAÇÃO, 2003).

Entretanto, Precioso (2003) verificou que para o agrião não houve diferença significativa tanto para a posição no canal de cultivo, como para as concentrações de solução nutritiva. Resultados semelhantes foram obtidos por Guerra (2003), Doro (2003) e Pirolla (2003) ao trabalharem com rúcula, almeirão e chicória lisa respectivamente. Cassiano (2005) avaliando sálvia, também não encontrou diferença significativa, para todas as características avaliadas, entre as diferentes concentrações nutritivas utilizadas.

Flausino (2004) verificou que para cultura da salsa crespa em hidroponia, sob diferentes concentrações e diferentes posições no perfil houve diferença significativa apenas

para altura média das plantas quanto à concentração com melhores resultados na concentração de 100%, já quanto à posição das plantas no perfil, houve diferença significativa para massa seca tanto da raiz quanto da parte aérea apresentando resultados superiores nas posições intermediária e final. Já Andrade (2004) constatou que para a cultura do coentro em sistema de hidroponia em diferentes concentrações de solução nutritiva e diferentes posições no perfil, houve diferença significativa quanto à posição para massa seca da raiz e número de folhas. Dulgheroff (2004), avaliando mostarda, não verificou diferença significativa para as diferentes concentrações da solução nutritiva, no entanto observou que para o fator posição da planta no perfil, houve diferença significativa para as características de altura, massa fresca da parte aérea e raiz e massa seca da parte aérea e da raiz com melhor desempenho na posição intermediária.

Lima (2004) trabalhando com couve-chinesa verificou que ocorreram diferenças significativas para concentração da solução para as características altura e massa fresca e seca da parte aérea com a concentração de 125% apresentando resultados superiores aos demais. Também ocorreram diferenças significativas para a posição das plantas no canal, nas características de altura e massa seca da parte aérea com melhor desempenho na posição final.

2.2 A Cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa*) originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. A planta é herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça”, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2003).

O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25cm de solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir 60cm de profundidade (FILGUEIRA, 2003).

As cultivares utilizadas são de coloração verde, em sua maioria; aquelas com margens arroxeadas são aceitas apenas em alguns mercados. No entanto, atualmente, começam a ser plantadas também cultivares roxas, ainda em pequena escala. As cultivares podem ser agrupadas considerando-se as características das folhas, bem como o fato de se reunirem ou

não formando uma cabeça. Assim, obtêm-se seis grupos ou tipos diferenciados: repolhuda-manteiga, repolhuda-crespa (americana), solta-lisa, solta crespa, mimosa e romana (FILGUEIRA, 2003).

A alface tipo Mimosa é uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas que são delicadas, soltas com as bordas recortadas e com aspecto “arrepido”, apresentam coloração verde-clara e crescem em roseta, em volta do caule (FILGUEIRA, 2003; IMPORTADORA DE SEMENTES PARA LAVOURA-ISLA, 2003). A semeadura pode ser feita de fevereiro a setembro, seu ciclo é de 60 dias no verão e 80 dias no inverno. O tamanho comercial varia de 20 a 30 cm de diâmetro (ISLA, 2003).

A alface tipo Romana é uma planta herbácea, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. As folhas são alongadas, consistentes, repolhudas e eretas com nervuras protuberantes, formando cabeças fofas, apresentando coloração verde-clara (FILGUEIRA, 2003; ISLA, 2003). A semeadura pode ser feita de fevereiro a agosto, seu ciclo é de 65 dias no verão e 85 dias no inverno. O tamanho comercial varia de 20 a 30 cm de altura (ISLA, 2003). Este grupo de alface é de reduzida importância econômica, sendo a aceitação restrita pelos consumidores brasileiros (FILGUEIRA, 2003).

Essa folhosa tem grande expressão econômica no mercado hortícola, o que vem favorecendo inúmeros estudos sobre sua cultura. Além disso, a composição média de nutrientes existentes em suas folhas reforça sua necessidade na dieta alimentar (Tabela 1) (ALBERONI, 1998).

Tabela 1- Composição média de uma folha de alface

Água	94%
Energia	18Kcal
Proteína	1,3 g
Gordura	0,3 g
Carboidratos	3,5g
Fibras	0,7 g
Cálcio	68 mg
Fósforo	25 mg
Ferro	1,4 mg
Potássio	264 mg
Vitamina A	1.900 UI
Vitamina C	18 mg
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,08 mg
Niacina	0,4 mg

Fonte: (ALBERONI, 1998).

A hidroponia tem experimentado um grande crescimento, principalmente na cultura de alface (*Lactuca sativa* L.). A alface já era cultivada há milênios na bacia do mediterrâneo, sendo muito apreciada pelos antigos gregos, desde 500 a.C., é uma das hortaliças mais consumidas pela humanidade desde então. Quase que exclusivamente na forma de salada crua (*in natura*). Por isso, deve apresentar a melhor qualidade possível.

Na hidroponia, as cultivares de alface mais produzidas são primeiramente as do tipo Solta Crespa, seguida das do tipo Solta Lisa, o tipo Americana também já é cultivado, mais há poucas informações quanto aos tipos Mimosa e Romana. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico destes tipos em sistema de hidroponia NFT, sob diferentes concentrações da solução nutritiva padrão recomendada por Furlani et al. (1999), e ainda verificar uma possível influência da posição da planta no canal de cultivo sobre as características de desenvolvimento das alfaces tipos Mimosa e Romana.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Instalação e Condução do Experimento

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umuarama, no período de vinte de maio a dezessete de julho de 2005, em ambiente protegido composto de um túnel de vegetação de 5,5x21x3,5m.

A estrutura foi composta de quatro bancadas de cultivo com quatro metros de comprimento cada uma, e nove perfis de polipropileno médios (100 milímetros) para cultivo hidropônico com espaçamentos de 18 centímetros entre canais e 25 centímetros entre orifícios. Cada três perfis foi abastecido por um reservatório plástico de 100 litros ao qual está conectada uma bomba de pequena potência (32 Watts), originalmente usada em máquinas de lavar roupas. Os reservatórios foram pintados com tinta emborrachada branca com o objetivo de evitar o aquecimento da solução nutritiva. O sistema hidropônico adotado foi o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes). A solução nutritiva utilizada foi a proposta por Furlani et al. (1999) (Tabela 2).

Foram realizados dois experimentos simultâneos, cada um com uma cultivar de alface, sendo alface tipo mimosa e tipo romana, cultivares Salad Bowl e Romana Balão respectivamente.

Para o desenvolvimento das mudas foram utilizadas placas de espuma fenólica com dimensões de 2,5 x 2,5 x 3,0 centímetros por célula, as quais após serem enxaguadas com água corrente, com o objetivo de eliminar possíveis compostos ácidos remanescentes de sua fabricação, foram umedecidas com solução nutritiva recomendada por Furlani et al. (1999), diluída em 50% e, mantidas em uma estrutura coberta com tela de sombreamento de 50%. Foram semeadas três sementes por célula sendo cobertas posteriormente com vermiculita fina. Após a germinação foi feito o desbaste deixando uma plântula por célula.

Aos 22 dias após a semeadura, as mudas foram transferidas para bancada tipo berçário que continha perfis de polipropileno pequeno (50 milímetros) no espaçamento de 10 cm entre canais e 10 cm entre orifícios. Nesta fase, foi utilizada solução nutritiva diluída em 50%.

A circulação da solução nutritiva nos perfis foi controlada por um temporizador “timer” programado para permanecer ligado 15 minutos e desligado 15 minutos, durante o dia (06:00 às 18:00 horas) e à noite (18:00 às 6:00 horas) ligado por 15 minutos às 24 horas.

Tabela 2. Quantidade de sais para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva – proposta do Instituto Agrônomo de Campinas (FURLANI et al., 1999)

Nº	SAL OU FERTILIZANTE	g/1000L
01	Nitrato de cálcio hydro Especial	750,00
02	Nitrato de potássio	500,00
03	Fosfato monoamônio (MAP)	150,00
04	Sulfato de magnésio	400,00
05	Sulfato de cobre	0,15
06	Sulfato de zinco	0,50
07	Sulfato de manganês	1,50
08	Ácido bórico, ou	1,50
	Bórax	2,30
09	Molibdato de sódio (Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O), ou	0,15
	Molibdato de amônio	0,15
10	Tenso-Fe® (FeEDDHMA-6% Fe.) ou	30,0
	Dissolvine® (FeEDTA-13% Fe.) ou	13,8
	Ferrilene® (FeEDDHA-6% Fe.) ou	30,0
	FeEDTANa ₂ (10mg/ml de Fe.)	180 ml

Fonte: Furlani et al., 1999

As mudas permaneceram no berçário por um período de 11 dias, quando foram transferidas para as bancadas de cultivo e submetidas à irrigação com as quatro concentrações da solução nutritiva (50%, 75%, 100%, 125%) sob o mesmo regime de circulação da solução já descrito, permanecendo na bancada de cultivo durante 26 dias.

Cada cultivar ocupou três perfis hidropônico na bancada, sendo que no momento da transferência as mudas foram distribuídas nas posições: inicial, intermediária e final do perfil, cada perfil continha 15 orifícios, sendo cinco mudas para cada posição. A solução nutritiva foi preparada a partir da água da rede urbana (Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Uberlândia - DMAE) e conforme recomendação de Martinez (1997), foi deixada em repouso por cerca de 24 horas para eliminação do cloro usado em seu tratamento. Para tanto a estrutura onde foi instalado o experimento, dispunha de dois reservatórios com capacidade de 1000 litros cada, um para armazenar a água da rede urbana e deixá-la em repouso pelo

período recomendado, e outro para o preparo da solução de Furlani na concentração de 125%, usada no abastecimento dos reservatórios de 100 litros.

Para o preparo da solução nutritiva foi utilizado um kit para hidroponia fornecido pela empresa Gioplanta – Comércio e Representação Agrícola Ltda, denominado ‘kit básico’, o qual continha os sais descritos na tabela 2, para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva de Furlani na concentração de 100%. Os sais do kit da solução, depois de diluídos foram adicionados ao reservatório inferior o qual foi completado com o volume de 800 litros de água por meio do reservatório superior, perfazendo desta maneira 800 litros de solução com concentração de 125%. Este reservatório abasteceu os reservatórios das bancadas de cultivo, onde foram feitas as diluições necessárias para cada tratamento. No momento da transferência das plantas para os perfis de 100 milímetros, foram determinadas a condutividade elétrica e o pH das diferentes concentrações (Tabela 3).

Tabela 3- Valores da condutividade elétrica (C.E.) e pH iniciais nas diferentes concentrações e valores da C.E. para ajuste das soluções. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

Concentração (%)	C.E. (mS/cm) Inicial	pH	Ajuste da Solução (C.E. mS/cm)
125	2,2	5,9	≤ 1,7
100	1,9	5,9	≤ 1,5
75	1,6	5,9	≤ 1,3
50	1,3	5,9	≤ 1,0

Medições realizadas com condutivímetro e peagâmetro portáteis.

O manejo da solução nutritiva foi realizado diariamente por meio da reposição da água consumida e do acompanhamento da condutividade elétrica (C.E.) e pH. A correção do pH foi realizada com uma solução de NaOH 1N ou HCl, mantendo-o entre 5,5 a 6,0. O ajuste da solução nutritiva foi efetuado toda vez que a C.E. diminuía 25% em relação a C.E. inicial, para o ajuste foi utilizado soluções específicas para tal, que foram preparadas através de um kit denominado kit de ajuste, também fornecido pela empresa acima citada (Tabela 4). Foram utilizados: 100mL das soluções ajuste A e B, 5mL da solução C para a concentração de 125%; 75mL das soluções A e B e 3,75mL de C para concentração de 100%; e 50mL das soluções A e B e 2,5mL da solução C para concentração de 75%; e 25mL das soluções A e B e 1,25mL da solução C para concentração de 50%, completando-se sempre o volume, com água, para 100mL das soluções A e B e, 5mL para solução C.

Tabela 4 – Composição de sais das soluções de ajuste para as culturas de hortaliças de folhas (Furlani, 1999).

Solução	Sal ou fertilizante	Quantidade(g/10L)
A	Nitrato de potássio	1.200
	Fosfato monoamônio purificado	200
	Sulfato de magnésio	240
B	Nitrato de Cálcio Hydro especial	600
C	Sulfato de cobre	1,0
	Sulfato de zinco	2,0
	Sulfato de manganês	10,0
	Ácido Bórico	5,0
	Molibdato de sódio	1,0
	FeEDTANa ₂ (10 mg/ml de Fe)	120 ml

* Fonte: Furlani et al., (1999).

3.2 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado para cada experimento foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo parcelas: concentração da solução nutritiva (1- 50%, 2- 75%, 3- 100%, 4- 125%) e sub-parcelas: posição da planta no perfil hidropônico (1- inicial, 2- intermediária e 3- final), sendo que cada posição constou de cinco plantas, e cada concentração três repetições, totalizando 12 parcelas e 36 sub-parcelas.

Os resultados foram avaliados com auxílio do programa SISVAR – UFLA.

3.3 Características Avaliadas

Aos 59 dias após a semeadura foram avaliadas as seguintes características: altura de planta em centímetros para a cultivar tipo Romana, número de folhas, massa fresca da parte aérea e da raiz em gramas. Foram coletadas duas amostras de cada sub-parcela uma de 100g

da massa fresca da parte aérea e outra de 50g da massa fresca da raiz, onde logo após a colheita, foram acondicionadas em sacos de papel, os quais foram levados a uma estufa com circulação de ar forçado, para secagem a uma temperatura média de 65°C até atingir peso constante, para avaliação da massa seca da parte aérea e das raízes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Alface tipo Mimosa

O ciclo da alface tipo mimosa é de 60 dias no verão e 80 dias no inverno, (ISLA, 2003), neste experimento, a hidroponia proporcionou uma precocidade quanto ao ciclo desta cultura, visto que foi cultivada no inverno e colhida aos 59 dias após semeadura.

Não houve diferença significativa para as diferentes concentrações da solução nutritiva para a cultura da alface tipo Mimosa (Tabela 5). Isto implica que pode ser usado a solução mais diluída, esta afirmação se dá pelo fato que a alface tipo Mimosa tem um menor desenvolvimento e conseqüentemente menor exigência nutricional que as do tipo solta cresa para as quais a solução padrão proposta por Furlani et al. (1999), normalmente é utilizada. No entanto verificou-se que para o fator posição da planta no perfil, houve diferença significativa para a característica de massa fresca da parte aérea (Tabela 6).

Tabela 5- Quadro de Análise de variância.UFU, Uberlândia, MG, 2006.

Quadrado Médio						
CV	GL	MFPA	MFR	MSPA	MSR	NF
C	3	9788,1707ns	504,8181ns	13,5355ns	0,2800ns	19,6496ns
RA	6	5356,6982	266,1114	17,4047	0,2319	10,6865
P	2	1805,3202*	51,7386ns	2,6211ns	0,1102ns	4,6900ns
C*P	6	237,8432ns	21,9434ns	0,7511ns	0,0102ns	0,4596ns
RB	18	403,2054	35,8213	2,0180	0,0356	2,0263
Media		198,3055	46,1611	9,2555	1,3111	22,8333
CV _A %		36,91	35,34	45,07	36,73	14,32
CV _B %		10,13	12,97	15,35	14,40	6,23

CV- Causas da variação, C- Concentrações, RA – Resíduo das concentrações; P- Posição, C*P- interação entre concentração e posição, RB – Resíduo da posição; CVA- Coeficiente variação concentração, CVB- Coeficiente variação posição, GL- Graus de liberdade, A- Altura, MFPA- Massa fresca da parte aérea, MFR- Massa fresca da raiz, MSPA- Massa seca da parte aérea, MSR- Massa seca da raiz, NF- Numero de folhas, ns- não significativo.

Tabela 6- Médias da massa fresca da parte aérea para a cultura do alface tipo mimosa submetida as diferentes posições nos perfis de cultivo. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

Posição no perfil	MFPA (g)
Inicial	184,32 b
Intermediaria	203,33 ab
Final	207,25 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Esses resultados assemelham-se de outros trabalhos já efetuados como o de Andrade (2004) que constatou que para a cultura do coentro em sistema de hidroponia em diferentes concentrações de solução nutritiva e diferentes posições no perfil houve diferença significativa quanto à posição para massa seca da raiz e número de folhas. Dulgheroff (2004), avaliando mostarda, não verificou diferença significativa para as diferentes concentrações da solução nutritiva, no entanto observou que para o fator posição da planta no perfil, houve diferença significativa para as características de altura, massa fresca da parte aérea e da raiz e massa seca da parte aérea e da raiz com melhor desempenho na posição intermediaria.

4.2 Alface tipo Romana

A semeadura pode ser feita de fevereiro a agosto, seu ciclo é de 65 dias no verão e 85 dias no inverno. O tamanho comercial varia de 20 a 30 cm de altura (ISLA, 2003). Estes dados serviram como base para se constatar através deste experimento, que a hidroponia pode proporcionar uma precocidade quanto ao ciclo desta cultura, visto que a alface cultivada no inverno foi colhida aos 59 dias da semeadura com media de altura de 22,69 cm (Tabela 7).

Não houve diferença significativa para as diferentes concentrações da solução nutritiva para a cultura da alface tipo Romana. No entanto, verificou-se diferença significativa para o fator posição da planta no perfil hidropônico para as características massa fresca da parte aérea e da raiz e massa seca da parte aérea. Houve interação significativa para as variáveis massa fresca da parte aérea na concentração de 75% com melhor desempenho na posição final (Tabela 8), massa fresca da raiz na concentração de 75% com melhor desempenho na posição intermediária (Tabela 9) e massa seca da parte aérea na concentração de 100% com melhor desempenho na posição inicial (Tabela 10).

Tabela 7 - Quadro de Análise de variância. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

CV	GL	Quadrado Médio					
		Altura	MFPA	MFR	MSPA	MSR	NF
C	3	4,4517ns	10760,4140ns	648,1350ns	25,5995ns	0,4059ns	6,9589ns
RA	6	5,0910	3838,0559	314,4000	12,2822	0,1995	2,3833
P	2	1,2424ns	1913,3895*	96,6588*	5,4932*	0,0881ns	1,9670ns
C*P	6	1,2464ns	1181,9251*	86,3708*	4,4169*	0,0438ns	2,4321ns
RB	18	2,4632	288,2757	25,9558	1,4915	0,0436	1,5920
Media		22,6969	255,4616	47,8791	12,7708	1,6561	23,1566
CV _A %		6,90	24,25	37,03	27,44	26,97	6,67
CV _B %		4,80	6,65	10,64	9,56	12,62	5,45

CV- Causas da variação, C- Concentrações, RA – Resíduo das concentrações; P- Posição, C*P- interação entre concentração e posição, RB – Resíduo da posição; CVA- Coeficiente variação concentração, CVB- Coeficiente variação posição, GL- Graus de liberdade, A- Altura, MFPA- Massa fresca da parte aérea, MFR- Massa fresca da raiz, MSPA- Massa seca da parte aérea, MSR- Massa seca da raiz, NF- Numero de folhas, ns- não significativo.

Tabela 8 – Médias da massa fresca da parte aérea (g) de alface tipo Romana produzidas em sistema hidropônico sob diferentes concentrações e posições de cultivo. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

POSIÇÃO	Concentração (%)				MÉDIA
	50	75	100	125	
INICIAL	217,21 cB	263,33 bC	301,66 aA	206,66 cB	247,22 B
INTERMEDIÁRIA	221,10 bAB	279,99 aB	285,55 aB	210,00 bB	249,16 B
FINAL	230,55 cA	303,88 aA	277,22 bB	268,33 bA	269,99 A
MÉDIA	222,95 a	282,40 a	288,14 a	228,33 a	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 9 – Médias da massa fresca da raiz (g) de alface tipo Romana produzidas em sistema hidropônico sob diferentes concentrações e posições de cultivo. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

POSIÇÃO	Concentração (%)				MÉDIA
	50	75	100	125	
INICIAL	43,33 bB	46,11 bB	57,22 aA	31,77 cB	44,61 A
INTERMEDIÁRIA	47,22 cA	60,55 aA	54,44 bA	35,00 dB	49,30 A
FINAL	47,22 bcA	58,89 aA	49,44 bB	43,33 cA	49,72 A
MÉDIA	45,92 a	55,18 a	53,70 a	36,70 a	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 10 – Médias da massa seca da parte aérea (g) de alface tipo Romana produzidas em sistema hidropônico sob diferentes concentrações e posições de cultivo. UFU, Uberlândia, MG, 2006.

POSIÇÃO	Concentração (%)				MÉDIA
	50	75	100	125	
INICIAL	10,75 cB	12,50 bB	15,69 aA	10,31 cB	12,31A
INTERMEDIÁRIA	11,47 cAB	13,27 bB	14,63 aB	10,41 dB	12,44 A
FINAL	11,77 cA	15,22 aA	13,78 bB	13,41 bA	13,54 A
MÉDIA	11,33 a	13,66 a	14,70 a	11,37a	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Resultados semelhantes foram obtidos por Libertação (2003) ao avaliar a cultura da chicória onde se observou que não houve diferença significativa para as diferentes concentrações da solução nutritiva. No entanto, verificou-se diferença significativa para o fator posição da planta no perfil hidropônico para as características peso de matéria fresca da parte aérea e número de folhas, com melhor desempenho na posição final. Houve interação significativa para variável número de folhas na concentração de 125%, com melhor desempenho para plantas nas posições intermediária e final.

Entretanto Precioso, (2003) verificou que para o agrião não houve diferença significativa tanto para a posição no canal de cultivo, como para as concentrações de solução nutritiva. Resultados semelhantes foram obtidos por Guerra (2003) e Doro (2003) ao trabalharem com rúcula e almeirão respectivamente. Pirolla (2003), avaliando chicória crespa, também não encontrou diferença significativa, para todas as características avaliadas, entre as diferentes concentrações nutritivas utilizadas.

Considerando que em termos de produção hidropônica, as variáveis mais importantes são pesos das massas frescas da planta, já que plantas com maior peso tendem a apresentar maior altura e melhor aspecto comercial. A concentração de 75% nas posições intermediária e final, permite de certa forma inferir que esta solução possa ser a mais indicada para a alface tipo Romana. No entanto é possível que mesmo a solução de 50% possa ser indicada já que considerando isoladamente o fator concentração da solução, não houve diferença significativa. Outra consideração que reforça esta possibilidade, é que a alface tipo Romana tem um menor desenvolvimento e conseqüentemente menor exigência nutricional que as do tipo solta crespa para as quais a solução padrão proposta por Furlani et al. (1999), normalmente é utilizada.

5 CONCLUSÕES

Para o cultivo hidropônico de alface, tipo Mimososa cultivar Salad Bowl e tipo Romana cultivar Romana Balão a solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) na concentração 50% é suficiente.

REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia:** como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo, São Paulo: Nobel, 1998.102 p.

ANDRADE, L. V. **Cultivo Hidropônico de coentro em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

CASSIANO, C. V. **Produção hidropônica de sálvia (*Salvia officinalis*) em diferentes concentrações de solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo:** hidroponia. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43p.

DORO, L. F. A. **Cultivo hidropônico de Almeirão em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2003.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia:** cultura sem terra. São Paulo: Nobel, 1987. 141p.

DULGHEROFF, B. M. **Cultivo Hidropônico de mostarda em diferentes concentrações de solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, set./dez. 1999.

FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. **Produção de alface em hidroponia.** Lavras: UFLA, 1996. 50p.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos.** Universidade Federal de Lavras, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412 p.

FLAUSINO, F. **Diferentes concentrações de solução nutritiva no cultivo hidropônico de Salsa Crespa em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

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

GUERRA, G. M. P. **Cultivo hidropônico de Rúcula em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

HABER, L. L. **Cultivo hidropônico de Hortelã-Pimenta, melissa e Manjerona em diferentes concentrações da solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

IMPORTADORA DE SEMENTES PARA LAVOURA-ISLA. **Catálogo 2002/2003.** Porto Alegre: Isla Sementes, 2002. 74p.

JESUS FILHO, J. D. **Hidroponia de plantas aromáticas, condimentares e medicinais.** São Paulo: Vídeo Par, 2000. 27p. Manual técnico.

LIBERTAÇÃO, A. G. **Cultivo hidropônico de Chicória em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2003.

LIMA, I. A. **Produção da couve-chinesa (*Brassica pekinensis*) em hidroponia, sistema NFT, com diferentes concentrações de solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

MARTINEZ, H. E. P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais.** Jaboticabal: FUNEP, 1997. 31p.

PIROLLA, A. C. **Cultivo hidropônico de chicória em diferentes concentrações de solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

PRECIOSO, M. B. **Cultivo hidropônico de Agrião em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

SANTOS, J. E. **Cultivo hidropônico de *Allium fistulosum* (cebolinha), *Ocimum basilicum* (alfavaca), *Petroselinum crispum* (salsa) em diferentes concentrações de solução nutritiva.** Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.