

## CRESCIMENTO DA ALFACE EM DIFERENTES SUBSTRATOS

### GROWTH OF LETTUCE IN DIFFERENT SUBSTRATES

**Braulio Otomar Caron<sup>1</sup>, Sandro Felisberto Pommer<sup>2</sup>, Denise Schmidt<sup>3</sup>, Paulo Augusto Manfron<sup>4</sup>, Sandro Luís Petter Medeiros<sup>4</sup>**

Recebido em: 27/11/2002; aprovado em: 25/05/2005

#### RESUMO

Conduziu-se um experimento, no inverno e primavera do ano de 2000, em estufa plástica localizada na Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Fitotecnia, com objetivo de avaliar o crescimento de plantas de alface cultivadas em diferentes substratos. Os tratamentos foram húmus + casca de arroz natural (H+CN), substrato comercial (SC), húmus (H), casca de arroz natural (CN), casca de arroz carbonizada (CC) e turfa (T). A fertirrigação foi realizada com base na necessidade da cultura, utilizando-se solução nutritiva. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O experimento foi encerrado quando um dos tratamentos atingiu a massa verde de 200g. planta<sup>-1</sup>. Os parâmetros avaliados foram massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea e área foliar. Os tratamentos H com 318 g de MF, SC com 280,5 g de MF e H+CN com 223,5 g de MF atingiram a fitomassa mínima estipulada no mesmo período de cultivo para as épocas estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa*, ambiente protegido, produção.

#### SUMMARY

The experiment was carried out during the winter and spring crop seasons of 2000, in a plastic greenhouse at the department of plant production, federal university of Santa Maria. The purpose of the experiment was to evaluate the growth of lettuce cultivated in different substrates. The treatments were

humus + raw rice husk (H+RRH), commercial substrate (CS), humus (H), raw rice husk (RRH), carbonized rice husk (CRH), and peat (P). Fertirrigation was provided based on the atmospheric necessities, with nutrient solution. The experiment followed a completely randomized design with four replicates. The experiment was finished when one of the treatments achieved 200g of green mass. The evaluated parameters were shoot fresh and dry matter and leaf area of the plants. The treatments H, CS and H+RRH, with shoot fresh matter of 318g, 280.5g and 223.5g, respectively, obtained the minimum green mass stipulated on the same period of cultivation for the studied seasons.

**KEY WORDS:** *Lactuca sativa*, protected environment, production.

#### INTRODUÇÃO

O solo é considerado o maior meio de crescimento e desenvolvimento das plantas e conseqüentemente, o responsável pela produção das mesmas. Entretanto, no cultivo comercial de hortaliças, uma nova atividade vem se destacando, que é o cultivo sem solo.

Nas últimas décadas, o cultivo em substratos vem ganhando destaque no cenário mundial, devido a problemas originados pelos cultivos tradicionais em solo. Entre esses, podemos destacar a proliferação de patógenos, a salinização dos solos, a necessidade de maximização do uso efetivo da água e nutrientes e a grande exigência do consumidor quanto a sistemas de produção menos agressivos ao meio ambiente. De

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná - ULBRA/CEULJI - Ji-Paraná/RO. Av. Universitária S/N bairro Jardim Aurélio Bernardi, Ji-Paraná - Rondônia. CEP: 78.961-970. E-mail: Otomarcaron@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr<sup>a</sup>. Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná - ULBRA/CEULJI - Ji-Paraná/RO.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Prof. do Departamento de Fitotecnia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria/RS.

acordo com Papadopoulos (1999), o cultivo em substrato em conjunto com a fertirrigação favorece a maximização do uso de nutrientes e da água, diminuindo a lixiviação.

O alto grau de salinização dos solos pode ser atribuído a aplicação descontrolada de adubos químicos, tanto em cultivo a campo como no cultivo em estufas plásticas. De acordo com Takazaki & Vecchia (1993), os maiores problemas de salinização em ambientes protegidos são proporcionadas pela proteção contra as chuvas. Assim, a lixiviação de nutrientes é minimizada, aumentando sua concentração na camada do solo explorada pelo sistema radicular da planta.

Vedum & Bartz (1998) baseados em análises de solo, observaram redução na produtividade do tomateiro em estufa plástica quando utilizaram cinco vezes a dose de fertilizantes recomendada pela Comissão de Fertilidade do solo RS/SC e, ainda, observaram necrose nas bordas das folhas, devendo-se ao efeito salino, provocado pela alta concentração de nutrientes no solo. Os autores encontraram, ainda, em levantamento da fertilidade em estufas da região, altos teores de fósforo, com média superior a 120 mg l<sup>-1</sup>, chegando a 500mg l<sup>-1</sup>.

Medeiros et al. (2001) mencionam que a utilização intensiva do solo das áreas de estufa, além dos problemas de salinização do solo, implica na ocorrência de doenças da parte aérea e do sistema radicular das plantas. Além disso, Andriolo (1996) cita que os problemas de ordem nutricional também são freqüentes, pois os elementos minerais não absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumular na camada superficial do solo, provocando a salinização e/ou o antagonismo entre os nutrientes, com reflexos negativos sobre o rendimento.

Substrato agrícola é todo material natural ou artificial, usado em substituição ao solo, para produção vegetal, podendo ser inerte ou não. Para tanto, este deve ser acondicionado em um recipiente, permitindo a fixação das raízes e dar suporte a planta (BLANC, 1987; KÄMPF, 2000; SADE, s/d). Em comparação com o cultivo a campo, onde as plantas dispõem de um volume ilimitado para o crescimento das raízes, no cultivo em recipientes o volume é reduzido, o que diminui a drenagem e a superfície de con-

tato com a atmosfera, essencial para as trocas gasosas (KÄMPF, 2000).

O substrato agrícola deve apresentar características físicas e químicas que proporcionem um bom crescimento do sistema radicular. Entre essas destacamos o elevado espaço de aeração, elevada capacidade de retenção de água, alta capacidade de troca de cátions (CTC) e baixo teor de sais solúveis. A capacidade de retenção de água do substrato deve atender à demanda da transpiração da cultura e à capacidade de drenar uma quantidade de solução, evitando altas concentrações salinas em torno do sistema radicular (ANDRIOLO, 1999 b). De acordo com Kämpf (2000), o tamanho e a forma do recipiente influenciam na dinâmica da movimentação da água. Assim, em recipientes com altura entre 2-7cm e volume entre 5 e 50 mL, o substrato deve ser poroso, com densidade abaixo de 200g/L. Para recipientes com até 3 L de volume, a mistura deve ser mais densa, podendo-se tolerar até 10% de solo em mistura. O volume restrito dos recipientes restringe também a expansão do sistema radicular, necessitando irrigação mais freqüente a fim de atender ao estado hídrico das plantas.

A adubação em substratos deve ser realizada de acordo com a necessidade das plantas. Minami (2000) afirma que é necessário o conhecimento do valor nutricional do substrato antes de usá-lo. Existem substratos que possuem uma pequena quantidade de nutrientes capaz de atender a necessidade inicial das plantas. Para húmus de turfa e húmus de pinus, Mello et al. (2000) encontraram na concentração da matéria seca valores de nitrogênio total iguais a 9,2g Kg<sup>-1</sup> e 12g Kg<sup>-1</sup>; para fósforo total valores iguais a 1,1g Kg<sup>-1</sup> e 3,2g Kg<sup>-1</sup>, e para potássio total valores de 2,9g Kg<sup>-1</sup> e 13,9g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Posteriormente, deve ser realizada adubações complementares ao longo do crescimento das plantas. Assim, Mello et al. (2000) observaram que a redução de 30% do fertilizante mineral NPK não alterou o peso médio de frutos e a produção total do pimentão, quando este fertilizante foi aplicado com húmus de turfa e pinus. A fertirrigação é uma prática que proporciona o aumento do nível de nutrientes para a planta, sem causar fitotoxicidade, dependendo da condutividade elétrica da solução. De acordo com Andriolo (1999 b) a to-

lerância a salinidade depende das espécies. Para produção comercial a condutividade elétrica se situa entre 1 e 2,5mS.cm<sup>-1</sup>. Furlani (1998) cita que para cultivares de alface do tipo lisa pode-se adotar condutividade elétrica de 1,4 a 1,6mS.cm<sup>-1</sup>. Assim, é necessário o fornecimento de nutrientes de maneira equilibrada conforme o tipo de cultura, a fim de atender a sua exigência, evitando-se a perda de nutrientes e conseqüentemente a poluição do meio. De acordo com Cañadas (1999) a utilização de sondas seletivas para medir a concentração dos íons na solução lixiviada é a tendência, para dinamizar, em nível comercial, a reutilização desta solução. Este tipo de sistema oferece uma economia de água na ordem de 20 a 30% e de fertilizantes na ordem de 25 a 45%.

Um substrato que guarda uma proporção correta entre as fases sólida e líquida favorece a atividade fisiológica das raízes e ao mesmo tempo evita as condições favoráveis ao aparecimento de moléstias radiculares, especialmente as podridões fúngicas e bacterianas (ANDRIOLO,1999). Logo, qualquer material que possua essas características, sem ser fitotóxico, pode ser usado como substrato agrícola. No entanto, Andriolo & Poerschke (1997) ressaltam que serragens e/ou outros resíduos vegetais que contenham resinas devem ser examinados com cuidado antes de serem utilizados.

Diversos materiais podem ser utilizados como substratos hortícolas, sendo divididos em duas grandes categorias: minerais, como por exemplo a areia, vermiculita e a lã de rocha, e orgânicos, como por exemplo a turfa, casca de arroz, casca de café, palha, serragens. Os substratos de origem mineral apresentam como maior vantagem sua inércia química. Os de origem orgânica podem sofrer alguma decomposição durante o período em que estão em contato com as raízes das plantas. Essa decomposição, se for intensa, pode modificar o equilíbrio mineral do meio radicular (ANDRIOLO, 1999 b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento da alface cultivada em materiais que possam ser utilizados como alternativa de substrato agrícola, para o cultivo comercial em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa plástica modelo arco-pampeana, com 10m de largura e 25m de comprimento, coberta com Policloreto de Vinil. A estufa localiza-se na área do Departamento de Fitotecnia, no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH), da Universidade Federal de Santa Maria – RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°42'W, altitude: 95m). De acordo com a classificação de Köppen o clima é o subtropical úmido com verões quentes.

A cultura utilizada foi a alface, cultivar Regina. As mudas de alface foram produzidas em bandejas de isopor (poliestireno) de 288 cavidades preenchidas com substrato comercial. Após a semeadura colocaram-se as bandejas em sistema de "floating", com solução nutritiva de Castellane & Araújo (1995) a 25%, permanecendo até o transplante. Este foi realizado quando as plantas apresentavam de 4 a 5 folhas definitivas. Foram realizados dois cultivos, sendo o primeiro na época de inverno, transplantando-se as mudas para o local definitivo no dia 07 de julho de 2000. A colheita foi feita 46 dias após o transplante, em 22 de agosto de 2000. O segundo cultivo foi realizado em sucessão ao de inverno, na época de primavera, transplantando-se as mudas para o local definitivo no dia 13 de setembro de 2000. A colheita foi feita aos 30 dias após o transplante, em 13 de outubro de 2000.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, constituindo um bifatorial 2x6. Os tratamentos foram compostos por duas épocas de cultivo: inverno e primavera, e por seis substratos: H+CN = mistura húmus de minhoca e casca de arroz natural na proporção 60 e 40%, respectivamente; SC = substrato comercial, marca "plantmax folhosas"; H = húmus de minhoca; CN = casca de arroz natural; CC = casca de arroz carbonizada; T = turfa. Os diferentes substratos foram acondicionados em sacolas plásticas com capacidade total igual a 10 litros. colocou-se em cada recipiente 3400g de substrato H + CN; 3300g para o substrato SC; 800g para o substrato CN; 1500g para o substrato CC; e 1100g para o substrato T. A

quantidade e a capacidade de retenção de água de cada material foram determinadas conforme metodologia descrita por andriolo & poerschke (1997).

As sacolas contendo os substratos foram perfuradas com agulha na base e na parte lateral para que ocorresse a drenagem do excedente de solução. As mesmas foram dispostas em fileiras, no espaçamento 0,30m x 0,30m, sobre um filme de polietileno dupla face de forma a evitar o contato das sacolas com solo e garantir a livre drenagem do excedente da fertirrigação. Na fileira central, a qual recebeu as parcelas de observação, as sacolas foram colocadas sobre suportes de madeira, revestidos com filme plástico, com inclinação de aproximadamente 1% para facilitar a drenagem do excedente de solução e a coleta da mesma, utilizados para efetuar o controle da fertirrigação. As sacolas foram cobertas com filme de polietileno dupla face a fim de minimizar a evaporação dos substratos.

A fertirrigação foi realizada por meio de tubogotejadores instalados em cada sacola, localizados sob o filme plástico. Os tratamentos receberam a mesma fertirrigação, a qual se realizou conforme a necessidade da cultura, nas doses recomendadas por Andriolo & Poerschke (1997). A frequência de fertirrigação foi variável de acordo com as condições meteorológicas do dia, nas duas épocas de cultivo.

Paralelamente ao experimento, conduziu-se outro experimento, coletando-se semanalmente plantas, a fim de proceder a análise de crescimento das mesmas. Estes valores foram observados para considerar o ponto de colheita do experimento, fixado em  $200 \text{ g.planta}^{-1}$  de fitomassa verde da parte aérea, quando qualquer tratamento atingisse este valor. O corte das plantas no momento da colheita foi realizado bem rente à borda superior do plástico, permanecendo dessa maneira as raízes no substrato.

Os parâmetros avaliados foram a massa fresca da parte aérea da planta (MF), massa seca da parte aérea da planta (MS) e área foliar. a área foliar da planta foi estimada através do “método de discos”, ou seja, coletaram-se discos de limbo foliar de todas as folhas que apresentavam comprimento maior que cinco centímetros. O número de discos variou de

acordo com o número de folhas de cada planta, sempre coletando-se no mínimo dois discos por folha.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A granulometria e o arranjo das partículas que formam o substrato são características importantes para definir a capacidade de retenção de água. Observa-se na Figura 1 que o substrato casca de arroz carbonizada apresentou a maior capacidade de retenção de água, ou seja, aproximadamente 27% maior que a casca de arroz natural. A composição química do substrato é outra característica que pode influenciar na disponibilidade de nutrientes, influenciando assim, no acúmulo de fitomassa da cultura.

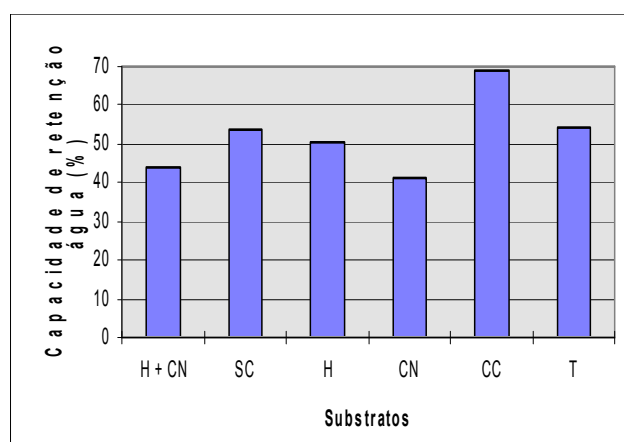


Figura 1- Capacidade de retenção de água de diferentes substratos. Notação: H + CN= Mistura húmus de minhoca e casca de arroz natural; SC = Substrato comercial; H = Húmus de minhoca; CN = Casca de arroz natural; CC = Casca de arroz carbonizada; T= Turfa. Santa Maria, UFSM, 2000.

Observa-se na tabela 1 a média de matéria fresca da parte aérea (MF) das plantas de alface cultivadas no inverno e primavera. Estas apresentam diferença apenas para o tratamento casca de arroz natural. Considerando-se o peso mínimo de 200g como parâmetro de colheita, observa-se que os substratos húmus + casca de arroz natural, substrato

comercial e húmus foram semelhantes, entre si quanto à produção de fitomassa.

Tabela 1 -Matéria fresca (g.planta<sup>-1</sup>) de plantas de alface cultivadas em diferentes substratos, em cultivo sucessivo de inverno e primavera. Santa Maria, UFSM, 2000.

Tratamento	Inverno	Primavera
húmus + casca de arroz natural	214,0 bc A*	233,0 b A
substrato comercial	254,7 ab A	306,2 a A
Húmus	324,0 a A	315,0 a A
casca de arroz natural	68,0 d B	139,2 c A
casca de arroz carbonizada	189,7 bc A	151,7 c A
Turfa	153,0 c A	192,7 bc A
CV(%)	19,3	

\* Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de TUKEY a 5% de erro.

Dessa maneira, analisando-se o potencial de crescimento da alface em diferentes substratos e considerando-se o peso mínimo estipulado, pode-se considerar que o substrato húmus + casca de arroz natural apresentam potencial para produção, tal qual o substrato comercial, ao contrário dos substratos casca de arroz natural, casca de arroz carbonizada e a turfa, para as condições estudadas. Este resultado vêm corroborar com Mello et al. (2000), os quais afirmam que o tipo de material orgânico influencia na produção final das plantas. Do mesmo modo, Menezes Junior et al. (2000) observaram que os substratos que têm na sua composição o vermicomposto, apresentaram melhores propriedades físicas, químicas e físico-química para a produção de mudas de alface.

A Tabela 2 mostra a média de matéria seca da parte aérea (MS) das plantas de alface, cultivadas no inverno e primavera. No cultivo de inverno, os tratamentos húmus 14,00 g.planta<sup>-1</sup>, substrato comercial com 11,88 g.planta<sup>-1</sup> e casca carbonizada com 10,89 g.planta<sup>-1</sup> apresentaram o melhor desempenho, não diferindo estatisticamente entre si. Comparando estes resultados com a Tabela 1, observa-se que o substrato casca de arroz carbonizada não alcançou a matéria fresca mínima estipulada. O tratamento que utilizou somente casca de arroz natural, como substrato de cultivo, foi o que apresentou menor valor de MS (4,24 g.planta<sup>-1</sup>). Para a época de primavera, a maior média de MS ocorreu no tratamento

substrato comercial com 10,03 g.planta<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente dos substratos húmus + casca de arroz natural e húmus. Observando-se os valores da Tabela 1, tais substratos atingiram a matéria fresca estipulada para colheita.

Tabela 2 - Matéria seca (g.planta<sup>-1</sup>) de plantas de alface cultivadas em diferentes substratos, em cultivo sucessivo de inverno e primavera. Santa Maria, UFSM, 2000.

Tratamento	Inverno	Primavera
húmus + casca de arroz natural	10,46 bc A	8,61 abc A
substrato comercial	11,88 ab A	10,03 a A
Húmus	14,00 a A	9,78 ab B
casca de arroz natural	4,24 d A	5,31 d B
casca de arroz carbonizada	10,89 abc A	5,81 cd B
Turfa	8,15 c A	6,72 bcd A
CV(%)	20,9	

\* Médias seguidas por mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de TUKEY a 5% de erro.

O tipo do substrato, aliado ao sucessivo cultivo do mesmo, e, sobretudo a não alteração da estrutura física dos substratos para o cultivo de primavera, podem explicar a diferença entre as épocas de cultivo para o casca de arroz natural (Tabelas 1 e 2). A permanência do sistema radicular no recipiente de cultivo favorece uma melhor estruturação física do substrato, aumentando a capacidade de retenção de água do substrato. De acordo com Medeiros (1999), a casca natural apresenta dificuldades para a conservação de uma umidade homogênea quando utilizada como substrato único, indicando que para se obter uma maior eficiência como substrato deve-se emprega-la em mistura com outros materiais. O baixo volume retido influi negativamente no rendimento da cultura porque dificulta a absorção de água e nutrientes fornecidos às plantas.

Por outro lado, substrato como a casca de arroz carbonizada, não apresentou o mesmo comportamento, ocorrendo uma diminuição tanto na matéria fresca e na matéria seca produzidas (Tabelas 1 e 2). Esta informação vem contra a maior capacidade de retenção de água encontrada na Figura 1. Podem ter ocorrido erros na carbonização, ou seja, a casca do arroz queimou e o manejo deste substrato até o segundo cultivo desfavoreceu a porosidade do substrato.

Bellé & Kämpf (1993) citam que substrato utilizando em mistura, turfa e casca de arroz carbonizada apresentam maior percentual de pontos de aeração, influenciando negativamente no tempo de germinação. No mesmo trabalho, avaliando-se os substratos sobre o crescimento de maracujá na fase final de produção de mudas, a adição de casca de arroz carbonizada favoreceu maior produção de matéria fresca e seca, independente da proporção de casca utilizada. Assim, Medeiros et al. (2001) observaram que a capacidade de retenção de substratos que possuem a mistura húmus + casca de arroz e húmus + casca de arroz carbonizada, aumentam a capacidade de reter água, provavelmente pela diminuição do tamanho dos poros.

A produção de MF da alface está diretamente relacionada com a área foliar da planta. A Tabela 3 apresenta os valores de área foliar para os diferentes tratamentos nas duas épocas avaliadas. Observou-se que na época de inverno as maiores áreas foliares foram observadas nos tratamentos húmus com 0,919m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup> e substrato comercial com 0,844m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup>, não apresentando diferença significativa entre si. Nessa mesma época, o tratamento que apresentou menor área foliar foi a casca de arroz natural com 0,239m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup>. No cultivo de primavera, os tratamentos substrato comercial e húmus + casca de arroz natural, que apresentaram plantas com área foliar igual a 0,771m<sup>2</sup> e 0,721m<sup>2</sup>, respectivamente, não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento casca de arroz natural foi o que apresentou a menor área foliar, com 0,389 m<sup>2</sup>.

A área foliar da cultura, sobretudo em culturas folhosas, é fundamental para a produção de fotoassimilados e posteriormente distribuição e acúmulo de fitomassa. Assim, os substratos que atingiram maior área foliar foram os que obtiveram maior acúmulo de fitomassa, conforme observa-se na Tabela 1. Em determinadas condições ambientais, o caule pode tornar-se o dreno principal dos nutrientes para um provável pendoamento das plantas, sobretudo nas condições meteorológicas de primavera. Assim, uma menor fração da fitomassa será destinada para as folhas, o que pode explicar até a maior precocidade no ponto de colheita e conseqüentemente a menor área foliar (Tabela 3).

Tabela 3- Área foliar (m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup>) de plantas de alface cultivadas em diferentes substratos, em cultivos sucessivos de inverno e primavera. Santa Maria, UFSM, 2000.

Tratamento	Inverno	Primavera
húmus + casca de arroz natural	0,714 bc A	0721 a A
substrato comercial	0,844 ab A	0,771 a A
Húmus	0,919 a A	0631 ab B
casca de arroz natural	0,239 e B	0,389 c A
casca de arroz carbonizada	0,626 cd A	0,460 bc B
Turfa	0,500 d A	0,491 bc A
CV(%)	20,9	

\* Médias seguidas por mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de TUKEY a 5% de erro.

Este fato pode explicar a diferença entre as épocas de cultivo para os tratamentos húmus e casca de arroz carbonizada. Nos tratamentos húmus e casca de arroz carbonizada, a MS alocada para o caule foi de 8% e 9,6%, respectivamente. Dessa maneira, menos fotoassimilados são distribuídos para as folhas, comprometendo a taxa de crescimento das folhas. Caron (2002) observou que a fração de MS alocada para as folhas da alface cultivada em substratos variou entre 73,5% e 93,5% para as quatro estações do ano. O autor cita que ocorre uma diminuição da MS alocada às folhas do início para o final do período de cultivo. O órgão que ganha importância é o caule.

A fertirrigação dos substratos foi realizada com a mesma frequência e lâmina, de acordo com as condições reinantes. Entretanto, mudanças na estrutura física do substrato interferem na quantidade de solução que deve ser irrigada e drenada para se conseguir condições favoráveis de crescimento e desenvolvimento radicular. Assim, os diferentes substratos deveriam receber doses e frequências diferenciadas de fertirrigação, nas diferentes épocas do ano. Isto, juntamente com as condições de demanda atmosférica, podem explicar em parte as diferenças nos resultados obtidos para os diferentes substratos nas épocas estudadas: para o húmus, se obteve uma produção de 14,00 g.planta<sup>-1</sup> de MS no cultivo de inverno e 9,78 g.planta<sup>-1</sup> de MS no cultivo de primavera; para a casca carbonizada, se obteve uma produção de 10,89 g.planta<sup>-1</sup> de MS no cultivo de inverno e de 5,81 g.planta<sup>-1</sup> de MS no cultivo de primavera.

A diferença de MF para as duas épocas em estudo pode estar relacionada ao conteúdo de água que as plantas continham no momento da colheita. Isso pode ser observado ao comparar os valores MS observados na Tabela 2, visto que as plantas cultivadas no inverno apresentam maiores valores de MS da parte aérea quando comparada à primavera em quase todos os tratamentos, com exceção ao tratamento casca de arroz natural (CN). O maior conteúdo de água presente no tecido celular favorece uma maior alongação celular. No entanto, reduz a espessura da folha, tornando-a mais tenra e conseqüentemente apresentando menor massa seca por unidade de área.

## CONCLUSÕES

Os substratos húmus, comercial e húmus + casca de arroz natural, na proporção 60 e 40%, atingiram a fitomassa mínima considerada no mesmo período de cultivo, e, portanto, podem ser utilizados como substratos para o cultivo de alface em ambiente protegido.

A mistura de materiais para formação de substratos pode ser indicada como alternativa viável, pois os substratos formados apresentam boa capacidade de retenção de água, ou seja, bem próximo do substrato comercial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO, J.L. **O cultivo de plantas com fertirrigação**. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, UFSM, 1996. 47 p.
- ANDRIOLO, J.L.; POERSCHKE, P.R. **Cultivo do tomateiro em substratos**. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais, 1997, 12 p. (Informe Técnico n. 2).
- ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n.3, p. 215-219, novembro 1999.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999 (b). 142 p.
- BLANC, D. **LES CULTURES HORS SOL**. PARIS: INRA, 1987. p. 9-13: Les substrats.
- CAÑADAS, J.J.M. Sistemas de cultivo en substrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C (ed). **Cultivos sin suelo II**. Curso Superior de Especialización. Almería. 1999, 2 ed. P. 229-286.
- CARON, B.O. **Crescimento da alface a campo e em estufa plástica**. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais, 2002, 51 p. (Tese de Doutorado).
- CASTELLANE, P.D. & ARAUJO, J.A.C. **Cultivo sem solo - Hidroponia**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- KÄMPF, A. N. Seleção de Materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genisis, 2000. P: 139-145.
- MEDEIROS, L.A.M. **Influência da fertirrigação em substratos no crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica**. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais, 1999, 59 p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, L.A.M. MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; BONNECARRÉRE, R.A.G. Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n. 2, p. 199 - 204, 2001
- MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genisis, 2000. P:147-152.
- PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M.V. (Ed.). **Fertirrigação: citros, flores, hortaliças**. Guaíba. Ed. Livraria e editora agropecuária Ltda., 1999. p. 11-84.
- SADE, A. **Cultivos bajo condiciones forzadas: nociones generales**. Rejovot, Israel, s/d. 144 p.
- TAKAHASHI, H.W., VECCHIA, P.T.D. Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido. In: **NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487p.

VEDUIM, J.V.R., BARTZ, H.R. Fertilidade do solo e rendimento do tomateiro em estufa de plástico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 229-233,1998.