

# Resíduos orgânicos da agroindústria vinícola e da atividade avícola como fertilizante no cultivo da alface<sup>1</sup>

André Samuel Strassburger<sup>2</sup>, Caren Regina Cavichioli Lamb<sup>2</sup>, André Dabdab Abichequer<sup>3</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a produtividade e a extração de nutrientes na alface com o uso de resíduos provenientes da agroindústria vinícola e da atividade avícola como fertilizantes orgânicos. Os resíduos da uva para a elaboração de vinho foram compostados, enquanto o resíduo da atividade avícola passou por um processo térmico, a partir do qual foi obtida uma solução de nutrientes usada na fertirrigação. Os tratamentos foram: T1, sem adubação; T2, adubação mineral recomendada; T3, 50% da recomendação de composto de bagaço de uva (CBU); T4, 100% da recomendação de CBU; T5, 200% da recomendação de CBU; T6, 50% da recomendação de esterco de frango líquido (EFL); T7, 100% da recomendação de EFL; e T8, 200% da recomendação de EFL. Os fertilizantes orgânicos à base de composto de bagaço de uva e do esterco de frangos termoprocessado apresentaram potencial para uso no cultivo da alface. Para o composto de bagaço de uva, a recomendação mínima a ser usada é de 100%. Para o esterco de frango líquido, a aplicação do dobro da dosagem não é recomendada, pois não proporciona aumento da produção de biomassa e produtividade.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*. Reciclagem de nutrientes. Nutrição vegetal. Produção orgânica.

## Organic waste of winery and poultry rearing with fertilizer for lettuce

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the growth, yield and nutrients uptake in lettuce with winery and poultry rearing waste as organic fertilizer. The winery waste was composted, while the poultry rearing waste was submitted for a thermic process to obtain a nutrient solution used in fertirrigation. The treatments were composed by different concentrations of plants organic fertilizer: T1, without fertilizer; T2, recommended mineral fertilizer; T3, 50% of recommended composted winery waste (CWW); T4, 100% of CWW; T5, 200% of CWW; T6, 50% of recommended poultry liquid waste (PLW); T7, 100% of PLW; and T8, 200% of poultry PLW. The organic fertilizer based on winery and poultry rearing wastes showed potential for organic fertilization in lettuce. The compost of winery waste should be used in recommendation of 100%. The poultry waste liquid solution should not use concentration higher than 100%, because there is no increasing in growth and yield of lettuce.

**Key words:** *Lactuca sativa*. Nutrient recycling. Vegetal nutrition. Organic cropping.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 28/08/2014 e aceito para publicação em 14/10/2014. Projeto de pesquisa desenvolvido com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> Doutores, Pesquisadores, Fepagro Serra do Nordeste, Cento de Pesquisa Celeste Gobbato, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. CEP: 95125-000. E-mails: andre-strassburger@fepagro.rs.gov.br; caren-lamb@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup> Doutor, Pesquisador, Fepagro Sede, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. CEP: 90130-060. E-mail: andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br.

## Introdução

Dentre as principais atividades agrícolas da Serra Gaúcha, a vitivinicultura possui destaque, sendo a região brasileira que mais produz vinho no país. Estima-se que no ano de 2010 foram processados cerca de 560 milhões de toneladas de uva no Rio Grande do Sul (MELLO, 2011). Dessa forma, sabendo-se que para cada 1.000 kg de uva vinificada é gerado cerca de 350 kg de resíduos (PATO, 1975), o setor produziu cerca de 196 milhões de toneladas de subprodutos que, se não forem devidamente tratados, constituem um potencial poluente ambiental (CATANEO et al., 2008).

Enquanto a vitivinicultura é destaque na Região Serra na área agrícola, a criação de frangos, de corte e de postura, é destaque na produção animal. Devido à demanda cada vez maior por produtos oriundos da cadeia avícola, observa-se o aumento das unidades de produção intensiva e, também, dos resíduos que essa atividade gera. No caso da avicultura de corte, a cama de frango é o principal resíduo gerado. O material é formado por restos de ração, fezes, urina, penas e o substrato absorvente usado para forrar o chão dos galpões (geralmente casca de arroz ou maravalha). O esterco de aves criadas em sistema de confinamento para corte juntamente com a cama de aviário tem sido utilizado em solos agrícolas, pois é considerada fonte de nutrientes para as plantas (KIEHL, 2002; RODRIGUES et al., 2008; GUARESCHI et al., 2013).

Para uso agrônômico, é importante que alguns resíduos, dentre eles os resíduos da atividade vinícola e a cama de aviário, sejam submetidos a processos de estabilização antes de serem incorporados ao solo, a fim de reduzir possíveis efeitos adversos à saúde humana, às plantas e ao solo.

Um método amplamente utilizado com essa finalidade é a compostagem. Trata-se de um processo de decomposição aeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica, em condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final estável, sanitizado, rico em compostos húmicos (VALENTE et al., 2009) e cuja utilização no solo melhora suas características químicas, físicas e biológicas. A facilidade de condução e os baixos custos para o desenvolvimento do processo justificam sua adoção, tornando-se alternativa para a

transformação de resíduos orgânicos grosseiros em um produto estável, com características nutricionais adequadas para a melhoria da fertilidade do solo (PEIXOTO, 2005).

Alguns agricultores da Serra Gaúcha e do Vale do Caí, que se dedicam ao cultivo de hortaliças, têm empregado um processo térmico que consiste em ferver uma parte de esterco para nove partes de água durante um período de 4 horas. Após a redução da temperatura da mistura, o material é coado e a solução obtida como fertilizante, aplicando-o via fertirrigação. Embora a prática venha sendo cada vez mais adotada, pouca informação técnico-científica foi gerada até o momento com o intuito de identificar as potencialidades e as limitações dessa prática.

Vários trabalhos já foram realizados com o objetivo de avaliar diversos resíduos agroindustriais como fertilizantes orgânicos (GALVÃO et al., 2008; ADEKIYA e AGBEDE, 2009; ONWUDIKE, 2010; FREITAS et al., 2012; GUARESCHI et al., 2013; RÓS et al., 2014). Todavia, são escassos os trabalhos enfocando o uso do bagaço de uva compostado e praticamente inexistentes os trabalhos científicos relacionados com o uso de esterco de frangos líquido termoprocessados para uso em fertirrigação.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento, a produtividade e a extração de nutrientes na alface mediante o uso de resíduos provenientes da agroindústria vinícola e da atividade avícola como fertilizantes orgânicos.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fepagro Serra do Nordeste, no Centro de Pesquisa Celeste Gobbato, localizado no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. A localização geográfica aproximada é: latitude 29° 08' Sul, longitude 50° 59' Oeste e altitude aproximada de 720 metros acima do nível do mar.

O resíduo oriundo da indústria vitivinícola, composto pelas cascas, sementes e engaço, foi compostado em sistema de leiras. Para tanto, foi formada uma pilha de aproximadamente 2,0 m de comprimento, 1,2 m de largura e 1,0 m de altura. Optou-se pelo sistema de leira por esse ser mais simples, de fácil aplicação e mais barato. A leira foi construída no dia 08/03/2012 e o processo de compostagem encerrou-se no dia 10/11/2012. Após essa data, amostras do composto foram encaminhadas para o Laboratório de Química Agrícola da Fepagro Sede, onde foram

determinadas as concentrações de macro e micronutrientes, conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). A composição química do composto de bagaço de uva foi: N: 2,65%, P: 0,48%, K: 3,29%, Ca: 0,65%, Mg: 0,26%, S: 0,23%, B: 29 mg kg<sup>-1</sup>, Zn: 29 mg kg<sup>-1</sup>, Cu: 164 mg kg<sup>-1</sup>, Mn: 390 mg kg<sup>-1</sup>, Fe: 1.732 mg kg<sup>-1</sup>. O teor de umidade do composto foi de 50,5%.

O fertilizante líquido foi obtido a partir do processamento térmico da cama de frango proveniente de sistemas intensivos de criação de frangos de corte. A proporção entre a cama de frango e a água foi de 1:9. O material foi misturado e fervido durante quatro horas em um tonel com capacidade para 200 L. Após esse processo, o líquido resultante foi coado e usado na fertirrigação. A metodologia empregada foi baseada no processo amplamente adotado por olericultores da região do Vale do Caí e Serra Gaúcha para a obtenção de uma solução nutritiva com base orgânica. A composição química do fertilizante líquido termoprocessado foi: N: 2,00%, P: 1,24%, K: 5,56%, Ca: 12,06%, Mg: 1,04%, S: 1,10%, B: 87 mg kg<sup>-1</sup>, Zn: 821 mg kg<sup>-1</sup>, Cu: 174 mg kg<sup>-1</sup>, Mn: 1077 mg kg<sup>-1</sup>, Fe: 6390 mg kg<sup>-1</sup>. Esses teores foram obtidos após a secagem do fertilizante, sendo que o teor de umidade era de 95%.

O experimento com a cultura da alface foi realizado em ambiente protegido modelo túnel alto, com dimensões de 15 m de comprimento, 5 m de largura e altura central de 2,5 m. As mudas foram obtidas com produtores especializados da região. A cultivar utilizada foi do grupo crespa, cultivar Vera da empresa Sakata®. O transplante foi realizado no dia 18/06/2013, aos 35 dias após a semeadura e a colheita (avaliação final) no dia 06/08/2013. Antes do início do experimento, foi realizada a amostragem e análise química do solo, conforme Tedesco et al. (1995), apresentando a seguinte composição química: 3,4% de matéria orgânica, 12,3 e 200 mg dm<sup>-3</sup> de P e K, respectivamente; pH de 5,8, índice SMP de 5,9 e 0,0; 7,4; 4,4; 4,9; 17,2, 12,3 cmolc dm<sup>-3</sup> de Al, Ca, Mg, H+Al, CTC a pH7 e CTC efetiva, respectivamente, e 0,46; 2,5; 2,4; 7,9 e 0,56 mg dm<sup>-3</sup> de B, Zn, Cu, Mn e Fe, respectivamente.

A saturação de bases foi de 71% e de Al 0,0%. Posteriormente, com o auxílio de um arado subsolador, o solo foi descompactado. Foram construídos três canteiros com dimensões de 1,1 m de largura, 0,3 m de altura e 10,0 m de comprimento. A irrigação foi realizada de acordo com a demanda da cultura pelo método de gotejamento. Os canteiros foram cobertos com

plástico preto. Cada parcela experimental constou de 16 plantas, dispostas em quatro fileiras no canteiro, espaçadas 0,3 m entre plantas e 0,3 m entre linhas. Entre cada centro de canteiros o espaçamento era de 1,1 m. Assim, a densidade de cultivo aproximada foi de 80.000 plantas por ha, considerando-se o cultivo protegido.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com três repetições. Os tratamentos experimentais adotados foram: T1, sem adubação; T2, adubação mineral recomendada; T3, 50% da recomendação de composto de bagaço de uva; T4, 100% da recomendação de composto de bagaço de uva; T5, 200% da recomendação de composto de bagaço de uva; T6, 50% da recomendação do esterco líquido de frango; T7, 100% da recomendação do esterco líquido de frango; e T8, 200% da recomendação do esterco líquido de frango.

Para a definição da dose recomendada (100%), foi considerada a recomendação para adubação orgânica da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (2004) para a cultura da alface, que considera a composição química do solo, o teor de nutrientes dos fertilizantes e a necessidade da cultura (270 kg ha<sup>-1</sup> de uréia, 170 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo e 155 kg ha<sup>-1</sup> de KCl). Utilizou-se uréia recoberta por enxofre que possui liberação lenta de nitrogênio e um teor de 37% de N, superfosfato triplo com 41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e KCl com 60% de K<sub>2</sub>O. O nutriente tomado como base para calcular a dose recomendada e os tratamentos, tanto para o fertilizante à base de composto de bagaço de uva como o esterco de frango líquido foi o N por ser o nutriente com quantidade intermediária nos fertilizantes.

Para o fertilizante de composto de bagaço de uva, a recomendação foi a seguinte: 15.000 kg ha<sup>-1</sup> de bagaço de uva compostado, acrescidos de 121 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, sendo toda adubação realizada na base. Para o fertilizante líquido, foi realizada a adubação de base recomendada, sendo que 25% da adubação nitrogenada foi realizada na base e o restante em cobertura via fertirrigação, utilizando-se 150 mL de húmus líquido por planta aplicados a cada 15 dias, a partir da segunda semana após o transplante em quatro momentos. A dose de húmus líquido utilizada também foi baseada naquelas utilizadas por agricultores da região para o cultivo de hortaliças. A acidez do solo foi corrigida para um pH 6,0 com a aplicação de

4.800 kg ha<sup>-1</sup> com calcário dolomítico para todos os tratamentos.

O número de folhas foi contado anteriormente à determinação da massa fresca e seca das plantas. A produtividade foi obtida pela relação entre a massa fresca média das folhas das plantas amostradas a densidade de cultivo.

O crescimento das plantas foi determinado mediante a quantificação da produção das massas fresca e seca acumuladas da parte aérea das plantas ao final do ciclo de cultivo com o uso de estufa de ventilação forçada a 65°C. Para tanto, as plantas foram divididas em folhas e caule, tiveram sua massa fresca quantificada e, após o processo de secagem, tiveram sua massa seca determinada. Tanto a massa fresca como a massa seca foram determinadas em balança de precisão.

Após, o material vegetal foi submetido à análise da composição química do tecido vegetal no Laboratório de Solos da Fepagro Sede, sendo determinado os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, cobre, manganês e ferro conforme Tedesco et al. (1995). O teor de nutrientes refere-se à quantidade de nutrientes proporcionais existentes na massa seca da planta, expressando a concentração do mesmo. Os valores foram obtidos pela relação entre a concentração do nutriente no tecido vegetal obtido pela análise química (dada em porcentagem) e um quilograma de massa seca produzida pelas plantas. A extração dos nutrientes expressa o quanto cada planta extraiu do solo, sendo obtida pelo teor de cada nutriente o tecido vegetal e a produção total de massa seca de cada planta. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste *t* de Fischer a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e Discussão

De maneira geral, de acordo com a análise de variância, todos os tratamentos à base de fertilizantes orgânicos apresentaram valores superiores a testemunha sem fertilização para as variáveis de crescimento (produção de massa fresca e seca) e produtividade, com exceção do tratamento 3, que apresentou valores semelhantes (Tabela 1). Para a maior parte das variáveis, os tratamentos com fertilizante líquido de esterco de frango termoprocessado, apresentaram valores semelhantes à testemunha com adubação química recomendada.

Os tratamentos com adição de fertilizante sintéticos de rápida liberação de nutrientes (T2,

T6, T7 e T8), apresentaram maior crescimento (produção de massa fresca e seca) e produtividade em comparação com os tratamentos 1 e 3. Ainda, para a produção de massa fresca e seca das plantas, os tratamentos com fertilizante à base de composto de bagaço de uva (Tratamentos 3, 4 e 5) apresentaram valores superiores à testemunha sem adubação, sendo que as doses de 50 e 100% foram inferiores ao tratamento com adubação química (Tratamento 2). Possivelmente esse fenômeno esteja ligado à menor disponibilidade imediata de nutrientes, visto que a adubação de base em todos os tratamentos foi realizada no mesmo momento. Mesmo que o bagaço de uva tenha sido compostado, a disponibilização dos nutrientes não é imediata como nos fertilizantes sintéticos, o que pode retardar o crescimento das plantas.

Os nutrientes presentes no composto orgânico, principalmente nitrogênio e fósforo, possuem uma liberação mais lenta quando comparadas com adubos minerais, pois dependem da mineralização da matéria orgânica (RAIJ et al., 1996 citado por MAGRO et al., 2010). Todavia, com o uso contínuo de fertilizantes orgânicos, problemas como esse tendem a ser amenizados em virtude da constante mineralização da matéria orgânica e liberação dos nutrientes, o que equilibra a nutrição das plantas. Segundo Viana e Vasconcelos (2008), a matéria orgânica adicionada ao solo apresenta efeitos imediatos e residuais por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes.

Observa-se que ocorreu pouca variação para o número de folhas das plantas. Os valores ficaram entre 19 e 24 folhas, sendo que o tratamento 2 foi superior aos tratamentos 1, 3 e 4. Possivelmente, em virtude da menor concentração e liberação mais lenta de nutrientes nos tratamentos 1, 3 e 4, pode ter ocorrido um atraso no ciclo das plantas submetidas a esses tratamentos. Radin et al. (2004) observaram diferenças no número de folhas entre as cultivares Regina, Marisa e Verônica, sendo que a primeira apresentou maior número de folhas em comparação às outras duas, tanto em ambiente protegido com a céu aberto, sendo que as cultivares Marisa e Verônica, pertencentes ao grupo crespada apresentaram em ambiente protegido média de 22 folhas por planta, valor semelhante ao observado no presente trabalho.

Em estudos de fertilização de culturas agrícolas, a produtividade da cultura é uma das variáveis mais importantes na pesquisa, pois é ela que mostrará a eficiência dos adubos utilizados.

Nesse sentido, a produtividade do cultivo variou de 10,7 a 19,4 Mg de massa fresca por ha, destacando-se os tratamentos 2, 6, 7 e 8. Galvão et al. (2013) estudaram doses de composto orgânico e obtiveram produtividades que variaram de 2,9 até 11,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Porto et al. (2013), estudando o comportamento de sete cultivares de alface americana no Rio Grande do Norte, obtiveram produtividades entre 10 e 21 Mg ha<sup>-1</sup>. Dentre os fatores que interferem na atividade fotossintética e, conseqüentemente, na produtividade das plantas, destaca-se a radiação solar disponível, a concentração de CO<sub>2</sub>, a temperatura do ar e a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (TAIZ e ZIEGER, 2004; MARENCO e LOPES, 2007). No presente trabalho, todos os fatores foram mantidos em condições idênticas para todos os tratamentos, com exceção da quantidade e fonte de nutrientes, o que foi suficiente para interferir no crescimento e produtividade da alface, demonstrando a necessidade de ajustes dos fertilizantes ainda mais em se tratando de adubação orgânica.

Para que não ocorram problemas de deficiências ou toxidez de nutrientes nas plantas, é importante que os nutrientes estejam em concentrações no tecido vegetal dentro de limites mínimos e máximos. Silva (1999) citado por Lopes et al. (2003) apresenta como valores de referência de teores de macronutrientes em tecido foliar de alface intervalos de: 30-50, 4-7, 50-80, 15-25, 4-6 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Para o nitrogênio, fósforo e potássio, os valores obtidos ficaram dentro do preconizado como ideal pelo autor, com exceção para os tratamentos 2, 6 e 8 que apresentaram valores levemente inferiores ao ideal para o fósforo e para T5 que apresentou valor inferior ao mínimo preconizado para o K. Para o cálcio, todos os tratamentos apresentaram valor abaixo do ideal, variando de 6,63 a 8,57 g de Ca kg<sup>-1</sup> de massa seca. Com relação ao magnésio, apenas os tratamentos 2, 6 e 7, apresentaram valores dentro do limite. Os demais tratamentos proporcionaram teores desse nutriente abaixo do preconizado como ideal.

Quanto ao enxofre, os valores ficaram abaixo do observado por Sandri et al. (2006) que determinou os teores de nutrientes na alface e obteve valores entre 3,7 a 4,2 g kg<sup>-1</sup> de massa seca. De acordo com Marcussi (2005) citado por Sedyama et al. (2014), existe forte associação entre a absorção de nutrientes e o desenvolvimento da planta sendo a produtividade dependente desta associação. Daí a importância

de se saber o teor de nutrientes na planta de modo a se avaliar seu respectivo estado nutricional, conforme Marcussi e Villas-Boas (2003), citados por Sedyama et al. (2014). Embora que para alguns nutrientes os valores tenham ficado aquém do limite mínimo estabelecido por Silva (1999) citado por Lopes et al. (2003), não foram diagnosticadas deficiências para nenhum dos nutrientes quantificados, possivelmente pela proximidade dos valores encontrados com aqueles preconizados como ideais.

Os tratamentos 2, 6, 7 e 8 foram os que proporcionaram maior exportação de nitrogênio pelas plantas de alface. Em relação ao fósforo o tratamento 7 foi superior aos tratamentos 1, 3, 4 e 6, sendo que os dois primeiros apresentaram os menores valores. Para o potássio, o tratamento 7 foi superior aos tratamentos 1, 3, 4, 5 e 6. O tratamento 1 apresentou menor exportação desse nutriente, todavia não diferiu dos tratamentos 3 e 5. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários. Os tratamentos 2 e 7 proporcionaram maior exportação de cálcio em comparação aos tratamentos 1, 3, 4 e 8 e o tratamento 1 apresentou o menor valor para essa variável, todavia, semelhante ao tratamento 3. Os tratamentos 2, 6 e 7 apresentaram maior acúmulo de magnésio em comparação aos tratamentos 1, 3, 4 e 5, todavia não superaram o tratamento 8. Houve pouca variação em relação à exportação do enxofre, todavia os tratamentos 7 e 8 apresentaram valores superiores ao tratamento 3. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulada na planta, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas (GRANGEIRO et al., 2006), disponibilizando-se quantidades adequadas e a possibilidade de parcelamento da adubação obtendo-se maior eficiência do processo. Deve-se considerar que fertilizantes com rápida liberação de nutrientes, como no presente estudo os fertilizantes minerais e o esterco líquido de frango, podem estimular a absorção de nutrientes proporcionando maior acúmulo no tecido vegetal. Granjeiro et al. (2006) estudaram o acúmulo de nutrientes em três cultivares de alface e obtiveram valores de 0,20 a 0,30 g planta<sup>-1</sup> de N, 0,33 a 0,45 g planta<sup>-1</sup> de K, 0,11 a 0,17 g planta<sup>-1</sup> de P, 0,11 a 0,14 g planta<sup>-1</sup> de Mg e 0,046 a 0,063 g planta<sup>-1</sup> de Ca. O valor de N obtido no presente trabalho é semelhante ao obtido pelo autor. Todavia, os valores de K (para os tratamentos 2, 6, 7 e 8) e de Ca (para os

tratamentos 2, 4, 5, 6, 7 e 8) foram superiores. Em contrapartida, os valores de P e Mg foram muito inferiores. A relação decrescente entre os macronutrientes foi idêntica tanto para a extração como para o acúmulo de nutrientes, sendo a seguinte:  $K > N > Ca > P \approx Mg > S$ .

Embora os micronutrientes sejam extraídos em menor quantidade em comparação aos macronutrientes, sua importância não é menor, sendo que valores abaixo do mínimo necessário causam deficiências nutricionais, redução do crescimento e da produtividade. O tratamento 5 proporcionou maior teor de boro no tecido vegetal da alface em comparação aos tratamentos 1, 2, 4, 6 e 7 (Tabela 3), enquanto que, os tratamentos 1 e 2 proporcionaram as menores concentrações. Os tratamentos 1, 7 e 8 proporcionaram maior teor de zinco em comparação aos tratamentos 2 e 5. O teor de cobre foi maior no tratamento 1 em comparação aos tratamentos 4 e 5, enquanto que, para o manganês, o tratamento 6 apresentou maior teor em comparação aos tratamentos 1, 3, 4 e 5. Já, o tratamento 7 proporcionou maior teor de ferro em comparação aos tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6. Os teores de Zn, Co e Mn no tecido vegetal da alface obtidos no presente estudo, estão abaixo dos teores apresentados por Sandri et al. (2006), enquanto para os teores de B (com exceção de T1 e T2, que proporcionaram teores levemente inferiores) e do Fe (com exceção de T1 e T7, que proporcionaram valores superiores) os valores foram semelhantes aos obtidos por estes autores.

O tratamento 7 proporcionou maior exportação de boro pelas plantas de alface em relação aos tratamentos 1, 2 e 3. O tratamento 1 apresentou a menor exportação desse nutriente, todavia, semelhante ao tratamento 3. Os tratamentos 7 e 8 proporcionaram maior exportação de zinco em relação aos tratamentos 1, 3, 4 e 5. Os tratamentos 1 e 3 apresentaram os menores valores, todavia não diferiram dos tratamentos 4 e 5. Com relação à exportação de cobre, observa-se maior valor no tratamento 7 em relação aos tratamentos 1, 3, 4 e 5, todavia não diferiram dos tratamentos 2, 6 e 8. Já, os tratamentos 3 e 5 apresentaram a menor exportação, todavia não diferiu dos tratamentos 1 e 4. Em relação ao manganês, os tratamentos 6 e 7 apresentaram maior exportação em comparação aos tratamentos 1, 3, 4 e 5. Já o tratamento 3 apresentou o menor valor, todavia os tratamentos 1 e 4 não o superaram. Para o ferro, o tratamento 7 foi superior aos tratamentos 1, 3, 4, 5, 6 e 8. Os

resultados obtidos em relação à extração de B, Zn, Co e Mn foi superior àquelas obtidas por Alvarenga et al. (2000). A relação de extração e de acúmulo de micronutrientes foi a seguinte:  $Fe > Zn \approx B > Mn > Co$ .

De maneira geral, os resultados obtidos com o tratamento sem fertilização do solo (apenas correção da acidez) apresentou resultados menos satisfatórios com relação ao crescimento, a produtividade, a exportação e o acúmulo de nutrientes, o que já era esperado.

Os tratamentos com adubação química de base e fertirrigação (tratamentos 2, 6, 7 e 8) apresentaram os melhores resultados. Nos tratamentos com fertirrigação com esterco líquido de frango, embora tenha sido substituído apenas a adubação de cobertura no cultivo, a fertirrigação representou 75% da adubação total recomendada para a alface. Possivelmente, o aporte mineral inicial e a fertirrigação, contribuíram para que os tratamentos com fertilização à base de esterco de frango termoprocessado apresentassem resultados semelhantes à adubação mineral. Todavia, com o tratamento com concentração acima da recomendação (T8), não houve incremento de rendimento.

Os tratamentos com fertilizante à base de composto de bagaço de uva apresentaram resultados intermediários. A mineralização da matéria orgânica, necessária para a liberação de nutrientes dos fertilizantes orgânicos, torna a disponibilidade de nutrientes mais demorada em comparação aos fertilizantes sintéticos, nos quais os nutrientes estão prontamente disponíveis para absorção pelas plantas. Assim, como toda a adubação foi realizada com fertilizantes orgânicos na base, as quantidades de nutrientes rapidamente liberados podem ter sido reduzidas, limitando o crescimento da cultura. De acordo com Figueiredo et al. (2012) a velocidade de decomposição e consequente mineralização dos resíduos orgânicos interferem diretamente na disponibilidade de nutrientes para as plantas especialmente para aquelas de ciclo curto, como a alface.

## Conclusões

Os fertilizantes orgânicos à base de composto de bagaço de uva e do esterco de frangos líquido apresentaram potencial para uso no cultivo da alface. Para o composto de bagaço de uva, a recomendação mínima a ser usada é de 100%. Para o esterco de frango líquido, a aplicação do dobro da dosagem não é recomendado, pois não

proporciona aumento da produção de biomassa e produtividade.

### Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão do recurso para a execução do projeto de pesquisa.

### Referências

ADEKIYA, A. O.; AGBEDE, T. M. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 21, n. 1, p. 10-20, 2009.

ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de. et al. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n.4, p. 905-916, out./dez. 2000.

CATANEO, C. B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V. et al. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 93-102, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina - RS/SC. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. M. et al. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 175-179, 2012.

FREITAS, G. A. de; SOUSA, C. R. de; CAPONE, A. et al. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology Biodiversity**, v. 3, n.1, 2012.

GALVÃO, R. de O.; ARAÚJO NETO, S. E. de; FERREIRA, R. L. F. Plantio direto orgânico de alface sobre cobertura viva e morta e adubada

com composto. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n. 3, p. 75-80, jul./set. 2013.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190-194, 2006.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A. C. et al. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 29-35, 2013.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. ed. Piracicaba: Ed. do Autor, 2002. 171 p.

LOPES, M. C.; FREIER, M.; MATTE, J. C. et al. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 211-215, 2003.

MAGRO, F. O.; ARRUDA, N.; CASA, J. et al. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 596-602, maio/jun. 2010.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451 p.

MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2010**. Embrapa Uva e Vinho, 2011. 4 p. (Boletim Técnico).

ONWUDIKE, S. U. Effectiveness of cow dung and mineral fertilizer on soil properties, nutrient uptake and yield of sweetpotato (*Ipomoea batatas*) in Southeastern Nigeria. **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 3, 148-154, 2010.

- PATO, O. **O vinho**: métodos modernos de fabrico, tratamento e conservação. Lisboa: Clássica Editora, 1975. 421 p.
- PEIXOTO, R. T. dos G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 387-422.
- PORTO, V. C. N.; SANTOS, E. C. dos; FERREIRA, L. L. et al. Componentes nutricionais de cultivares de alface em sistema orgânico de produção na região do Semiárido Potiguar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.
- RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R. et al. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 178-181, 2004.
- RODRIGUES, G. S. O.; TORRES, S. B.; LINHARES, P. C. F. et al. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônômico da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar cultivada. **Revista Caatinga**, v. 21, n.1, p. 162-168, 2008.
- RÓS, A. B.; NARITA, N.; HIRATA, A. C.S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 205-214, 2014.
- SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 45-57, 2006.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. dos; VIDIGAL, S. M. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 588-594, 2014.
- TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. Boletim Técnico, 5.
- VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, 2009.
- VIANA, E. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Produção de alface adubada com termofosfato e adubos orgânicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 217-224, 2008.

**Tabela 1 - Produção de massa fresca e seca, número de folhas e produtividade de plantas de alface cultivadas com o uso de resíduos orgânicos como fertilizantes. Fepagro Serra do Nordeste, Caxias do Sul, 2013.**

Tratamento <sup>1</sup>	Massa fresca (g planta <sup>-1</sup> )		Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )		Número de folhas (%)	Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )
	Total	Folha	Total	Folha		
T1	118,18 e <sup>2</sup>	112,50 e	6,44 c	6,00 c	20 bc	10,71 e
T2	211,5 a	200,82 a	10,82 ab	9,95 ab	24 a	19,12 a
T3	121,47 de	114,80 de	6,93 c	6,39 c	19 c	10,93 de
T4	160,16 cd	151,50 cd	9,34 b	8,58 b	20 bc	14,42 cd
T5	161,19 bcd	153,16 bcd	9,50 ab	8,79 ab	22 ab	14,58 bcd
T6	185,62 abc	176,56 abc	10,37 ab	9,68 ab	22 ab	16,81 abc
T7	214,44 a	203,76 a	11,70 a	10,96 a	23 a	19,40 a
T8	201,10 ab	191,11 ab	11,05 ab	10,34 ab	22 ab	18,20 ab
CV	13,00	13,57	13,39	13,5	6,89	13,56

<sup>1</sup> T1- sem adubação; T2- adubação mineral recomendada, T3- 50% da recomendação de composto de bagaço de uva, T4- 100% da recomendação de composto de bagaço de uva, T5- 200% da recomendação de composto de bagaço de uva, T6- 50% da recomendação de esterco de frango líquido, T7- 100% da recomendação de esterco de frango líquido e T8- 200% da recomendação de esterco de frango líquido. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste DMS de Fischer a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2 - Teor e exportação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em plantas de alface cultivadas com o uso de resíduos orgânicos como fertilizantes. Fepagro Serra do Nordeste, Caxias do Sul, 2013.**

Tratamento <sup>1</sup>	Teor de macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> massa seca)					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
T1	34,90 bc <sup>2</sup>	4,03 a	53,13 a	7,87 abc	3,57 bc	1,70 a
T2	40,13 a	3,93 a	54,03 a	8,57 a	4,33 a	1,23 a
T3	34,47 bc	4,07 a	55,07 a	8,10 ab	3,60 bc	1,10 a
T4	30,73 c	4,17 a	51,03 a	7,17 bc	3,43 c	1,50 a
T5	31,27 c	4,53 a	48,60 a	8,07 ab	3,33 c	1,63 a
T6	37,43 ab	3,80 a	51,20 a	7,80 abc	4,03 ab	1,53 a
T7	39,43 ab	4,17 a	55,60 a	7,77 abc	4,00 ab	1,63 a
T8	35,60 abc	3,80 a	51,03 a	6,63 c	3,77 bc	1,87 a
CV	8,30	11,23	7,74	9,58	7,62	44,37

  

Tratamento	Exportação de macronutrientes na alface (g planta <sup>-1</sup> )					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
T1	0,224 b	0,026 c	0,342 d	0,051 d	0,023 d	0,011 ab
T2	0,434 a	0,042 ab	0,582 ab	0,092 a	0,047 a	0,013 ab
T3	0,240 b	0,028 c	0,382 cd	0,056 cd	0,025 cd	0,008 b
T4	0,287 b	0,039 b	0,476 bc	0,067 bc	0,032 bc	0,014 ab
T5	0,295 b	0,043 ab	0,457 bcd	0,077 ab	0,032 cd	0,016 ab
T6	0,386 a	0,038 b	0,527 b	0,081 ab	0,042 a	0,015 ab
T7	0,465 a	0,049 a	0,653 a	0,092 a	0,047 a	0,019 a
T8	0,387 a	0,042 ab	0,563 ab	0,072 b	0,041 ab	0,019 a
CV	14,1	14,67	14,45	11,87	14,17	44,06

<sup>1</sup> T1- sem adubação; T2- adubação mineral recomendada, T3- 50% da recomendação de composto de bagaço de uva, T4- 100% da recomendação de composto de bagaço de uva, T5- 200% da recomendação de composto de bagaço de uva, T6- 50% da recomendação de esterco de frango líquido, T7- 100% da recomendação de esterco de frango líquido e T8- 200% da recomendação de esterco de frango líquido. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste DMS de Fischer a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3 - Teor e exportação de boro, zinco, cobre, manganês e ferro em plantas de alface cultivadas com o uso de resíduos orgânicos como fertilizantes. FEPAGRO Serra do Nordeste, Caxias do Sul, 2013.**

Tratamento <sup>1</sup>	Teor de Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> de massa seca)				
	Boro	Zinco	Cobre	Manganês	Ferro
T1	25,00 d <sup>2</sup>	34,33 a	13,67 a	23,00 bc	418,00 ab
T2	26,33 d	32,67 abc	12,33 ab	26,00 abc	383,00 cd
T3	34,33 ab	29,00 bc	11,33 ab	19,00 c	222,67 cd
T4	31,00 c	30,00 abc	10,90 bc	17,33 c	279,33 bcd
T5	35,33 a	27,67 c	8,67 c	15,67 c	194,67 d
T6	32,00 bc	34,00 ab	11,67 ab	35,00 a	276,33 bcd
T7	31,67 bc	34,67 a	12,00 ab	32,00 ab	455,00 a
T8	32,33 abc	35,00 a	12,00 ab	25,67 abc	329,33 abcd
CV	6,13	9,35	11,52	26,10	29,01
Tratamento	Extração de Micronutrientes (mg planta <sup>-1</sup> )				
	Boro	Zinco	Cobre	Manganês	Ferro
T1	0,163 d	0,222 c	0,089 cd	0,151 bc	2,727 bcd
T2	0,285 bc	0,351 ab	0,134 ab	0,282 ab	4,115 ab
T3	0,239 cd	0,202 c	0,079 d	0,132 c	1,543 d
T4	0,289 abc	0,280 bc	0,101 bcd	0,162bc	2,580 cd
T5	0,335 ab	0,263 bc	0,082 d	0,150 bc	1,839 d
T6	0,333 ab	0,356 ab	0,120 abc	0,375 a	2,880 bcd
T7	0,369 a	0,408 a	0,140 a	0,372 a	5,177 a
T8	0,364 ab	0,397 a	0,133 ab	0,278 ab	3,507 bc
CV	16,01	18,59	18,24	33,73	26,86

<sup>1</sup>. T1- sem adubação; T2- adubação mineral recomendada, T3- 50% da recomendação de composto de bagaço de uva, T4- 100% da recomendação de composto de bagaço de uva, T5- 200% da recomendação de composto de bagaço de uva, T6- 50% da recomendação de esterco de frango líquido, T7- 100% da recomendação de esterco de frango líquido e T8- 200% da recomendação de esterco de frango líquido. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste DMS de Fischer a 5% de probabilidade de erro.