

Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica

Daielly Baritieri Cavalheiro¹; Élcio Silvério Klosowski¹; Nicanor Pilarski Henkemeier¹; Affonso Celso Gonçalves Junior¹; Edmar Soares de Vasconcelos¹; Edilson Chibiaqui²

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade da alface cv. Vanda em ambiente protegido e aberto em função de vários níveis de adubação mineral e orgânica (dose 0, dose recomendada e o dobro da dose recomendada). O experimento foi conduzido entre junho e julho de 2013, em São Miguel do Iguaçu –PR. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, os tratamentos consistiram de dois ambientes, duas fontes de adubação e três níveis de adubação. As características avaliadas foram altura de planta, diâmetro de planta, número de folhas, diâmetro do caule, comprimento do caule, área foliar, projeção da copa, massa fresca total, massa fresca da folha e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a ($p < 0,05$). O ambiente protegido apresentou condições climáticas mais apropriadas ao desenvolvimento e produção de alface cv. Vanda. A maior produtividade da cultura de alface foi obtida com a adubação mineral no ambiente protegido, na adubação com o dobro da dose recomendada.

Palavras-chave: Casa de Vegetação; campo; doses de adubação; evapotranspiração.

Production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, grown under different environments and levels of mineral and organic fertilizer

Abstract: This study aimed at evaluating the growth of cv. Vanda under protected environment and field, according to different organic and minerals fertilizer levels (0 dosage, dosage recommended and double the recommended dosage). The experiment was conducted between June and July 2013 in São Miguel do Iguaçu –PR. The experimental was a randomized block with four replicates, treatments consisted of two rooms, two sources of fertilizer and three fertilization levels. The characteristics evaluated were the total fresh mass and leaves, leaf area, leaf number, plant diameter, stalk diameter, stalk length, plant height, canopy projection and yield. The data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test ($p < 0,05$). The protected environment presented climatic conditions more appropriated to the development and production of cv. Vanda. The greater crop of lettuce was obtained with chemical fertilizers in protected environment, with de double the recommended dosage.

Keywords: Green house; Field; Doses of fertilization; Evapotranspiration.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná -UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia - PPGA. Rua Pernambuco n. 1777, CEP: 85.960-000, Centro, Marechal Cândido Rondon, PR. daiellybc@yahoo.com, brelciosk1@yahoo.com.br, pilarskinicanor044@hotmail.com, affonso133@hotmail.com, edmar.vasconcelos@unioeste.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná –UTFPR, Núcleo de Ciências Ambientais. Programa de Graduação em Engenharia Ambiental, Avenida Brasil n. 4232, CEP: 85.884-000, Centro, Medianeira – PR. edilsonchibiaqui@yahoo.com.br

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a principal hortaliça folhosa comercializada e consumida no Brasil, sendo um componente básico no preparo de saladas, apresentando baixo valor calórico, boa fonte de vitaminas e de sais minerais e de fácil aquisição podendo ser produzida durante o ano inteiro (EMBRAPA/SEBRAE, 2012). Sendo a do tipo crespa predominante, por apresentar aspecto de manuseio e transporte facilitado devido à disposição de suas folhas, o que a torna preferível entre os grupos (RODRIGUES *et al.*, 2007). Este grupo de alface apresenta ainda melhores resistências a doenças, maior período pós-colheita e melhor paladar. Segundo a SEAB/DERAL (2012) o volume de alface crespa média comercializada no Paraná em 2012 foi de 568,15 toneladas.

A alface é originária da região do Mediterrâneo, pertence à família botânica Asteraceae, da ordem Asterales e da classe Magnoliatae e gênero *Lactuca*. Essa hortaliça é uma planta herbácea, de caule pequeno e não ramificado, ao qual se prendem as folhas que são relativamente grandes, lisas ou crespas e dispostas alternamente, fechando-se ou não em forma de cabeça, com coloração variando do verde-amarelo até o verde escuro, com algumas cultivares apresentando coloração arroxeada. A raiz é pivotante e quando cultivada a campo pode atingir até 60 cm, e infiltrando-se de 15 a 20 cm no perfil do solo (GOTO; TIVELLI, 1998). Como pode ser consumida crua “*in natura*”, conserva todas suas propriedades nutritivas, sendo rica em sais minerais como cálcio e fósforo, e vitaminas A, B, C, D e E, é de agradável paladar e indicada para dietas hipocalóricas, além de agir como excelente calmante (MURAYAMA, 1983).

A prática de cultivo de hortaliças vem apresentando uma expansão considerável, inserido-se principalmente na agricultura familiar, contribuindo para a geração de emprego e aumento na produção de alimentos. Primando pelo aumento da produção de hortaliças no Brasil, diversos estudos vêm sendo realizados sobre ambiente de cultivo e formas de adubação (KANO *et al.*, 2012; MAROUELLI *et al.*, 2011).

A alface é bastante sensível a condições adversas de temperatura, produzindo melhor nas épocas mais frias do ano (OLIVEIRA *et al.*, 2004). A faixa ideal de temperatura para o crescimento da alface deve ser de 18 a 23°C, com umidade relativa do ar entre 60 e 75% (GOTO; TIVELLI, 1998). O ciclo da alface no campo varia de 65 a 80 dias e em ambiente protegido de 45-50 dias (FILGUEIRA, 2008).

Os sistemas de cultivo protegido permitem maximizar a produção, cultivo durante o ano todo, facilitar o manejo da cultura, das condições ambientais, melhor aproveitamento dos insumos, e proporcionar um produto final de maior qualidade (AGUIAR, 2004).

A evapotranspiração da cultura da alface de modo geral é de 3,59 mm diários. E a variação do armazenamento de água no solo pode afetar o desenvolvimento vegetativo da planta e diminuir a qualidade e a produtividade (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007).

Embora o ambiente exerça influência na produção de alface, diversos estudos vêm sendo realizados sobre as necessidades nutricionais da alface em ambientes diversos, (STEINER; ECHER; GUIMARÃES, 2012; COMETTI *et al.*, 2008). A cultura se desenvolve melhor em solos de textura média. No que se refere a adubação, especialmente a utilização de composto orgânico, é altamente benéfica a essa cultura de raízes delicadas (FILGUEIRA, 2008). Estudos sobre o uso de adubo orgânico no cultivo de alface demonstraram que o mesmo favorece o rendimento e qualidade da alface americana (crespa) Yuri *et al.* (2004), aumento nos teores de nutrientes, como magnésio, fósforo, potássio e proteína bruta e um aporte de matéria orgânica ao solo capaz de melhorar sua capacidade de troca catiônica e a retenção de água (MALAVOLTA *et al.*, 2006).

No entanto a disponibilização dos nutrientes é lenta quando usado o composto orgânico, sendo necessária a aplicação de adubação mineral no início do cultivo (SEDYAMA *et al.*, 2009), fornecendo os nutrientes necessários a planta de forma imediata e acelerando o desenvolvimento da cultura.

Considerando que a ambiência e a nutrição, são fatores que interferem diretamente nas condições de crescimento, desenvolvimento e produtividade, este trabalho teve o objetivo de avaliar o desempenho produtivo da alface cv. Vanda em ambiente protegido e aberto em função de vários níveis de adubação mineral e orgânica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente aberto e protegido, entre junho e julho de 2013, em São Miguel do Iguaçu - PR, (Latitude 25° 20' 52" S, Longitude 54° 14' 16" W e altitude de 312m). O clima da região é do tipo Cfa subtropical, com média anual de temperaturas entre 21 e 22°C, UR do ar de 75 a 80% e precipitação pluvial anual média na faixa de 1600 a 1800 mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x2x3, com quatro repetições. Dispostos em 864 vasos, com altura e diâmetro de 21 cm, com capacidade para 8,7kg de solo. Os tratamentos consistiram de dois ambientes (protegido e aberto), duas fontes de adubação (orgânica e mineral) e três doses

de adubação. Para a caracterização química do solo na área experimental, foi realizada análise química do solo a partir de uma amostra composta retirada na profundidade de 0 a 20 cm, Tabela 1. E as adubações realizadas com base na fertilidade do solo, na área total do vaso 0,21m² e nas recomendações propostas por (TRANI *et al.*,1997).

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. São Miguel do Iguaçu. 2013

Amostra	P mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	H + Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺ cmol c dm ⁻³	Mg ²⁺	SB	CTC	V %
Solo	27,23	29,69	5,06	5,29	0,05	0,44	6,99	1,34	8,76	14,05	62,34

Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Marechal Cândido Rondon. Unioeste.

As doses consistiram de dose 0, dose recomendada 3,6 kg/m² de NPK e o dobro da recomendação 7,2 kg/m² de NPK de composto orgânico, com 50% de disponibilidade para a planta. As doses de adubo mineral foram, dose 0, dose recomendada 0,02 kg/m² de N (uréia), 0,08 kg/m² de P (superfosfato simples) e 0,008 kg/m² de K (cloreto de potássio) e o dobro da dose recomendada 0,04 kg/m² de N (uréia), 0,17 kg/m² de P (superfosfato simples) e 0,02 kg/m² de K (cloreto de potássio). Com 45% de N, 18% de P e 60% de K disponível para a planta. As adubações foram parceladas, sendo aplicadas aos 1, 14 e 28 dias, após o transplântio das mudas. A saturação por bases foi corrigida para 70%.

O ambiente aberto consistiu de uma área de 45 m² (9 m de comprimento e cinco metros de largura). O ambiente protegido apresentava estrutura em arco, coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras, 3 m de pé direito e 45 m² de área. Com cortinas nas laterais e proteção de tela anti-afídica. As cortinas eram abertas todos os dias às 7h e fechadas às 19h.

A cultivar de alface utilizada foi a Vanda, de folhas consistentes, crespas e soltas, não formando cabeça, de cultivo recomendado para o inverno e ciclo de 60 dias a partir da semeadura. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno de 128 células contendo substrato comercial, utilizando duas sementes por célula, após a emergência das plântulas foi realizado desbaste deixando uma planta por célula. As mudas foram transplantadas para os vasos após 30 dias da semeadura, quando as plantas apresentavam de 5 a 6 folhas definitivas, no dia 06 de junho de 2013.

Após o transplântio o controle de plantas daninhas como picão-preto (*Bidens pilosa*), tiririca (*Cyperus rotundus*), azedinha (*Rumex acetosa*), caruru (*Amaranthus viridis* L), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) foi realizado manualmente.

A irrigação foi realizada por gotejamento, com dois turnos de rega diários (manhã e tarde), sendo a lâmina de água aplicada de em média de 4,32mm e 3,22mm para o ambiente externo e protegido, respectivamente.

A lâmina de evapotranspiração da cultura, a ser repostada por irrigação foi determinada com base nas medidas de evaporação de um mini tanque Classe A instalado no centro da área experimental em cada ambiente na altura de 0,21m. Cada mini tanque apresentava volume de 3L e área de 0,13m² aproximadamente. A medida de evaporação era feita diariamente às 9 h.

A medida de evaporação foi transformada em evapotranspiração de referência por meio do coeficiente de tanque, calculado com base no tamanho da bordadura, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Durante o período experimental os valores de coeficiente de tanque variaram entre 0,8 e 0,9.

A evapotranspiração da cultura foi determinada por meio da evapotranspiração de referência e do coeficiente da cultura, para o qual foram utilizados valores de 0,70 na fase inicial, 0,80 (fase vegetativa) e 1,00 (fase produtiva) (ALLEN *et al.*, 1998).

Os dados meteorológicos foram coletados por meio de um sensor de temperatura e umidade relativa do ar (UR), anemômetro e pluviômetro. O sensor de temperatura do ar apresentava escala de -40 a + 70°C e o sensor de UR entre 0 e 100%. A unidade de memória destes sensores tem capacidade de registro de até 32.000 observações. O anemômetro de canecas utilizado é da marca HOMIS, modelo AM 4220, com escala de medida entre 0,9 e 35 m/s, resolução de 0,1 m/s e acurácia de $\pm 2\% + 0,2\text{m/s}$. O pluviômetro utilizado da marca INSTRUTHERM, com escala de medida de 0 a 150 mm.

A colheita foi realizada 35 dias após o transplântio, amostrando-se duas plantas de cada parcela útil. Antes da coleta no ambiente protegido e no campo foram determinadas com o auxílio de uma régua, altura das plantas (AP) partindo-se da superfície do solo até a maior folha da planta, diâmetro da planta (DP), obtido pela média entre o diâmetro transversal e longitudinal da planta, projeção da copa (PC) correspondente a área de sombreamento da planta.

Após a amostragem, as plantas foram lavadas com detergente líquido neutro em água corrente tratada e após retirar o excesso de água foram embaladas em sacos plásticos identificados por ambiente, tratamento e bloco, posteriormente as amostras foram armazenadas em caixa térmica e levadas ao Laboratório de Agronomia da estação experimental da Unioeste *campus* de Marechal Cândido Rondon - PR.

Nas amostras coletadas determinou-se o número de folhas (NF), partindo-se das folhas basais até a última folha aberta, comprimento de caule (CC), diâmetro de caule (DC) e a

produtividade, calculada a partir dos dados de massa fresca total (MFT) e foliar (MFF), obtidas através de uma balança analítica com precisão de 0,01g. Para quantificação da área foliar (AF), utilizou-se o método de amostragens de acordo com a metodologia de (BENINCASA, 2003).

Após tabulação, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

Conforme Tabela 2, a cultura da alface teve o seu crescimento influenciado pelos ambientes. No entanto, não houve diferença estatística significativa para a interação doses de adubação X ambiente, o que demonstra desempenho semelhante entre os cultivos para diferentes doses de adubação e ambiente.

No ambiente protegido as plantas mostraram-se mais altas quando comparadas com as plantas do ambiente aberto, foi observado no ambiente protegido que as plantas que receberam tratamentos com adubação orgânica apresentaram altura superior quando comparadas com as plantas de alface que receberam os tratamentos com adubação mineral.

Ainda para a variável altura de planta, mas em ambiente aberto, foi constatado que a maior média de altura ocorreu no cultivo com o dobro da dose recomendada de adubação orgânica.

Para o diâmetro da planta, a aplicação da dose recomendada de adubação orgânica no ambiente aberto, apresentou resultado semelhante ao observado nas plantas cultivadas em ambiente protegido para a mesma dose de adubo orgânico. Resultado semelhante foi observado para o número de folhas da planta, para o tratamento com dose recomendada de adubação mineral, em ambiente aberto. Não havendo efeito de adubação nas plantas nos dois ambientes.

Tabela 2 - Altura de Planta (AP), Diâmetro da Planta (DP), Número de folhas (NF), Diâmetro do Caule (DC) e Comprimento do Caule (CC) de alface por planta em função dos ambientes, níveis e tipo de adubação. São Miguel do Iguaçu. 2013

	AP (cm)	DP (cm)	NF	DC(mm)	CC(mm)
Ambiente aberto					
Sem adubação orgânica	13.75 Ba	14.38 Ba	6.75 Ba	8.47 Bb	25.78 Aa
Dose 3,6 kg/m ²	14.46 Ba	16.53 Aa	7.12 Ba	9.41 Bab	24.86 Aa
Dose 7,2 kg/m ²	15.60 Ba	14.11 Ba	7.00 Ba	9.52 Bab	26.35 Aa

Sem adubação mineral	13.73 Ba	14.77 Ba	6.62 Ba	8.90 Ab	23.23 Aa
Dose 0,108 kg/m ²	14.97 Ba	15.81 Ba	8.60 Aa	11.35 Aa	24.61 Aa
Dose 0,23 kg/m ²	15.07 Ba	14.82 Ba	7.37 Ba	10.62 Bab	29.85 Aa
Ambiente protegido					
Sem adubação orgânica	18.40 Aa	20.17 Aa	9.00 Aa	11.71 Aab	26.66 Aa
Dose NPK 3,6 kg/m ²	19.47Aa	19.70 Aa	9.62 Aa	11.96 Aab	26.98 Aa
Dose NPK 7,2 kg/m ²	20.92 Aa	20.92 Aa	9.63 Aa	12.42 Aa	29.98 Aa
Sem adubação mineral	18.17 Aa	20.73 Aa	8.59 Aa	9.96 Ab	25.70 Aa
Dose NPK 0,108 kg/m ²	18.42 Aa	20.93 Aa	9.00 Aa	12.71 Aa	26.96 Aa
Dose NPK 0,23 kg/m ²	19.17Aa	19.18 Aa	9.75 Aa	12.68 Aa	28.63 Aa
CV(%)	8,64	12,81	11,93	10,13	13,16

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si para os tratamentos. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si para os ambientes.

Efeito significativo foi observado para o diâmetro do caule, cuja média para as plantas cultivadas na dose recomendada de composto mineral no ambiente aberto foi superior as das plantas de alface que receberam os demais tratamentos, não diferindo do ambiente protegido. Para os dois ambientes o diâmetro do caule da planta foi maior para a aplicação da dose recomendada de adubação mineral e a menor média observada para a ausência de adubação.

Com relação à característica comprimento do caule que pode ser um indicativo da resistência ao pendoamento, não houve efeito de ambiente e nem de adubação nas plantas. O que sugere que embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os ambientes e os tratamentos, o cultivo da alface nos dois ambientes foi influenciado pelas condições ambientais, Costa *et al.* (2006) ao estudar rabanete sob diferente fontes e doses de adubação, concluíram que tal resultado pode estar relacionado a menor incidência de insolação durante o ciclo da cultura, em consequência da ocorrência de precipitações.

Conforme se verifica na Tabela 3 o parâmetro área foliar da alface no ambiente protegido apresentou médias superiores as plantas cultivadas no ambiente aberto, havendo semelhança entre a área foliar das plantas nos dois ambientes para os tratamentos na ausência de adubação e dose recomendada de adubação mineral, o que sugere que essas doses de adubação não tiveram efeito sobre a expansão foliar da planta.

Tabela 3 - Área Foliar (AF), Projeção da Copa (PC), Massa Fresca Total (MFT), Massa Fresca da Folha (MFF) e Produtividade de alface por planta em função dos ambientes, níveis e tipo de adubação. São Miguel do Iguaçu. 2013

	AF (dm ²)	PC (cm ²)	MFT (g)	MFF (g)	Prod. (kg/m ²)
Ambiente aberto					
Sem adubação orgânica	19,20 Ba	245,91 Ba	60.50 Ab	36.60 Bc	2,83Bc

Dose 3,6 kg/m ²	22,46 Ba	272,21 Ba	70.41 Aab	42.62 Bbc	2,97Bb
Dose 7,2 kg/m ²					c
Sem adubação mineral	22,63 Ba	259,21 Ba	71.32 Bab	43.95 Bbc	3,05Ab
Dose 0,108 kg/m ²	15,42 Ba	264,48 Ba	61.52 Ab	41.37 Abc	2,94Bb
Dose 0,23 kg/m ²					c
	28,62 Aa	284,66 Ba	97.54 Aa	62.50 Bb	3,42Aa
	22,14 Ba	284,96 Ba	96.78 Aa	70.15 Bab	3,60Aa
Ambiente protegido					
Sem adubação orgânica	22,87 Ba	381,93 Aa	78.15 Ab	58.95 Abc	3,37Ab
Dose 3,6 kg/m ²	39,95 Aa	384,93 Aa	90.76 Aab	68.30 Abc	3,55Aa
					b
Dose 7,2 kg/m ²	39,98 Aa	533,78 Aa	98.47 Aab	75.85	3,72Aa
				Aabc	b
Sem adubação mineral	37,23 Aa	453,55 Aa	68.34 Ab	52.92 Ac	3,20Ab
Dose 0,108kg/m ²	30,80 Aa	470,19 Aa	112.87 Aa	84.25 Aa	3,91Aa
Dose 0,23 kg/m ²	25,50 Aa	381,92 Aa	116.63 Aa	94.50 Aa	4,14Aa
CV (%)	23,17	15,02	18,67	19,94	8,05

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si para os tratamentos. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si para os ambientes.

A projeção da copa das plantas cultivadas no ambiente protegido foi maior que as cultivadas em ambiente aberto, não havendo diferença estatística entre as doses de adubação, ocorrendo influência apenas dos ambientes na projeção da copa das plantas. Entretanto foi encontrada diferença entre as doses de adubação e ambientes, para massa fresca total, massa fresca da folha e produtividade, indicando efeito de adubação e de ambiente nestas características, porém ao desdobrar a interação doses de adubação X ambiente não houve interação significativa.

A adubação mineral no ambiente protegido contribuiu para o maior acúmulo de massa fresca da folha e massa fresca total, sendo o seu acúmulo favorecido pela dose recomendada e o dobro da dose recomendada da adubação mineral, Goto *et al.* (2002) ao estudar a produção de alface crespa em ambiente protegido e a campo, também observaram maior acúmulo de massa fresca total nas plantas cultivadas em ambiente protegido, o que pode estar relacionado ao maior acúmulo de água nas folhas das plantas cultivadas em ambiente protegido, mas segundo Caron *et al.* (2004) a produção de massa fresca da alface está diretamente relacionada com a área foliar da planta, sobretudo em hortaliças folhosas, assim as doses de adubação que proporcionam maior área foliar, são as que obtêm maior acúmulo de massa fresca nas plantas, o que é confirmado neste estudo, no qual embora o ambiente protegido usando a adubação mineral, tenha contribuído para maior acúmulo de massa fresca, a área

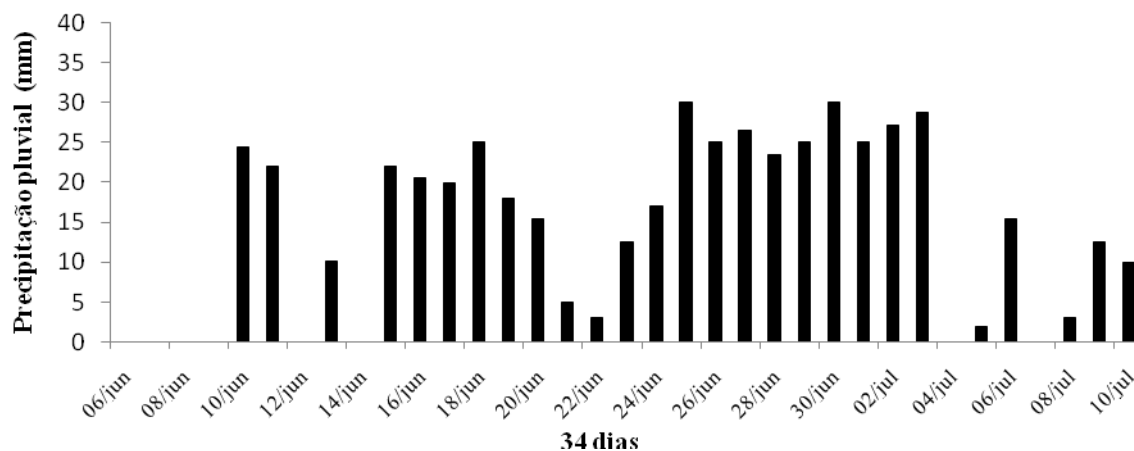
foliar das plantas cultivadas sob as duas fontes de adubação não diferiram estatisticamente neste ambiente.

Ainda a adubação mineral promoveu a maior produtividade de plantas, uma vez que os resultados mais elevados de produtividade foram observados para as doses de composto mineral nos dois ambientes, a média de produtividade da cultura nos ambientes foi semelhante à de outros estudos com cv. Vanda, como o de Rodrigues *et al.* (2007), que obtiveram produtividade de 29,095 kg ha⁻¹, que transformado equivale a 2,90 kg/m². Os resultados de produtividade crescente com o aumento da dose de adubação, vem corroborar com o resultado obtido por Pimentel *et al.* (2009), que verificaram efeito sobre a produtividade da alface utilizando aplicação crescente de adubação mineral, Rodrigues *et al.* (2007), observaram resultados semelhantes ao trabalhar com doses de adubação mineral e orgânica no cultivo de alface crespa.

A produtividade é extremamente dependente do movimento de nutrientes dentro da planta e da associação entre absorção de nutrientes e desenvolvimento da cultura. De modo geral, a fase de rápido desenvolvimento da alface é acompanhada pelo aumento na absorção de nutrientes pela planta, que declina quando a taxa de crescimento diminui, o que confirma a afirmação de Sediya *et al.* (2009), de que os compostos orgânicos apresentam lenta liberação de nutrientes para o solo, tal afirmação explica o melhor desempenho da adubação mineral no presente trabalho.

A maior altura de plantas, diâmetro da planta, diâmetro do caule, área foliar e projeção da copa, encontradas no presente trabalho no cultivo em ambiente protegido infere-se que as condições de luminosidade influenciaram significativamente o crescimento cultura da alface. De acordo com Filgueira (2008), a deficiência luminosa provoca um maior alongamento celular, no que resulta o estiolamento, um aumento em altura e extensão da parte aérea. Conforme observa-se na Figura 1, o período de condução do experimento foi marcado por chuvas freqüentes, o que reduziu a radiação solar no ambiente protegido, ocasionando uma maior expansão da área da planta de alface e maior crescimento vertical da parte aérea e do diâmetro do caule.

Figura 1 - Taxa de precipitação pluvial diária no período de 06 de junho a 10 de julho de 2013, no município de São Miguel do Iguaçu.



Por outro lado, conforme mencionado anteriormente não houve diferença entre os ambientes para a característica comprimento do caule, o que é um indício de que a cultura no ambiente aberto também foi influenciada pela baixa luminosidade do período e a diferença nas características de altura da planta, diâmetro do caule e projeção da copa, foram causadas pelo excesso de chuvas o que comprometeu a qualidade das plantas cultivadas no ambiente aberto, esses resultados concordam com os de Costa *et al.* (2011), em que as plantas são danificadas devido as intempéries.

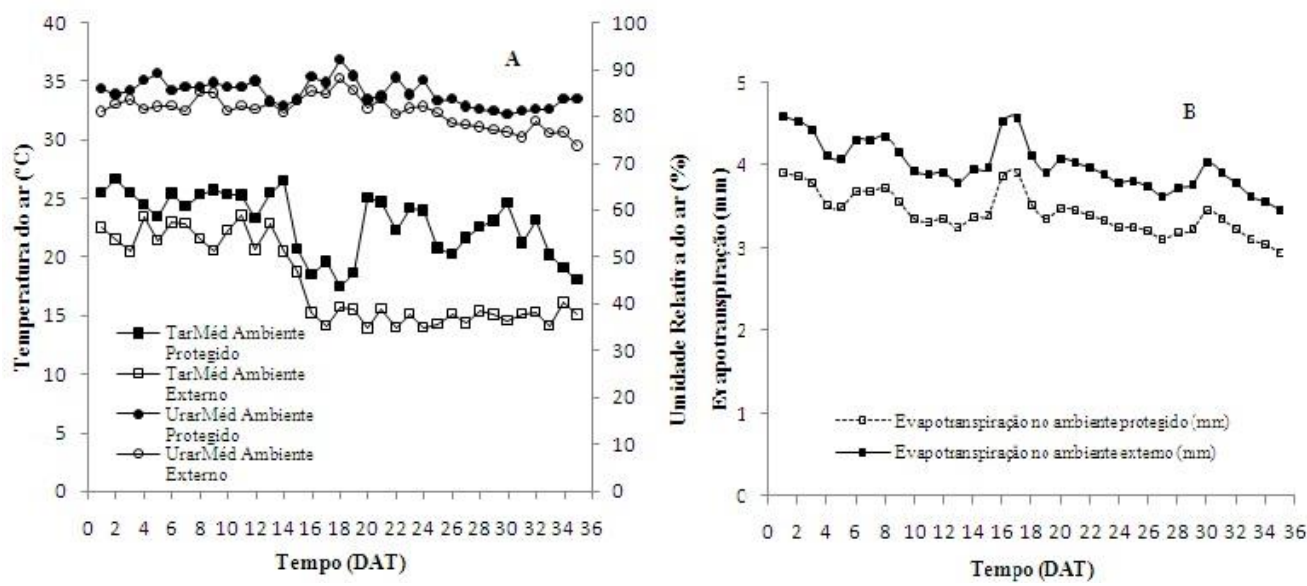
A massa fresca total foi baixa, com relação ao padrão comercial, sendo as maiores médias 116,63g e 96,78g por planta, o que sugere que mesmo cultivares recomendadas para cultivo no inverno, pode ter o seu crescimento e produtividade influenciados por temperaturas baixas e UR elevadas. Observa-se pela Figura 2A que durante o cultivo da alface até os 14 dias após o transplântio (DAT), ocorreu um período de temperatura média de 25,48°C e 23,31°C no ambiente protegido e aberto respectivamente, com UR do ar alta e chuvas frequentes, o que supõe que a alta temperatura acelerou o crescimento até os 15 DAT, no dia 20 de junho, reduzindo com isso o ciclo vegetativo da cultura.

A partir dos 15 DAT a precipitação diária diminuiu o que provocou uma queda de temperatura de 4,69°C e de 5,57°C com aumento da UR do ar de 3,6% e 2,5% no ambiente protegido e no ambiente aberto, respectivamente, entre 15 e 20 DAT, quando as chuvas se tornaram intensas novamente.

A partir dos 15 DAT a temperatura variou entre 24,16°C e 15,07°C nos ambientes, não favorecendo a produtividade da cultura, pois a temperatura mais baixa, maior UR e pouca luminosidade devido às condições do clima, podem ter induzido as plantas de alface ao ciclo

reprodutivo ou pendoamento, cessando o seu crescimento e conseqüente acúmulo de massa fresca total, embora Trani *et al.* (1992), tenha sugerido que o desempenho da alface seja favorecido por temperaturas amenas, entre 18 e 20°C.

Figura 2 - (A) Temperatura do ar média e Umidade Relativa do ar no ambiente aberto e protegido (B) Evapotranspiração de referência da cultura no ambiente externo e protegido em função dos dias, no período de 06 de junho a 10 de julho de 2013 no município de São Miguel do Iguaçu



É necessário destacar que embora o cultivo da alface em ambiente aberto sofreu interferência direta da alta precipitação do período, não é possível afirmar que a produtividade da cultura foi prejudicada pela maior lixiviação dos nutrientes. Veja-se a análise do solo após o cultivo na Tabela 4, é possível verificar que o solo do ambiente aberto sofreu menor ou igual perda de nutrientes quando comparado com o do ambiente protegido. E reportando-se a Tabela 1, a análise inicial do solo demonstrou que o solo se encontrava em boas condições de cultivo, não sendo necessárias correções de adubação, o que implica em dizer que as doses de adubação podem ter proporcionado um excesso de nutrientes, que mesmo com a intensa precipitação a disponibilidade de nutrientes não foi prejudicada pelo escoamento.

Tabela 4 - Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm, após o cultivo de alface em ambiente protegido e externo. São Miguel do Iguaçu. 2013

Amostra	P	MO	pH CaCl ₂	H ⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V
	mg	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	Al			cmol c dm ⁻³				%

	dm ⁻³	3	1									
Ambiente												
Externo	3,91	20,51	6,20	2,69	0,00	0,40	8,13	3,74	12,27	14,96	82,02	
Ambiente												
Protegido	12,96	18,45	5,67	3,10	0,00	0,35	8,43	2,22	11,00	14,10	78,01	

Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Marechal Cândido Rondon. Unioeste.

O resultado da análise de solo explica o efeito de adubação nas características de diâmetro do caule, que está relacionado mais ao estiolamento da planta do que ao incremento de massa na produção final e nas características de massa fresca da folha, massa fresca total e na produtividade, ressaltando efeito significativo entre os ambientes para massa fresca total, foi encontrado somente na adubação orgânica na dose recomendada no ambiente aberto, sendo que está apresentou a menor média.

A ausência de adubação não apresentou diferença significativa no crescimento e produção da cultura entre os ambientes, bem como para a produtividade da alface não houve diferença significativa entre os tratamentos sem adubação em ambos os ambientes, o que reforça a idéia que a disponibilidade de nutrientes para as plantas não teve interferência da quantidade de chuvas e sim da própria quantidade de fertilizante incorporada ao solo, segundo Primavesi (1980), o excesso de fertilizante ativa a respiração tornando a planta mais vigorosa, mas se a respiração é ativa demais, a planta gasta tudo o que foi fotosintetizado e o crescimento estagna, o que contribui para explicar o que aconteceu no ciclo da cultura até os 15 DAT, no qual a temperatura amena, disponibilidade de água e luminosidade maior do que no restante do ciclo, podem ter influenciado a função estomática das folhas, acelerando o crescimento e estagnando em seguida.

Para afirmar tais resultados, Filgueira (2008) relata que a adaptação da cultura as condições ambientais, interferem nas atividades fisiológicas e nas características morfológicas da planta, podendo representar um fator limitante no seu cultivo, comprometendo a produtividade da cultura, ou seja, altas temperaturas podem reduzir o ciclo vegetativo, induzindo o pendoamento precoce, enquanto temperaturas muito baixas podem retardar o crescimento da planta, isso explica a baixa produtividade obtida em todos os tratamentos, visto que o cultivo ocorreu durante o inverno. Siqueira *et al.* (2011) associaram a baixa produtividade a alta pluviosidade. Por outro lado, Santos *et al.* (2009), ao trabalhar com alface tipo crespa a campo na região de Cáceres-MT sob altas temperaturas obteve resultados semelhantes para acúmulo de massa, diâmetro da planta, comprimento de caule e produtividade.

As condições ambientais foram mais propícias para o desenvolvimento das plantas cultivadas em ambiente protegido. De acordo com Frisina; Escobedo (1999) a cobertura de polietileno retém em torno de 20,4% da radiação solar, havendo assim menores intensidades de irradiações globais e refletidas. Esta menor radiação sobre a cultura da alface promove produção de folhas maiores, contribuindo para uma maior quantidade de massa por planta (RADIN *et al.*, 2004).

A menor lâmina de água evaporada no ambiente protegido se dá pela menor disponibilidade energética para o processo de transferência de calor latente neste ambiente, provocada pela atenuação da radiação solar e maior umidade relativa do ar (PEREIRA, 2002). Segundo Resende *et al.*, (2004) a evaporação no interior do ambiente protegido é geralmente menor que a verificada no exterior, fato este, que pode ser atribuído à opacidade da cobertura à radiação solar e redução da ação do vento.

Pela Figura 2B observa-se que a evapotranspiração foi influenciada pelo ciclo da cultura, o que afirma o resultado encontrado por Heldwein (2001) pesquisando a influência da espécie cultivada e da época do ano sobre a evapotranspiração em ambiente protegido e a campo, constataram que a evapotranspiração tende a decrescer ao longo do ciclo da cultura, provavelmente devido ao maior porte das plantas ao final do ciclo, competição pela ocupação do espaço aéreo pelas folhas e menor eficiência na renovação do ar. Observou-se também que no curto período de baixa pluviosidade houveram os maiores volumes de evapotranspiração nos dois ambientes, período em que a cultura exigiu maior fornecimento de água tanto no ambiente protegido quanto no ambiente aberto, mesmo o ambiente protegido não tendo sofrido influência direta das chuvas.

Conclusões

Conforme observado o ambiente protegido apresentou condições climáticas mais apropriadas ao desenvolvimento e produção das plantas de alface cv. Vanda. A maior altura de plantas, projeção da copa e área foliar foram encontradas para o dobro da dose recomendada de adubação orgânica, no ambiente protegido. O maior diâmetro de plantas e diâmetro do caule, foram obtidos no tratamento contendo a dose recomendada de adubação mineral, no ambiente protegido. O maior número de folhas, massa fresca da folha e massa fresco total, foram alcançados no dobro das doses recomendadas de adubação mineral, no ambiente protegido.

A maior produtividade da cultura de alface foi obtida com o dobro da dose recomendada de adubação mineral no ambiente protegido. As condições de temperatura e UR

do ar não foram propícias ao desenvolvimento da cultura, prejudicando a produção. As precipitações frequentes no período diminuíram a qualidade das plantas cultivadas no ambiente aberto.

Referências

AGUIAR, R. L. **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas**. Editora UFV, Viçosa, MG. 2004.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2. ed. Jaboticabal, Brasil, 2003. p. 41.

CARON, B. O.; POMMER, S.F.; SCHMIDT, D; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S. L.P. Crescimento da alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, n.2, p. 97-104, 2004.

CAVIGLIONE, J. H. ; KIIHL, L. R. B. ; CARAMORI, P. H. ; OLIVEIRA, D.. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD-ROM. Disponível em: <http://www.iapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 17 de dez. 2012.

COMETTI, N.N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M.S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico—sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, abr-jun, p.252-257, 2008.

COSTA, C.C.; OLIVEIRA, C.D.; SILVA, C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. 2006. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, jan-mar, p.118-122, 2006.

COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R. de.; SOUZA, S. B. S. de. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina**, v. 32, n. 1, p. 93-102. 2011.

CRUZ, C.D. Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 2006. p382.

EMBRAPA/SEBRAE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Classificação dos Solos. **Embrapa solos**, 2º Ed. Rio de Janeiro. 2006.

EMBRAPA/SEBRAE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Catálogo Brasileiro De Hortaliças**: saiba como planta e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País. Brasília: EMBRAPA. 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2008. p. 158.

FRISINA, V. de A.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, 1999. p.1775-1786.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Fundação Editora da UNESP, São Paulo. 1998.

GOTO, R.; ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V.F.; CARNEIRO JÚNIOR, A.G.; BRANCO, R.B.F.; RODRIGUES, J.D. Crescimento e produção de três cultivares de alface sob condições de ambiente protegido e campo. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, julho, o. p. 151-157. 2002.

HELDWEIN, A. B. Utilização do evaporímetro de Piche exposto à radiação solar para estimar a evapotranspiração máxima do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 213-217. 2001.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 127-130, jan-mar. 2004.

KANO C.; CHAVES, F.C.M.; BERNI, R.F.; GONÇALVES, N.R.; SUINAGA, F.A. Avaliação de cultivares de alface crespa sob cultivo protegido no município de Iranduba/AM. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p. 394-394, jul. 2012.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda. 2006. p. 638.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. Irrigação – princípios e métodos. Viçosa: Editora UFV. 2007. p. 8

MARQUELLI WA.; MEDEIROS MA.; SOUZA RF.; RESENDE F.V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n. 3, p. 429-434, jan-mar. 2011.

MURAYAMA, S. Horticultura. 2 ed. **Instituto Campineiro de Ensino Agrícola**. Campinas/SP. 1983. 318p.

OLIVEIRA ACB; SEDIYAMA MAN; PEDROSA MW; GARCIA NC; GARCIA SLR. 2004. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 2, abr-jun, p. 211-217. 2004.

PEREIRA, A. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, RJ, Livraria e Editora Agropecuária Ltda. 2002. p. 478.

PIMENTEL, M.S; LANA, A.M.Q; DE-POLLI, H. Rendimentos agronômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Ciência Agronômica**. v.40, n.3, jun-ago, p. 106-112. 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Palotti. 1980. p. 258.

RADIN, B; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, abr-jun, p.178-181. 2004.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A.C.; JUNIOR, J. C. R. Efeito de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana. **Horticultura Brasileira**. v. 21, n. 3, set-nov, p. 85-89. 2004.

RODRIGUES, I.N.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; GAMA, A.S.; MILAGRES, C.P. Avaliação de cultivares de alface crespa para a região de Manaus. Porto Seguro: ABH. 2007.

SANTOS, C.L; SANTINO, S.J; LALLA, J.G; THEODORO, V.C.A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v.2, n.3, jan-mar, p.87-98. 2009.

SEAB/DERAL. Secretaria da agricultura e do abastecimento. Departamento de economia rural. **Olericultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. 2012/2013. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2012_13.pdf. Acesso em: 12 jul. 2013.

SEDIYAMA MAN; VIDIGAL SM; SANTOS MR; SALGADO LT. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**. v. 32, n.2, abr-jun, p. 134-139. 2009.

SIQUEIRA, J.V.M; SEABRA JUNIOR, S; INAGAKI, A.M.; SILVA, M.B.; DIAMANTE, M.S. ; SANTOS, FAS; PINTO E.C. S. Desempenho de cultivares de alface crespa durante verão chuvoso em Cáceres-MT. **Horticultura Brasileira**. v.35, n.1, jan-mar, p. 29-35. 2011.

STEINER, F.; ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V. F. Produção de alface 'Piraroxa' afetada pela adubação nitrogenada com fertilizante orgânico e mineral. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.11, n.3, p.77-83, 2012.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. **Boletim técnico do Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, n. 146, 1992. p.8.

TRANI P.E; PASSOS FA; AZEVEDO FILHO JA. 1997. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: **RAIJ B van; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC. p.168-169.