

PARÂMETROS MICROCLIMÁTICOS AVALIADOS EM DIFERENTES ARQUITETURAS DE AMBIENTE PROTEGIDO, COM E SEM NEBULIZAÇÃO EM CULTIVO DE COUVE-FLOR (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis*), SOB CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE BELÉM (PA)¹

**Walter Vellasco Duarte SILVESTRE²
Benedito Gomes dos SANTOS FILHO³
Manfred Willy MULLER⁴
Dora Suely Barbosa dos SANTOS⁵**

RESUMO: Neste trabalho objetivou-se estudar variáveis microclimáticas como: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e déficit de saturação de vapor em (K pa.), em diferentes modelos de estrutura de ambiente protegido associado ou não a sistema de nebulização, onde foi cultivado couve-flor c.v. Sol de verão. O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural da Amazônia, localizada no município de Belém–Pa, que apresenta uma altitude de 9m, latitude 1° 28' S e 48° 30' W, no período de novembro a fevereiro /2000. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As condições microclimáticas diferiram em função do modelo arquitetônico. Nas horas mais quentes do dia, os ambientes LCN e ACN apresentaram temperaturas mais baixas em até 4,5°C quando comparadas com os outros tratamentos sem nebulização não diferindo estatisticamente entre si. Os ambientes com nebulização apresentaram os menores déficits de saturação de vapor. As plantas cultivadas no ambiente LCN apresentaram maior percentagem de floração, maior peso médio de cabeça e conseqüentemente a maior produtividade, diferindo de todos os demais tratamentos. As plantas cultivadas no ambiente Test. apresentaram menor peso médio de cabeça, proporcionando produtividade bem inferior a todos os outros.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Couve-flor, Ambiente Protegido, Produção.

CAULIFLOWER (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis*) CULTIVATION MICROCLIMATIC PARAMETERS, EVALUATED IN DIFFERENT ARCHITECTURES OF PROTECTED ENVIRONMENT, WITH AND WITHOUT NEBULIZATION, UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF BELÉM (PA - BRAZIL).

ABSTRACT : In this work the objective was to study microclimatic variables such as: air temperature (°C), relative humidity of the air (%) and vapour saturation deficit (Kpa.), in different structure models of

¹ Aprovado para publicação em 12.03.08

² Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Técnico da Universidade Federal Rural da Amazônia

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal da Bahia

⁵ Graduação em História Natural, Dra., Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais

protected environment associated or not to a nebulization system, where cauliflower was cultivated c.v. summer Sun. The experiment was conducted at the Universidade Federal Rural da Amazônia, municipality of Belém, State of Pará., at an altitude of 9m, latitude of 1° 28' S and 48° 30' W_r, in the period of November until February, 2000. The experimental design was entirely random, with four repetitions. The microclimatic conditions differed due to the architectural model. In the hottest day hours, the environments LCN and ACN presented lower temperatures, up to a 4,05 °C difference, when compared to the other treatments without nebulization. The two environments were not statistically different. The environments with nebulization presented the lowest deficits of vapour saturation. The plants cultivated in the environment LCN presented higher flowering percentage and average head weight, consequently, higher productivity, differing from all the other treatments. The plants cultivated in the environment Test. presented a lower average head weight, resulting in much lower productivity, compared to all the other ones.

INDEX TERMS: Cauliflower, Vegetative House, Production

1 INTRODUÇÃO

A região Norte, de modo geral, apresenta um mercado consumidor expressivo de produtos hortícolas, a ponto de justificar a vinda de produtos desta natureza oriundos das regiões Sul e Sudeste, com bastante regularidade e um expressivo volume. Tal fato, deve-se a uma demanda crescente, fruto de maior conscientização por parte da população, que vem percebendo que uma alimentação mais saudável, proporcionada pela ingestão regular de hortaliças, proporciona melhor qualidade de vida e maior longevidade, associada ao fato de que a região apresenta pequena diversidade de produção destes produtos, devido às condições climáticas serem limitantes para tal. Visando proporcionar melhores condições de controle sob estes fatores, principalmente no que se refere ao excesso de chuva e altas temperaturas. Quanto a este parâmetro, Jones (1993) relata que temperaturas extremas podem causar reduções significativas na produtividade e qualidade e até provocar a morte das plantas. Em função disto, começou-se a trabalhar com cultivo em ambientes protegidos (plasticultura), sendo que copiou-se modelos de estruturas e práticas culturais, de regiões que apresentam condições climáticas completamente diferentes das existentes na região Norte, implicando conseqüentemente em outros problemas dentro desta atividade, um tanto

quanto nova na região. Para Goto e Tivelli (1998), tornam-se necessárias pesquisas direcionadas para a determinação de modelos de estruturas apropriados. Práticas culturais específicas também são necessárias para que se possam proporcionar condições ambientais que permitam o cultivo de algumas espécies diferentes daquelas comumente produzidas na região e que apresentam uma excelente demanda e cotação de preço no mercado local, como é caso da couve-flor.

A baixa temperatura é o principal fator do ambiente (clima) a estimular a iniciação dos botões florais em brássicas. Este estímulo ocorre quando a temperatura permanece baixa por um período que pode variar em função da espécie (COUTO, [19--]).

Quando a temperatura diária atingir 35°C, com noites também quentes, o rendimento da maioria das cultivares de couve-flor é afetado, havendo redução no tamanho das folhas e conseqüentemente desenvolvimento precário da cabeça Knott⁶ (1951 apud SOUZA, 1983); GARY (1988). Para minimizar tais efeitos, o emprego da nebulização para diminuir a temperatura do ar, no interior de ambientes protegidos, depende do déficit de saturação (Ds) do ar. Quando existe um Ds, a aspersão de finas gotículas de água no estado líquido permite extrair uma parte da energia do ar mediante a passagem dessas

⁷ KNOTT, J. E. *Palestra sobre horticultura*. São Paulo: Ed. da USP, 1951. 213 p.

gotículas ao estado de vapor, reduzindo a temperatura. Esta técnica será tão mais eficiente quanto maior for o D_s . (ANDRIOLO, 1999). Esses efeitos passam a ser mais importantes quando o déficit de saturação de vapor d'água do ar atinge valores elevados, da ordem de 1,5 a 2,2 Kpa, para déficits médios (0,3 a 1,0 Kpa) e baixos (0,1 a 0,3 Kpa), esse efeito é muito reduzido (ANDRIOLLO, 2000)

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito das condições microclimáticas em diferentes arquiteturas de ambiente protegido, associado a sistema de nebulização, sobre parâmetros fisiológicos e de produção de plantas de couve-flor cv. Sol de Verão, visando tornar viável o cultivo desta olerícola na região de Belém-Pa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi conduzido em área da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada no município de Belém (Pa), que apresenta uma altitude média de 9m, latitude 1° 28' S e 48° 30' W, no período de novembro/99 a fevereiro/2000.

A precipitação pluviométrica apresenta um comportamento típico de áreas tropicais de alta pluviosidade, sendo a média registrada nos últimos 103 anos de 2754,4mm, apresentando uma estação chuvosa de dezembro a maio e uma estação seca, ou menos chuvosa, de junho a novembro (NECHET, 1993) e conhecidas, rigorosamente, como inverno e verão, respectivamente (NUNES, 2000).

2.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo é do tipo Latossolo Amarelo, distrófico e apesar de apresentar textura areno

argilosa, apresenta ponto de murcha ao nível de -5Atm (-0,5MPa), sendo que 90% da água disponível situa-se na tensão de até -3Atm (-0,3MPa), (CASTRO, 1993); apresentando uma topografia plana.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Estudou-se o comportamento da couve-flor em 5 diferentes ambientes:

- a) estrutura tipo capela com semilanterin sem nebulização (LSN);
- b) estrutura tipo capela com semilanterin com nebulização (LCN);
- c) estrutura tipo arco sem nebulização (ASN);
- d) estrutura tipo arco com nebulização (ACN);
- e) cultivo realizado sem proteção alguma (céu aberto).

Para a cobertura das estruturas utilizou-se agrofilme de polietileno transparente de 100µm aditivado com filtro contra radiação ultra violeta (U.V.) Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 ambientes e quatro repetições, sendo a área útil composta por 34 plantas. A espécie estudada foi a Couve-flor (*Brassica oleraceae* v. *Botrytis* cultivar Sol de Verão), cultivar melhorada e recomendada para clima quente.

2.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram construídas 4 casas de vegetação com estrutura de madeira de 5,0 x 15,0m, com pé direito de 2,6m de altura, adotando-se o sentido de orientação Leste-Oeste, sendo duas em forma de capela com semilanterin e duas em forma de arco. Instalou-se, em uma estrutura de cada modelo, um sistema de nebulização a uma altura de 2,5m do solo, e esta era ativada por um termostato programado para ligar quando a temperatura chegasse a 32°C e desligar quando a temperatura atingisse 29°C, sendo que os

nebulizadores foram distribuídos em duas linhas distanciadas 2m uma da outra e foram espaçados de 2,5m um do outro dentro da linha, de forma alternada, com uma vazão individual média de 6,0L/h. O ambiente testemunha não apresentou nenhuma estrutura de cobertura, sendo, portanto, conduzido a céu aberto.

Em todas as áreas, o solo foi preparado com enxada rotativa, acoplada a um micro trator, visando à descompactação do solo para facilitar a construção dos canteiros, que apresentaram as seguintes dimensões: 1,0m de largura, 15,0m de comprimento e 0,20m de altura. O espaçamento adotado foi de 0,70m em linhas divergentes, visando-se com isto diminuir a competição tanto a nível de solo (raiz) como de luz. Com intuito de se promover maior homogeneização do solo, após a marcação das covas, com auxílio de uma forma metálica de forma circular com 0,23m de diâmetro e 0,15m de altura (6,22L) acoplada a um cabo de madeira, abriu-se todas as covas, em todos os ambientes colocou-se o solo de cada ambiente em monte separado; em seguida, misturou-se de forma proporcional e gradativa o solo dos cinco montes, e devolveu-se para as covas através de um recipiente de 4,7L; em seguida adicionou-se 1,5L de esterco de gado seco, curtido e triturado (forrageira) e mais 150g de calcário dolomítico por cova; em seguida, promoveu-se a mistura destes com o resto do substrato da cova.

O semeio foi realizado em copos plásticos descartáveis de 200ml, cheios com substrato composto de três partes de terriço e uma parte de matéria orgânica (esterco de gado curtido, seco e triturado), sendo este autoclavado a 120Kg/cm² durante 15 minutos. As sementes foram tratadas com Penta Cloro Nitro Benzeno (P.C.N.B.), numa proporção de 2g / 50g de semente, foram semeadas três sementes por copo, de forma equidistantes e a uma profundidade de 0,5cm, onde para tal utilizou-se um taco circular de madeira com 4cm de diâmetro e 2cm de

espessura, onde foram afixados três extremidades também circulares de madeira com apenas 0,5cm de diâmetro e altura, sendo esta última dimensão da altura a responsável pela profundidade de semeio, onde com uma leve pressão sobre a superfície do copo preenchido com o substrato, moldou-se as covas de semeio, que após a colocação das sementes eram preenchidas com substrato. Os recipientes recebiam irrigação no início da manhã e final da tarde. A germinação foi constatada 48h após o semeio, e só foram utilizadas mudas que germinaram até o quinto dia após o semeio; com 12 dias após o semeio foi feito desbaste, deixando-se apenas as mudas mais vigorosas, uma por copo. Nesta ocasião foi realizada uma primeira adubação foliar, numa concentração de 2ml/L com produto contendo macro e microelementos como mostra a Tabela 1. As mudas foram transplantadas para o local definitivo com 25 dias após o semeio, quando nesta ocasião apresentavam-se com dois a três pares de folhas definitivas e receberam duas adubações foliares com o mesmo produto 15 e 30 dias após a primeira, sendo que a concentração foi de 5ml/L de água.

No local definitivo do cultivo, foram instaladas duas linhas de mangueiras por canteiro com irrigação do tipo gotejamento, com regulador de pressão que proporcionou uma vazão de 4L / m / h e foram instalados para o manejo da irrigação dois tensiômetros por ambiente, e as tensões foram mantidas durante o ensaio entre 1 a 2atm, sendo as tensões calculadas, segundo Cassel e Klute (1986), através da seguinte fórmula:

$$\Psi = -12,6H - H_c - Z$$

onde:

-12,6 = constante

H= Distância do menisco de mercúrio até o ápice da coluna

H_c = Distância do menisco de mercúrio até o nível do solo

Z= Profundidade da cápsula porosa

Tabela 1 - Composição e quantidade dos elementos utilizados na adubação foliar realizada em plantas de couve-flor, cultivadas nos diferentes ambientes.

ELEMENTOS	QUANTIDADES (%)
NITROGÊNIO	11,0
P ₂ O ₅ SOL. EM CNA + H ₂ O	11,0
ÓXIDO DE POTÁSSIO	8,0
ENXOFRE	0,4
BORO	0,71
COBALTO	0,0006
MANGANÊS	0,026
MOLIBIDÊNIO	0,002
ZINCO	0,71

2.5 PARÂMETROS AVALIADOS

2.5.1 Microclimáticos

Os parâmetros microclimáticos avaliados foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e DSV. Os dados de temperatura e umidade foram coletados através de um termohigrômetro, marca testo modelo 610E, com estes dados determinou-se o DSV. As determinações foram realizadas das 9h às 17h, com intervalo de duas horas entre uma observação e outra, e os valores médios de temperatura e umidade relativa foram obtidos em 12 dias ao longo do período de cultivo (3 coletas nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro).

2.5.2 Déficit de saturação de vapor

O déficit de saturação de vapor (DSV) foi determinado, utilizando-se os dados de temperatura do ar e umidade relativa, através da seguinte fórmula:

$DSV = es - e$, onde

es = densidade de vapor d'água na saturação

e = densidade de vapor d'água real

os valores de (es) e (e) foram obtidos das fórmulas:

$es = (0,603 \times 10^8) \cdot \frac{1}{(7,5 \times T) + 237,3} + T$

$e = (es \times UR) / 100$

2.5.3 Incidência de pragas e seus controles

Ocorrência de Paquinha: (*Grillotalpa hexadactyla* Orthoptera-Grillotalpidae) observou-se esta incidência após o transplante cortando as plantas na região do coleto, para o seu controle utilizou-se o Tiofosfato de 0,0-dietil-0,3,5,6-tricloro-2-piridila (CLORPIRIFÓS) em uma concentração de 1,44g/L, utilizou-se 100ml da solução por cova, aplicada com o auxílio do pulverizador sem bico, dirigindo-se o jato diretamente na cova, foram feitas duas aplicações com intervalo de 10 dias entre uma aplicação e outra, o que foi suficiente para controlar o ataque.

Ocorrência de Mosca branca, *Bemisia* sp. (Hemiptera, Aleyrodidae). Durante a fase de crescimento vegetativo houve incidência desta mosca causando danos. Para o controle realizou-se uma pulverização com imidacloprid na concentração de 0,49g/L.

Ocorrência de *Erwinia carotovora*: as plantas apresentavam podridão seguida de morte e foram imediatamente erradicadas e queimadas todas aquelas que apresentavam sintomas da doença que se caracterizavam por necroses que ocorriam na base do pecíolo, caule da planta ou até mesmo na inflorescência e em seguida a erradicação, foram realizadas em caráter preventivo pulverizações com cloranfenicol Levogiro adotando-se uma concentração de 2g/L.

2.5.4 Parâmetros de produção

Número de cabeças (inflorescências)

Até o 135º dia (da semeadura até a última colheita) foram feitas as contagens das plantas que floresceram em cada ambiente, e os resultados foram expressos em porcentagem.

Peso médio de cabeça

De cada ambiente foram separadas, aleatoriamente, 12 cabeças, onde o peso em (g) de cada três deu origem a uma média, conseqüentemente, foram geradas para cada ambiente quatro médias, e com os valores destas médias vezes a porcentagem de floração, obteve-se a produtividade em Kg/ha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TEMPERATURA DO AR

A Figura 1 mostra os valores da temperatura do ar nos diferentes ambientes estudados e horas do dia. Observa-se que às 9h, os ambientes LCN e ACN apresentaram as menores temperaturas (28,85°C e 28,6°C), respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Enquanto os ambientes LSN, ASN e TEST apresentaram temperaturas mais elevadas

(31,29°C 30,47°C e 31,24°C), respectivamente, diferindo estatisticamente dos ambientes anteriores (LCN e ACN). No entanto, foram iguais entre si, coincidindo com os resultados encontrados por Faria Junior et al. (1993). Este mesmo comportamento foi observado nos horários de 11h, 13h e 15h, mostrando que os ambientes protegidos com nebulização apresentaram temperaturas menores que a testemunha (TEST), diferindo dos resultados encontrados por Al-Riahi (1989), Reis (1997), Silva (1997) e Furlan e Folegatti (2000). Notou-se também que as temperaturas mais altas, com exceção do ambiente ASN, foram registradas às 13h e 15h com maior valor no ambiente ASN (37,22°C), entretanto, não diferindo estatisticamente dos ambientes LSN e TEST com 36,92°C e 36,41°C, respectivamente. Já os ambientes LCN e ACN, nos mesmos horários acima, apresentaram temperaturas mais baixas (33,23°C e 33,17°C), respectivamente, diferindo dos demais e sendo iguais entre si. Observa-se também que as temperaturas mais baixas foram registradas na última observação (17h), sendo o ambiente LCN aquele que apresentou a temperatura mais baixa (29,0°C), diferindo dos demais ambientes, enquanto que o ambiente ASN, aquele que apresentou a temperatura mais elevada (32,02°C), diferindo estatisticamente de todos os demais ambientes.

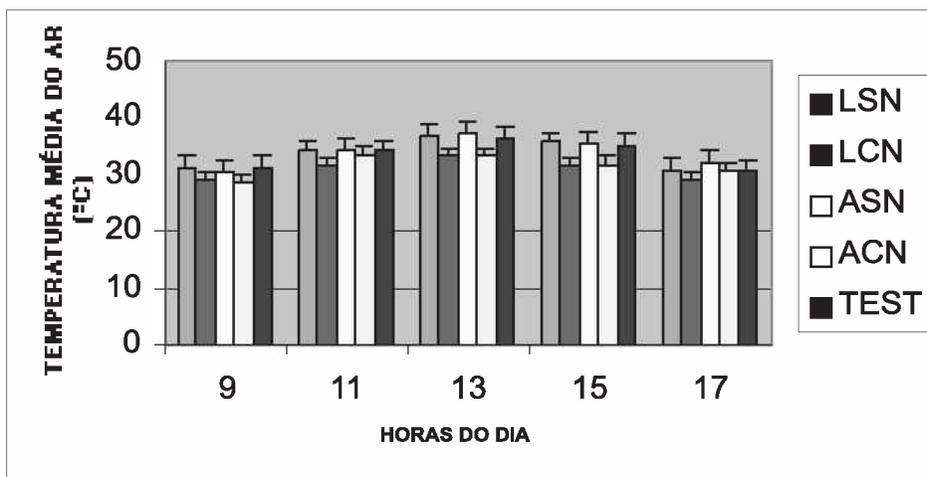


Figura 1 - Temperatura média do ar nos diferentes ambientes estudados e horas do dia. As barras representam o desvio médio a 5% de probabilidade. Médias de 12 dias de observações ao longo do período de cultivo. Belém-Pará.

3.2 UMIDADE RELATIVA DO AR

Analisando a Figura 2 observa-se que os ambientes LCN e ACN foram aqueles que apresentaram umidade relativa mais elevada em todos os horários estudados, diferindo

estatisticamente dos demais ambientes. Nota-se também que, nos ambientes LSN, ASN e TEST, a umidade relativa foi bastante baixa, principalmente nos horários de 11h, 13h e 15h quando atingiu valores de 44,18%, 44,08% e 51,81%, não diferindo entre si.

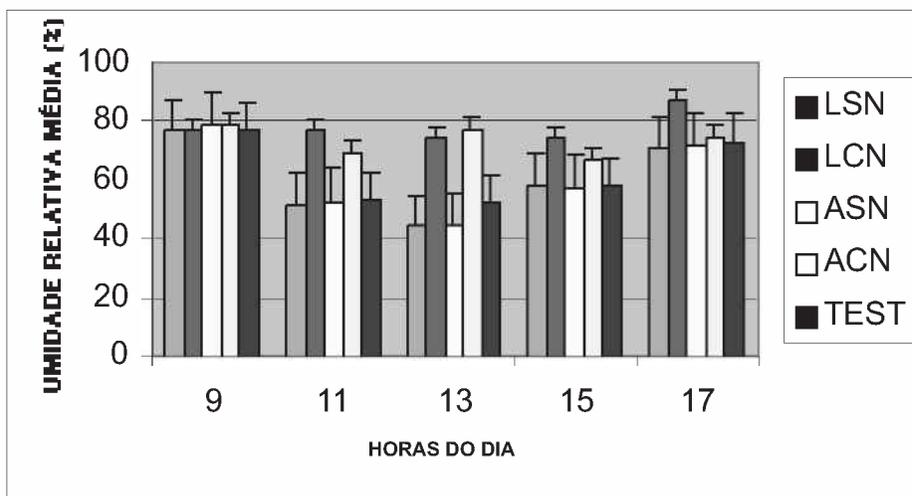


Figura 2 - Umidade relativa média do ar, nos diferentes ambientes estudados e horas do dia. As barras representam o desvio médio a 5% de probabilidade Médias de 12 dias de observações ao longo do período de cultivo. Belém-Pará.

Cruzando-se as informações da Figura 1 com a Figura 2, observa-se uma relação inversamente proporcional entre a umidade relativa e a temperatura do ar de todos os ambientes estudados, ou seja, nos horários em que a temperatura foi mais elevada, a umidade relativa foi menor. Em consequência disto, registrou-se nos diferentes ambientes, principalmente no horário de maior temperatura e menor umidade relativa (13h), déficit de saturação de vapor d'água (DSV) diferenciados, onde os ambientes sem nebulização (ASN, LSN e TEST), que apresentaram temperaturas mais altas, foram os que mostraram maior DSV., o que proporcionou nas plantas, que se desenvolveram nestas condições, menor área foliar, menor peso de matéria seca e menor produtividade, reafirmando os relatos de Idso et al. (1987); Jones, Pena e Carabaly (1980) e Wang e Lee (1993).

3.3 DÉFICIT DE SATURAÇÃO DE VAPOR D'ÁGUA

O tratamento ASN apresentou os maiores valores de déficit de saturação de vapor (valores superiores a 3,0Kpa) nas fases de crescimento vegetativo e Pré-floração (Figuras 3 e 4), respectivamente, que para Andriolo (2000) são considerados muito alto, condição esta um tanto quanto surpreendente para uma região que em condições normais apresenta uma umidade bastante elevada, enquanto que os tratamentos com nebulização apresentaram os menores valores de déficit de saturação de vapor, fazendo com que, conseqüentemente, as plantas desenvolvidas nestas condições apresentem maior produção. Já na fase de floração plena (Figura 5), talvez pelo dia se encontrar chuvoso, estes valores foram bem menores.

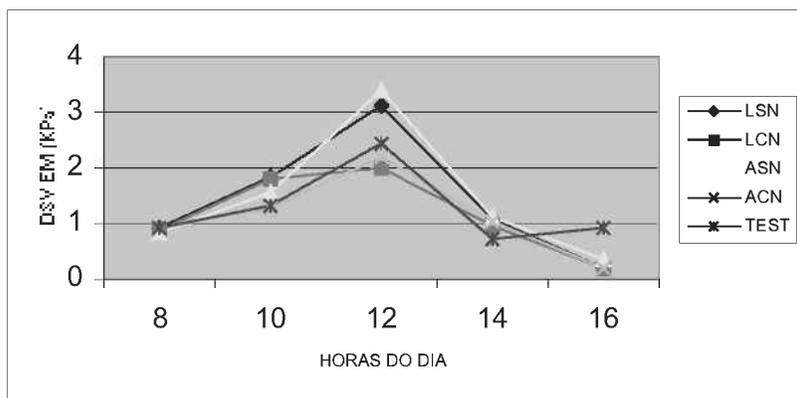


Figura 3-Déficit de saturação de vapor nos diferentes ambientes, na fase de **Crescimento Vegetativo (CV)**. Média de 4 repetições. Belém, Pará

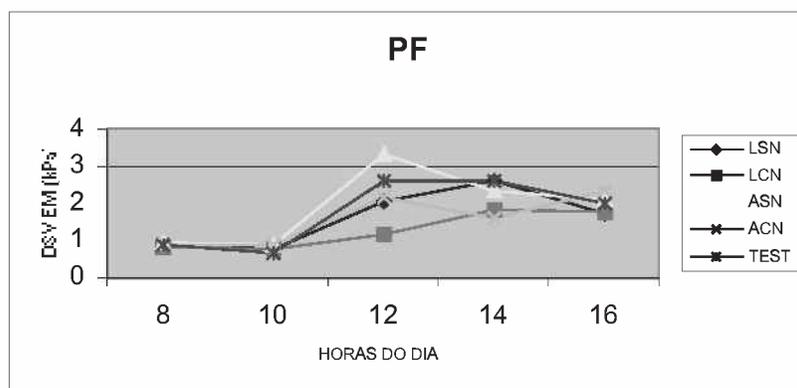


Figura 4- Déficit de saturação de vapor nos diferentes ambientes, na fase de Pré – Floração (**PF**). Média de 4 repetições. Belém, Pará

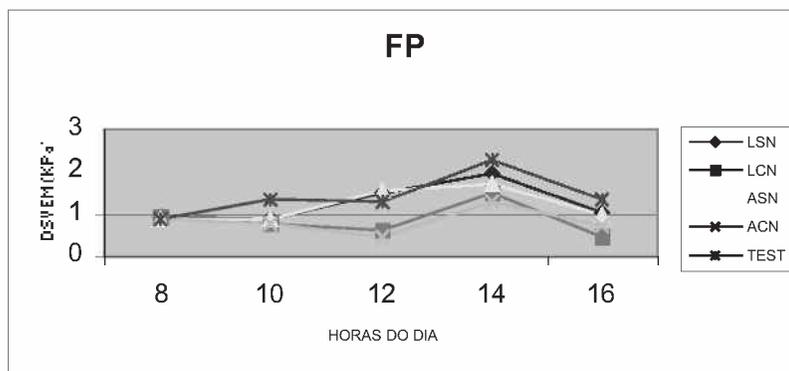


Figura 5-Déficit de saturação de vapor nos diferentes ambientes, na fase de Floração plena (**FP**). Média de 4 repetições. Belém - Pará

4 COMPONENTES DE PRODUÇÃO

4.1 PERCENTAGEM DE FLORAÇÃO E PESO MÉDIO DE CABEÇA

Na Tabela 2, observa-se que as maiores percentagens de floração foram obtidas em plantas dos ambientes LCN (82,71%) e LSN (59,30%). Entretanto, com relação ao peso médio de cabeça, as plantas cultivadas no ambiente LCN apresentaram o maior peso médio de cabeça (301,5g), seguido daquelas do ambiente ACN (276,7g) e LSN com (262,7g) de peso médio de cabeça. Nota-se também que plantas crescendo a céu aberto apresentaram baixa floração (44,64%) e menor peso médio de cabeça (83,75g). Observa-se a eficiência da estrutura em forma de capela com semilanterin com e sem nebulização LCN e

LSN, quando comparado com a estrutura em forma de arco com nebulização (ACN) e, principalmente, sem nebulização (ASN). Esses resultados concordam com Gary (1988), o qual afirma que temperaturas elevadas, acima de 30°C, no interior de ambientes protegidos, estão geralmente associadas com valores elevados de radiação solar. Isto causa uma redução da fotossíntese acompanhada pelo aumento da respiração diminuindo a assimilação líquida da planta. Também Couto ([19_ _]) e Knott⁷ (1951 apud SOUZA, 1983) relatam que quando a temperatura atingir 35°C, com noites também quentes, o rendimento da maioria das cultivares de couve-flor é afetada, havendo uma redução no tamanho das folhas e, conseqüentemente, no desenvolvimento da cabeça.

Tabela 2 - Percentagem de floração e peso médio de cabeças em gramas nos diferentes ambientes de cultivo Lanternin sem Nebulização (LSN), Lanternin com nebulização (LCN), Arco sem nebulização (ASN), Arco com Nebulização (ACN) e Testemunha.

AMBIENTES	% DE FLORAÇÃO	PESO MÉDIO DE CABEÇA (g)
LSN	59,30	262,7
LCN	82,71	301,5
ASN	42,42	174,5
ACN	47,88	276,7
TEST	44,64	83,75

4.2 PRODUTIVIDADE MÉDIA ESTIMADA DE COUVE-FLOR NOS DIFERENTES AMBIENTES

A Figura 6 mostra a produtividade média estimada nos diferentes ambientes. Observa-se que a maior produtividade foi obtida no ambiente LCN (4124 Kg/ha), diferindo estatisticamente de todos os demais. Isto deve-se ao fato de que neste ambiente o DSV foi menor, maior percentual de floração (82,71% - Tabela 2) e conseqüentemente maior peso médio e produtividade. Esta figura mostra também que plantas crescendo a céu aberto (TEST) apresentaram produtividade bastante baixa 617Kg/ha. Esses resultados

mostram que o menor DSV nas fases críticas de crescimento (CV, PF e FP) proporcionaram maior produtividade. Inclusive, Mansfield e Davies (1981) e Andriolo (1999) afirmam que o controle da transpiração pelo movimento dos estômatos tem efeito direto sobre a produtividade de plantas C3 e C4, porque quando estômatos se fecham para conservar água impedem a entrada de CO₂, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade. Mais uma vez fica evidente a eficiência da estrutura em forma de capela com e sem nebulização quando comparada com a estrutura em forma de arco com e sem nebulização.

⁷ KNOTT, o.p. cit.

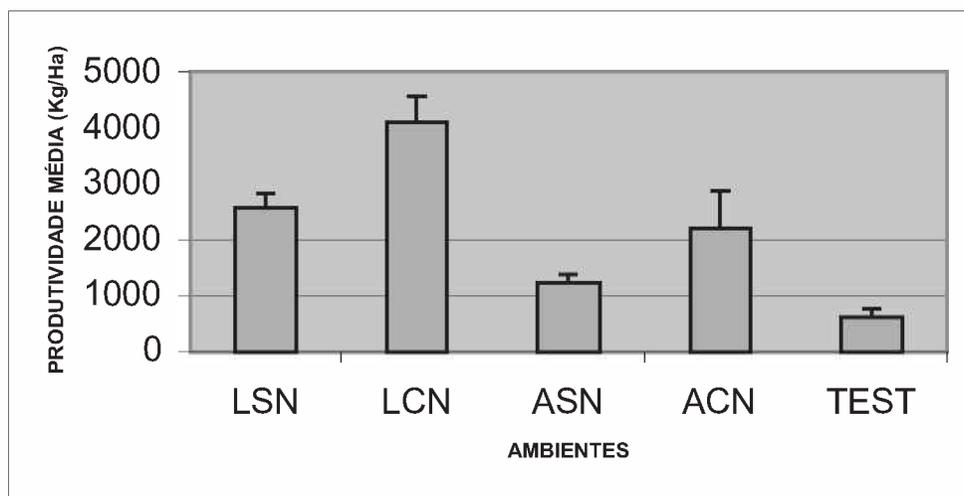


Figura 6 - Produtividade média estimada de plantas de couve-flor em Kg/ha, cultivadas em diferentes ambientes. As barras representam o desvio médio a 5% de probabilidade, média de 12 repetições.

5 CONCLUSÃO

a) Os tipos de ambientes estudados influenciaram no crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas de couve-flor cultivar Sol de Verão.

b) Nas horas mais quentes do dia, a estrutura tipo arco sem nebulização (ASN) apresentou o valor médio de temperatura mais elevado de todo o período de cultivo 37,22°C, enquanto que a estrutura em arco com nebulização a mais baixa de todo o período diurno 28,6°C.

c) A nebulização proporcionou: diminuição de 4,5°C de temperatura na hora registrada mais quente do dia no período e menor déficit de saturação de vapor.

d) A arquitetura em forma de capela com semi lanternin e nebulização reduziu o déficit de saturação de vapor d'água e, como consequência, aumentou a percentagem de floração, peso médio de cabeça e a produtividade.

e) Plantas de couve-flor cultivar Sol de Verão, quando cultivadas a céu aberto, nas condições climáticas de Belém, proporcionaram a menor produtividade de todos os ambientes estudados.

REFERÊNCIAS

AL-RIahi, M. Relations between radiation fluxes of a greenhouse in semi-arid conditions. *Agric. For Meteorol.*, v.44, p. 329-38, 1989.

ANDRIOLO, J.L. *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 142p.

_____. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v.18, 2000. Suplemento

CASSEL, D.K; KLUTE, A. Water potential: tensiometry. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 563-87. (Agronomy Monograph, 9).

CASTRO, C.B. *Retenção de água de um Latossolo amazônico sob capoeira e cultivo intensivo*. 1993. 75p. Dissertação (Mestrado) – FCAP, Belém, 1993.

FARIA JÚNIOR, M.J. et al. Avaliação de cultivares de alface e de dois modelos de estufa com abertura plástica, durante o verão em Ilha Solteira SP. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.2, n.1, p. 119-128, 1993

FURLAN, R.A.; FOLEGATTI, M.V. Efeito da nebulização na redução de temperatura do ar em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v.18, 2000. Suplemento

GARY, C. Relation entre température, teneur en glucides et respiration de la plante chez la tomate en phase végétative. *Agronomie*, v.8, n.5, p.419-424, 1988.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Ed. FUNEP, 1998. v.1

IDSO, S.B. et al. Effects of atmospheric CO₂ enrichment on plant growth: the interactive role of air temperature. *Agric.Ecosys.Environment*, v.20, p 1-10, 1987.

JONES, C.A.; PENA, D.; CARABALY, A. Effects of plant water potential, leaf diffusive resistance, rooting density and water use on the dry matter production of several tropical grasses during shot periods of drought stress. *Tropical Agriculture*, v.57, p.211-219, 1980.

JONES, M.B. Plant and microclimate. In: HALL, D.O. et al. *Photosynthesis and production in a changing environment*. A field and laboratory manual. London: Chapman & Hall, 1993. p.47-64.

MANSFIELD, T. A.; DAVIES, W. J. Stomatal and estomatal mechanis. In: PALEG, L. G.; ASPINALL, D. (Ed.). *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. New York: Academic Press, 1981. p.315-46.

MARTINS, S.R. et al. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. *Informe Agropecuário*, v.20, n.200/201, p. 15-23, 1999.

MORAES, N.B.; MEDEIROS, J.F.; LEVIEN, S.L.A.; OLIVEIRA, A.M.S. Avaliação de cápsulas de cerâmica e instrumentos de medida de tensão usados em tensiômetros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.1, p.58-63.

NECHET, D. Análise de precipitação em Belém-Pa., de 1896 a 1991. *Bol.De Georg.Teor.*, v. 23, p. 150-156, 1993.

NUNES, M. A. L. *Comportamento ecofisiológico e fitopatológico de plantas de bananeiras (*Musa spp*), em solo artificialmente infestado por *Fusarium oxysporum f sp cubense* (E. F. Smith) Sn. & Hansen, na Amazônia oriental brasileira*. 2000. 158p. Tese (Doutorado)_UFPA, Belém, 2000.

REIS, N.V.B. Diferencial entre os parâmetros de temperaturas interna e externa de uma estufa modelo teto-em-arco: efeito guardachuva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. *Anais...Piracicaba*: ESALQ, 1997. p.465-467.

SILVA, M.L.O *Avaliação de parâmetros ambientais em dois modelos de estufa, sem e com presença de cultura*. 1997. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)_São Carlos, 1997.

SOUZA, R. J. Origem e botânica de algumas Brássicas. *Informe Agropecuário*, v. 9, n.98, p.10-12, 1983

TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente protegido. In:GOTO,R.;TIVELLI,S.W.(Org). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: FUNEP, 1998. p.15-30.

WANG, Y.C.; LEE, M.L. Effects of air temperature on plant reserves and regrowth potential in napiergrass. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North,1993.p.8.