

Ana Maria Rengifo¹ José Carlos Ometto²

RESUMO - O objetivo do presente foi estudar a quantificação energética incidente em cultura de alface semeado a pleno sol e sob telado com 60% e 45% de passagem de luz, de acordo com as informações do fabricante. Os resultados mostraram ter havido uma variabilidade muito grande na atenuação da radiação solar incidente. Mostraram também que a massa verde da alface a pleno sol acusou o percentual de 37,7% a mais que o telado de 60% de luz e 38,0% a mais que o de 45% de luz, sendo que o de 60% e de 45% de luz tiveram mesmo comportamento. E, finalmente, as plantas cultivadas sob telado de 60 e 45% de luz retardaram o início do florescimento em 30 dias.

SOME ASPECTS OF SHADING IN LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) CULTIVATION

SUMMARY - A study was made of the quantification of incident solar energy on lettuce crops grown under direct solar radiation and under a screen allowing 60% and 45% of solar radiation to pass through, according to information from the manufacturers. The results indicated that a very large variation occurred in the attenuation of the incident solar radiation. They also indicated that the green mass of the lettuce under direct solar radiation registered percentages of 37.7% higher than that under the screen with 60% of solar radiation and 38.0% higher than that with 45% of solar radiation. Also, both crops with solar radiation restrictions presented the same behavior. Finally, the plants cultivated under 60% and 45% of solar radiation had flowering initiated 30 days later.

¹Eng^a Prof.^a do Departamento de Ciência e Agronomia da Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Rua Samanez Ocampo, 185 - Iquitos - Peru.

²Eng^o Prof. Adjunto do Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ - USP. Caixa Postal 9 - CEP. 13.400 - Piracicaba - SP.

INTRODUÇÃO

A Alface (*Lactuca sativa* L.), pertence à família Compositae, cujas plantas tipicamente folhosas, é consumida "in natura", nas suas fases vegetativas, conservando todas as suas propriedades nutricionais. É uma excelente fonte de vitamina A possuindo quantidade apreciável de vitaminas B1 e B2 e ainda certa porção de Vitamina C, além dos elementos Cálcio e Ferro (MURAYAMA, 1973). É uma planta herbácea com sistema radicular pouco profundo e ramificações primárias; estendem-se lateralmente a uma distância de 15 a 20 cm e logo se dirigem para baixo. Durante a fase vegetativa o caule é curto, de 10 a 15 cm de comprimento; as folhas nascem ao seu redor, formando-se uma roseta. Durante a fase reprodutiva o caule sofre alongamento, e ramifica-se e cada uma de suas ramificações forma uma inflorescência terminal. As flores individuais são perfeitas com 5 estames e um ovário de uma só cavidade; são autopolinizadas; os frutos do tipo seco, chamados "sementes", são muito pequenos; cada um contém um só embrião; germinam bem quando semeados superficialmente estando a temperatura do ar entre 4,4 a 21,1°C.

Ao olericultor apenas interessa o ciclo vegetativo da alface, que se encerra quando a cabeça estiver completamente desenvolvida. Após isto, se ocorrer estímulo do meio ambiente, a planta entra rapidamente no ciclo reprodutivo, emitindo uma haste floral que atinge mais ou menos um metro de altura. Em regiões quentes ou em época de verão, a produção comercial se torna mais difícil devido, principalmente, à ocorrência de espigamento prematuro, sem que ocorra o desenvolvimento vegetativo completo, provocando colheitas antecipadas, de qualidade inferior.

Cultivada desde a antiguidade e melhorada progressivamente através dos séculos, a alface produz bem, nas condições do Estado de São Paulo, na época mais fresca do ano (BERNARDI, 1976), sendo muito mais difícil produzir na época de verão especialmente aquelas variedades do tipo amanteigado que não resiste bem ao calor, o que provoca uma considerável queda de oferta nesta estação do ano, quando é produzida em microclimas com temperaturas mais amenas.

O consumo dessa olerícola é elevado devido ao aspecto e qualidades de sabor, além de propriedades nutritivas considerando-se a mais importante das hortaliças comercializadas no CEAGESP (MAKISHIMA, 1975). Muito procurada em todos os mercados do país, fonte segura de rápido retorno de capital empregado na sua produção, devido a seu ciclo curto (60 a 80 dias) (CARMARGO, 1964). Devido a essas características é uma planta importante economicamente, fazendo com que deva cada vez ser melhor estudada.

No presente estudo, tentou-se um artifício que se tornasse simples e suficientemente econômico, para o cultivo da alface, em regiões de alta incidência de energia no meio. Tentou-se pois, um sistema de sombreamento, a partir de material encontrado no comércio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os parâmetros que afetam uma cultura comercial de hortaliças, as condições climáticas são os que mais influenciam a duração do ciclo cultural, a precocidade, a produção e as características comerciais do produto obtido. Resultante da ação conjunta de fatores naturais, que imprimem características definidas a determinadas regiões, o clima é de fator decisivo na exploração de hortaliças (FILGUEIRA, 1981).

A energia solar, por exemplo, afeta todos os processos fisiológicos da vida vegetal. A formação da clorofila toma lugar sob influência dos raios solares; a assimilação de carbono de CO_2 da atmosfera é processada às expensas da energia recebida do sol pelas plantas; a absorção dessa energia é feita por grânulos de clorofila. (KLAR, 1984).

A luz visível representa a parte do espectro de radiação eletromagnética que fica entre 400 nm (faixa do violeta) e 750 nm (faixa do vermelho). Esta luz é a fonte de energia da qual dependem as plantas. Além de agir diretamente como fonte de energia, a luz visível desempenha importante papel regulador na vida dos vegetais. Pode estar envolvida por exemplo, na orientação da planta com respeito a fonte de luz, ou com o ritmo estacional ou diário do crescimento do vegetal. Três propriedades diferentes da luz podem afetar separadamente o metabolismo e desenvolvimento de uma planta: a) sua qualidade espectral; b) sua intensidade; c) sua duração. (WHATLEY, 1982).

MINAMI (1980) cita em curso sobre fisiologia das hortaliças, um trabalho feito sobre a produção de mudas de alface, cv Black Seed Simpson, quando as mudas foram produzidas ao sol direto, obteve-se um peso médio de apenas 1 grama de cada plântula, e, quando produzido sob 60% de sombreamento, o peso médio das mudas foi de 5 gramas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no campo experimental do setor de Horticultura do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo - Piracicaba - (SP), cujas coordenadas geográficas são as seguintes: latitude 22,70° Sul, longitude 47,63° Oeste e altitude de 576 metros.

Utilizou-se a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.), variedade do tipo amanteigado Brasil 303, cujas plantas são herbáceas, muito delicadas, com caule muito pequeno, não ramificado, ao qual se prendem as folhas. Estas são muito grandes, lisas, fechando-se na forma de cabeça apresentam um ciclo vegetativo curto (FILGUEIRA, 1981).

A área demarcada para a instalação do experimento consistiu de 14,5 m x 4,5 m dividida em dois canteiros.

Os canteiros dispostos na orientação Norte-Sul, possuíam 4,5 m de comprimento por 2 m de largura, subdivididos em 3 parcelas, cada uma constituindo um tratamento com 9 m² e com total de 90 plantas, em espaçamento de 30 x 30 cm.

Os tratamentos empregados foram 3: um a pleno sol e os dois outros foram cobertos com 2 tipos de telado de polietileno conhecidos por "sombrite". É de fabricação Monofil - Cia Industrial de Monofilamentos, e denominados por esta como "sombreatela", com códigos 14.06.04 e 14.08.04. A informação do fabricante era de que um dos telados reduziria a luz a 60% do seu valor original e o outro a 45%. Em outras palavras, um dos telados proporcionaria um sombreamento parcial de 40% e outro de 55%. A instalação do telado foi feita a 2 metros de altura.

A semeadura da alface ocorreu dia 25 de março de 1985.

Para a medida da radiação solar global realizada no local do experimento, utilizou-se um piranômetro espectral Eppley. As medidas foram feitas a cada 15 minutos nos diferentes tratamentos.

A colheita da alface foi realizada em 4 datas diferentes: 1ª colheita dia 22/05, 2ª dia 29/05, 3ª dia 06/06 e a 4ª e última dia 13/06/1985.

RESULTADOS OBTIDOS

As tabelas que se seguem referem-se a Radiação Solar Global medida em $w.m^{-2}$ sobre plantas de alface a pleno sol e sobre plantas de alface protegidas por cobertura de tela com 40% de sombreamento (60% de passagem de luz) e com 55% de sombreamento (45% de passagem de luz). Os percentuais são relativos a incidência máxima ou de 100% de luz.

Tabela 1 para o dia.19/04

HORÁRIO DAS COLETAS DE DADOS E DIFERENÇAS RELATIVAS A INCIDÊNCIA MÁXIMA

% LUZ	8.9	% 9.10	% 10.11	% 11.12	% 12.13	% 13.14	% 14.15	% 15.16	% 16.17	%
100			820	848	1032	440	145	77	208	
60		39,4	19,9	21,0	39,8	41,3	88,3	44,7		
	60	323	169	217	175	60	68	93		
		29,0	12,7	13,2	22,5	34,4	42,8	3,8		
45		238	108	137	99	50	33	8		

Tabela 2 para o dia 06/05

HORÁRIO DAS COLETAS DE DADOS E DIFERENÇAS RELATIVAS A INCIDÊNCIA MÁXIMA

% LUZ	8.9	% 9.10	% 10.11	% 11.12	% 12.13	% 13.14	% 14.15	% 15.16	% 16.17	%
100			652	825	841	687	518	435		
60		41,3	49,6	34,4	59,3	31,6	50,1			
	60	269	409	289	227	164	218			
		23,2	28,9	31,5	26,3	21,0	25,1			
45		151	239	265	181	109	109			

As medidas do dia 09/05 geraram a tabela 3 abaixo:

HORÁRIO DAS COLEITAS DE DADOS E DIFERENÇAS RELATIVAS À INCIDÊNCIA MÁXIMA

% LUZ	8.9	%	9.10	%	10.11	%	11.12	%	12.13	%	13.14	%	14.15	%	15.16	%	16.17	%
100		180		495		280		719		333		147		71		81		
	72,7		44,6		59,6		34,6		51,9		40,1		75,3		46,9			
60		131		221		167		249		173		59		53		38		
	67,2		42,2		52,1		20,7		32,0		21,7		32,8		40,7			
45		121		209		146		149		140		32		23		33		

Para as medidas do dia 28/03 montou-se a tabela 4 abaixo:

HORÁRIO DAS COLEITAS DE DADOS E DIFERENÇAS À INCIDÊNCIA MÁXIMA

% LUZ	8.9	%	9.10	%	10.11	%	11.12	%	12.13	%	13.14	%	14.15	%	15.16	%	16.17	%
100	279	445	601	672	794	632	563	306	163									
	46,5		40,2		44,0		47,4		38,1		43,8		39,8		37,4			
60	130	179	264	319	315	241	247	122	61									
	39,7		28,9		35,5		32,5		38,3		32,0		39,2		17,2		20,8	
45	111	129	213	218	304	202	221	52	34									

E, para as medidas efetuadas no dia 30/05 resultou a tabela 5 abaixo:
 HORÁRIO DAS COLETAS DE DADOS E DIFERENÇAS RELATIVAS A INCIDÊNCIA MÁXIMA DE LUZ

% LUZ	8.9	%	9.10	%	10.11	%	11.12	%	12.13	%	13.14	%	14.15	%	15.16	%	16.17	%
100	323		386		568		705		648		587		461		337		172	
60	190	58,8	235	60,8	263	46,2	322	45,7	289	44,5	270	45,9	186	40,4	155	45,9	64	37,2
45	151	46,7	142	36,7	228	40,1	199	28,2	257	39,7	233	39,8	164	35,7	66	19,7	53	31,0

Nas datas de colheita foram realizadas medidas da área foliar (cm²) da alface para os três tratamentos, as quais resultaram na seguinte tabela 6:

DATA	Percentual de luz incidente na planta		
	100%	60%	45%
22.05	1889	917	1248
29.05	5580	1236	2144
06.06	7006	3540	3619
13.06	9831	5542	5353

A tabela 7 abaixo mostra o percentual de variação da alface exposta a 60% de luz, em relação ao percentual da variação da alface exposta a 100% de luz durante os intervalos entre colheitas.

Período	Variação de área foliar (100%)	Variação de área foliar (60%)	% de A.F. de $\frac{60\%}{100\%} \times 100\%$
25.03-22.05	1889	917	48,5
22.05-29.05	3691	319	8,6
29.05-06.06	1426	2304	161,5
06.06-13.06	2825	2002	70,9

O percentual de variação da alface exposta a 45% de luz, em relação ao percentual da variação da alface exposta a 100% de luz, durante o intervalo de tempo entre as colheitas é mostrado na tabela 8 abaixo:

Período	Variação de área foliar (100%)	Variação de área foliar (60%)	% de A.F. de $\frac{60\%}{100\%} \times 100\%$
25.03-22.05	1889	1248	66,1
22.05-29.05	3691	896	24,3
29.05-06.06	1426	1475	103,4
06.06-13.06	2825	1734	61,4

As folhas das 3 cabeças de alface utilizadas para a determinação da área foliar foram empregadas para a determinação do peso seco para as datas de 22 a 29 de maio, 06 a 13 de junho. Em condições de semeadura nas situações de 100%, 60% e 45% de luz obteve-se a massa seca. Essa massa seca encontra-se juntamente com a massa verde que lhe deu origem na tabela 9 abaixo:

DATA DA COLETA	PORCENTAGEM DE LUZ					
	100%		60%		45%	
	PV (g)	PS (g)	PV (g)	PS (g)	PV (g)	PS (g)
22.05	142,375	4,646	63,750	2,255	81,250	3,069
29.05	443,250	13,720	91,925	3,039	166,400	5,273
06.06	527,850	17,225	255,175	8,706	282,125	8,902
13.06	704,275	24,168	438,625	13,631	436,500	13,166

Na tabela (10) abaixo, encontram-se os percentuais em massa seca e água que estavam compondo as três de alface coletados para a análise. Também no caso, esses percentuais referem-se às condições de semeadura com 100%, 60% e 45% de luz.

DATA DA COLETA	PORCENTAGEM DE LUZ					
	100%		60%		45%	
	MS.%	ÁGUA.%	MS.%	ÁGUA.%	MS.%	ÁGUA.%
22.05	3,26	96,74	3,54	96,46	3,78	96,22
29.05	3,09	96,90	3,31	96,69	3,17	96,83
06.06	3,26	96,73	3,41	96,59	3,15	96,84
13.06	3,43	96,57	3,10	96,90	3,02	96,98

Deve-se notar que na composição dos valores referentes a 60% e 45% de luz, como não se trabalhou com o espectroradiômetro, admitiu-se que esses percentuais compunham somente a parcela do espectro visível incidente. Essa parcela compõe, um total admitido, de 44% do espectro da radiação solar. Logo, no raciocínio para estabelecer rendimento para 60% e 45 de luz, utilizou-se esse percentual dos 44% em que a luz compõe o espectro total.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

As tabelas de 1 a 5, as quais mostram a distribuição da radiação solar global em relação aos valores horários nos dias 19/04, 06/05, 28/05 e 30/05, evidenciam a grande diferença da energia solar entre os canteiros a pleno sol, e os telados, no período entre 11:00 horas e 14:00 horas, a qual pode ser visualizada a partir das variações percentuais nas tabelas. O período que antecede às 11:00 horas e que prescede às 14:00 horas, quando os raios solares têm maior inclinação em relação à vertical do local, os valores tendem a se aproximar, como é possível observar nos resultados das tabelas.

Deve-se notar, também, que a informação de corte em luz de 40% em um telado, e 55% em outra, dada pelo fabricante deve ser feita unicamente em termos da faixa do visível, isto porque, em relação à radiação solar global a variação é grande como pode ser observado nas tabelas. Quanto à veracidade da informação do fabricante da tela sobre os percentuais de luz que as transmitem, não pode ser verificada por não contarmos com o instrumental destinado a medir as faixas espectrais da radiação solar.

As tabelas 6, 7 e 8, demonstram as variações em superfície foliar que foi havendo ao longo das datas de medidas. Vê-se que a evolução da área foliar no tratamento coberto, tanto para 60% de luz como para 45%, no período inicial de crescimento, isto é, entre a semeadura e primeira análise, o qual compreendeu 58 dias, foi menor que a pleno sol, correspondendo a 48,5% a 60% de luz, e 66,1% a 45% de luz. No período seguinte entre 22 a 29 de maio a alface a pleno sol apresentou evolução de 91,4% a mais, em termos de área foliar, em comparação ao de 60% de luz e 75,7% a mais comparativamente a 45% de luz.

Esse quadro, não se manteve constante, ao contrário. No período seguinte entre 29 de maio a 06 de junho, a situação se inverteu completamente, mostrando que os tratamentos telados, isto é, com cobertura, tiveram uma variação de área foliar maior que a pleno sol. Esse rendimento acusou no tratamento a 45% de luz um índice de 103,4% a mais, enquanto que a 60% de luz alcançou um valor de 161,5% a mais. Também essa situação não perdurou na semana seguinte, onde os valores de acréscimo de área foliar voltaram a ser menores, acusando percentualmente 61,4% para 45% de luz e 70,9% para 60% de luz.

A tabela 9, acusa os pesos verde e secco das folhas da alface. No que se refere ao tratamento a pleno sol, os valores encontrados para peso verde de mostram uma sequência em gramas, o qual não é obedecida nos valores de peso seco, mostrando ter havido variações em relação ao teor de água armazenada. Já isso não ocorreu com a alface sujeita a 60% de luz, onde a concordância dos valores em gramas expressos no peso verde, continuam existindo nos valores do peso seco. Já no tratamento a 45% de luz, a evolução da alface foi sempre maior no peso verde, diminuindo percentualmente o peso seco.

A tabela 10, mostra quais foram os percentuais em massa seca e água que houve na alface em todas as situações estudadas. Note-se que tanto a alface a pleno sol, ou a 60% ou 45% de luz, apresentaram retenção em água acima de 95%, sendo um valor mínimo de 95,55% a um valor máximo de 97,46% em água.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que a variação que houve na radiação solar global medida sob o telado não obedece os valores de 60% e 45%. Que o peso verde final para 3 cabeças de alface alcançou valores de 704,275 gr para o tratamento a 100% de luz, 438,625 g para 60% de luz e 436,5 gr para 45% de luz. Que o percentual em água girou sempre em torno de 96%. E, finalmente que, quanto ao florescimento as plantas de alface cultivadas sob telados de 60% e 45% de luminosidade retardaram o início de florescimento de 30 dias em relação as plantas de alface cultivadas com 100% de luz. Este fato permite regular o fluxo da alface para os mercados evitando o excesso de oferta em curtos períodos afetados pela elevação da luminosidade, e tem como consequência queda nos preços do produto.

BIBLIOGRAFIA

- CAMARGO, J.R.S., 1964. Ensaios de Variedades de Alface de Verão. IV Reunião Anual da Sociedade de Olericultura do Brasil. Revista de Olericultura, 4. 111-115.
- FILGUEIRA, F.A.R., 1981. Manual de Olericultura. Cultura e Comercialização de Hortaliças. 2ª Edição. Volume 1. Editora Agronômica Ceres. (25-32 p.).

KLAR, A.E., 1984. A água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. São Paulo - Nobel.
139 p.

MAKISHIMA, N., 1975. Alface o Ano Todo, mas com intensa irrigação. Dirigente Rural 14(3-4): 21-24.

MURAYAMA, S., 1973. Horticultura. ECEA. Campinas 146-147 p.

OMETTO, J.C., 1981. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo. Editora Agronômica Ceres. 134-249 p.

WHATLEY, J.M., e F.R. WHATLEY, 1982. A luz e a vida das plantas. São Paulo - EOU. Universidade de São Paulo. 101 p.