

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS.
XLIX. CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES
EM ALFACE (*Lactuca sativa* L.) Cv. BRASIL 48
E CLAUSE'S AURÉLIA *

LINA L.C. GARCIA**
HENRIQUE PAULO HAAG***
KEIGO MINAMI****
ANTÔNIO R. DECHEN***

RESUMO

Com os objetivos de:

- obter e analisar o crescimento dos cultivares;
- determinar a concentração e extra-

-
- * Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP. Entregue para publicação em 27/09/1982.
 - ** Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) Campinas, SP.
 - *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.
 - **** Departamento de Agricultura e Horticultura, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

ção de macronutrientes nas plantas em função da idade.

Foi realizado um ensaio de campo no qual os dois cultivares foram plantados colhendo-se plantas aos 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias de idade após o transplante. Determinou-se a produção de matéria seca e as concentrações de macronutrientes.

Observou-se que o crescimento e a extração de nutrientes foi lenta no ensaio sofrendo aceleração a partir dos 30 dias, mantendo-se intensos e não alcançando o ponto de máxima acumulação até a colheita. O crescimento expresso de produção de matéria seca, foi semelhante para os dois cultivares, 12,7 g/planta para o cultivar Brasil 48 e 12,5 g/planta para o cultivar Clause's Aurélia. Porcentagens acima de 59 da matéria seca e entre 43% a 69% dos nutrientes foram acumuladas pelos dois cultivares durante os 20 dias que antecederam a colheita. Uma planta do cultivar Brasil 48 acumulou por ocasião da colheita 469 mg N, 100 mg P, 1017 mg K, 161 mg Ca, 47 mg Mg e 21 mg S. Quantidades semelhantes foram acumuladas por uma planta do cultivar Clause's Aurélia - 410 mg N, 100 mg P, 759 mg K, 200 mg Ca, 52 mg Mg e 21 mg S.

INTRODUÇÃO

Na comercialização de hortaliças através do CEAGESP* no Estado de São Paulo, ocupou o 4º lugar, em

* Companhia de Entrepósito e Armazéns Gerais de São Paulo.

valor em 1980, significando um montante acima de 400 milhões de cruzeiros o que dá uma pálida idéia do que representa a cultura da alface no Estado, uma vez que ao contrário de outras hortaliças cuja produção é regionalizada e a comercialização centralizada, sua produção é bastante difundida através da grande maioria dos municípios. Conhecendo-se os hábitos da população, sabe-se que a alface é ao lado do tomate, a hortaliça de presença mais frequente nas mesas e de mais fácil aquisição. Os cultivares do grupo Brasil, apresentando resistência a doenças aliadas a produtividade e características aceitas pelo mercado têm fornecido a cultura.

Por outro lado os conhecimentos de nutrição mineral da alface são relativamente escassos, faltando dados sobre a sua demanda nutricional, principalmente em relação aos cultivares citados.

Assim, NISHIMOTO *et alii* (1977), da Universidade do Hawai, em relação a fósforo, e ADAMS (1978) na Inglaterra, em relação a nitrogênio e potássio, determinaram os teores desses elementos em plantas de alface que alcançaram máxima produção, encontrando valores de 0,35% de fósforo, 5% de nitrogênio e 8% de potássio.

ZINK e YAMAGUCHI (1962) determinaram os teores e as quantidades de macronutrientes acumuladas por culturas de alface em diversas épocas, relacionando-as com o crescimento. Por ocasião da primeira colheita, as quantidades acumuladas foram, em média, por hectare 106,5 kg de nitrogênio, 13,2 kg de fósforo, 193,5 kg de potássio, 37 kg de cálcio, 13,5 kg de magnésio e 10 kg de sódio.

Os autores constataram que a forma das curvas de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio são bem semelhantes à de produção de matéria verde, sendo a acumulação bastante lenta na primeira fase do crescimento. Setenta por cento do nitrogênio, fósforo e potássio acumulados o foram nos 21 dias de máxima taxa de crescimento, imediatamente anteriores à primeira colheita. Setenta por cento do peso verde foi igualmente incorporado nos 21 dias que antecedem a colheita, e 36% nos últimos sete dias.

FERNANDES et alii (1971) no Brasil, determinaram teores, estudaram o crescimento e estimaram as quantidades de nutrientes acumuladas por cultura de alface em 23,2 kg/ha de nitrogênio, 4,4 kg/ha de fósforo, 50,9 kg/ha de potássio, 13,3 kg/ha de cálcio, 3,2 kg/ha de magnésio e 3,0 kg/ha de enxofre, para uma produção de 969 kg/ha de matéria seca. Concluíram os autores ser a absorção lenta até os 48 dias, e que a absorção de nutrientes acompanha o crescimento das plantas.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Obter e analisar o crescimento dos cultivares;
- Determinar as concentrações de nutrientes em função da idade das plantas;
- Determinar a extração de nutrientes pela planta e pela cultura em função da idade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) Brasil 48 e Clause's Aurélia. O experimento foi instalado em Piracicaba, SP sobre um solo classificado por RANZANI et alii (1966) como Terra Roxa Estruturada, série "Luiz de Queiroz" que vem sendo cultivado com hortaliças há mais de 50 anos consecutivos. As mudas foram transplantadas para centeiros aproximadamente vinte dias após a germinação. O espaçamento adotado foi de 0,30 x 0,25 m com uma população teórica de 95.000 plantas/hectare. A adubação constou de aplicações de 200 g por metro quadrado da fórmula 4-14-10, por ocasião do transplante. Aos 20 e 40 dias após o transplante foram aplicados 5 g de sulfato de amônio por planta. A cultura sofreu irrigação sempre que necessário. As amostras foram feitas por ocasião do transplante e depois a intervalos de 10 dias aproximadamente. As plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas, secas e analisa

das para os macronutrientes de acordo com o recomendado por SARRUGE e HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acumulação de matéria seca e marcha de absorção de nutrientes

- Produção de matéria seca

A produção de matéria seca expressa o crescimento das plantas, e os dados obtidos em relação às plantas e cultura de alface estudados no presente trabalho encontram-se na Tabela 1.

Não foi encontrada diferença significativa entre os cultivares Brasil 48 e Clause's Aurélia, em relação à produção de matéria seca, a não ser para a quinta amostragem, aos 62 dias da cultura.

A produção final de matéria seca por planta foi pouco superior à observada por FERNANDES *et alii* (1971) para o cultivar Vitória de Santo Antão, nas condições de Piracicaba, e pelo menos três vezes menor que as relatadas por LORENZ e MINGES (1942) e ZINK e YAMAGUCHI (1962), para cultivares diversos, nas condições dos EUA.

A produção final de matéria seca por hectare foi, no presente trabalho, cerca de 20% superior à observada por FERNANDES *et alii* (1971) e representou de 69% a 35% da constatada nos EUA pelos autores já citados.

De modo semelhante ao encontrado em outros trabalhos, o crescimento inicial foi lento, ocorrendo depois uma aceleração que se deu por volta dos trinta dias.

As taxas máximas de crescimento observadas aproximaram-se das constatadas por FERNANDES *et alii* (1971) no trabalho já citado. ZINK e YAMAGUCHI (1962) observa-

Tabela 1 - Produção de matéria seca por cultura de alfaca, cultivares Brasil 48 (B. 48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostragem. Médias de 4 amostras. População: 95.000 plantas/hectare.

	Dias					
	20	30	41	51	62	72
g/pl.						
B.48	0,08	0,18	1,37	4,36	7,91	12,75
C.A.	0,11	0,29	1,78	5,13	9,15	12,52
kg/ha						
B.48	7,60	17,10	130,15	414,20	751,40	1211,20
C.A.	10,45	27,55	169,10	487,30	869,20	1189,40
% acumu lada						
B.28	0,6	1,4	10,7	34,2	62,0	100,0
C.A.	0,9	2,3	14,2	40,9	73,1	100,0

cont.

Tabela 1 - Cont.

F. cultivar época	n.s. 223,64	CDE - 5 - 5,09**
DMS (Tukey)	cultivar época cultivar dentro de época	1,15 (5%) e 1,78 (1%) 1,46 (5%) e 3,30 (1%) 1,59 (5%) e 2,15 (1%)
C.V.	20,69%	
Equações de regressão		
B.48	$y = 1,011 - 1,586 + 0,592x^2$	(R ² = 99,92)
C.A.	$y = 3,098 - 4,553x + 1,764x^2 - 0,124x^3$	(R ² = 99,89)
	y = produção de matéria seca g/planta	
	n = idade em dias (20=1, 30=2, 41=3, 51=4, 62=5, 72=6)	
C.A.		
	-----	-----
ponto de máxima	dias	mg/planta
ponto inflexão	92	16,28
	58	8,05

ram taxas bastante superiores, entre 3 e 4 gramas de matéria seca acrescentada por planta e por dia, representando um incremento diário de mais de duzentos quilos de matéria seca por hectare, enquanto o máximo observado em nossas condições foi de 46 quilos/hectare.

As taxas de incremento na matéria seca por plantas foram crescentes, até um máximo de 0,484 gramas/dia, para o cultivar Brasil 48, alcançado entre o 62º e o 72º dias da cultura. O cultivar Clause's Aurélia apresentou uma taxa diária máxima de 0,402 gramas/planta entre o 51º e o 62º dia, e no período seguinte um crescimento ligeiramente inferior (0,337 gramas/planta).

Os padrões de crescimento observados neste trabalho dizem respeito apenas ao crescimento vegetativo, tendo sido as plantas colhidas no ponto de comercialização para consumo "in natura", o que ocorreu antes que a taxa de crescimento declinasse, ou declinasse acentuadamente.

Desprezando-se as diferenças devidas a material genético e condições ambientais, e o ciclo vegetativo, o padrão de crescimento observado foi semelhante ao analisado por ZINK e YAMAGUCHI (1962), com aproximadamente 66% do total da matéria seca, para o cultivar Brasil 48, e 59%, para o cultivar Clause's Aurélia acrescentados às plantas nos 20 dias que antecederam a colheita. Nos últimos dez dias da cultura foram acrescentados, respectivamente, 38% e 27%. Esse padrão é diferente do observado por LORENZ e MINGES (1942) e do descrito por FERNANDES et alii (1971), tendo nestes trabalhos a taxa de incremento na matéria seca caído mais acentuadamente no final da cultura, com acréscimo de apenas 20% do total nos últimos 18 e 15 dias, respectivamente.

- Acumulação de nutrientes

A marcha da absorção de nutrientes pela cultura de alface neste trabalho acompanhou, em linhas gerais, a da produção de matéria seca, sendo lenta no início e sofrendo aceleração após os 30 dias.

Com exceção do enxofre e do nitrogênio, para o cultivar Clause's Aurélia, as quantidades de macronutrientes absorvidas nos onze dias que antecederam a colheita representaram de 25% a 36% do total acumulado pelas plantas. O nitrogênio e o enxofre, no cultivar mencionado, tiveram absorção mais precoce, tendo sido realizada apenas 18% e 15% do total, respectivamente, no período considerado.

Para os últimos vinte e um dias (do 51º ao 72º dia) o enxofre foi, dentre os macronutrientes, o que apresentou maior variação, tendo sido absorvido na proporção de 67%, pelo cultivar Brasil 48, e de 42,6%, pelo cultivar Clause's Aurélia. Os demais elementos tiveram sua absorção nesse período representando entre 48,5 e 66,7% do total. Para o cultivar Brasil 48 a variação foi menor, situando-se entre 59,5% (para cálcio) e 67% (para enxofre).

Do início aos 41 dias da cultura (terceira amostra) a proporção de macronutrientes absorvida variou de 11 a 19,7%. A variação no cultivar Brasil 48 foi mínima nesse período, para os macronutrientes, tendo sido acumulados de 11 a 12,8% do total.

Os dados referentes à acumulação de nutrientes, em miligramas ou microgramas por planta, quilos ou gramas por hectare, e porcentagem, bem como as concentrações, encontram-se nas tabelas 2 a 7.

- Nitrogênio

Os teores de nitrogênio encontrados na matéria seca das plantas, as quantidades do elemento acumuladas por planta e por hectare, bem como as respectivas porcentagens, encontram-se na tabela 2.

Os teores na matéria seca variaram de 5,34% a 3,27%, havendo um decréscimo na concentração desse elemento com a idade da planta. Esse fato está em concordância com a observação de outros autores, como ZINK e YAMAGUCHI (1962), na qual as concentrações variaram entre 6,65% e

Tabela 2 - Teor de nitrogênio e quantidades absorvidas por cultura de alface, cultivares Brasil 48 (B.48) e Clause's Aurélia (C.A.) em 6 épocas de amostragem. Média de 4 amostras. População: 95000 plantas/hectare.

		Dias					
		20	30	41	51	62	72
Teor (%)	B-48	5,34	4,06	4,41	4,18	4,03	3,70
	C.A.	4,96	4,25	4,55	4,11	3,69	3,27
mg/pl	B.48	4,1	7,3	60,5	180,4	326,4	469,6
	C.A.	5,6	12,4	81,3	212,0	336,4	410,2
kg/ha	B.48	0,4	0,7	5,7	17,1	31,0	44,6
	C.A.	0,5	1,2	7,7	20,1	32,5	39,0
% acumulada	B-48	0,9	1,6	12,8	38,3	69,5	100,0
	C.A.	1,3	3,1	19,7	51,5	82,0	100,0

Cont.

Tabela 2 - Cont.

F. cultivar época	n.s. 112,56**	CDE 6 - 5,02*
DMS cultivar (Tukey) época		51,6 (5%) e 78,1 (1%) 72,0 (5%) e 88,9 (1%)
C.V. 27,3%		76,5 (5%) e 102,9 (1%)
Equações de regressão		
B.48	$y = 12,785 - 36,618x + 19,128x^2$	(R ² = 99,5)
C.A.	$y = 135,702 - 205,67x + 84,601x^2 - 7,111x^3$	(R ² = 99,9)
C.A.		
	-----	-----
ponto de máxima	dias	mg/planta
ponto de inflexão	76	420,7
	51	207,1

3,10%, FERNANDES et alii (1971) e LORENZ e MINGES (1942).

A acumulação de nitrogênio pelas plantas de alface foi lenta até os 30 dias, sendo intensificada a seguir e alcançando uma taxa diária de 14,6 mg/planta, entre o 51º e o 62º dia e mantendo-se praticamente a mesma até o final da cultura, para o cultivar Brasil 48. A acumulação no cultivar Clause's Aurélia alcançou uma taxa máxima entre o 41º e o 51º dias, e a seguir taxas decrescentes, até a colheita.

Através da análise de regressão obtiveram-se as equações para expressão matemática do crescimento (Tabela 2). A equação de segundo grau apresenta satisfatoriamente a acumulação do nitrogênio pelo cultivar Brasil 48; para expressar o acúmulo de nitrogênio pelo cultivar Clause's Aurélia a equação de terceiro grau é mais adequada, uma vez que a taxa de acumulação apresentou decréscimo no final da cultura.

Os cultivares apresentaram diferenças significativas na acumulação apenas por ocasião da colheita. Essa diferença foi devida aos diferentes teores de nitrogênio na matéria seca dos cultivares, uma vez que a produção de matéria seca foi semelhante.

Foram exportados, através da parte aérea das plantas, cerca de 45 kg/ha de nitrogênio, pelo cultivar Brasil 48, e de 39 kg/ha pelo cultivar Clause's Aurélia. Esses resultados são superiores aos observados por FERNANDES et alii (1971), e inferiores aos obtidos no exterior pelos autores já citados. GARDNER e PEW (1979) referem-se a valores elevados, entre 100 e 110 quilos de nitrogênio acumulados por hectare até a colheita.

Observa-se que as maiores quantidades de nitrogênio foram absorvidas nos estágios finais da cultura, o que está em concordância com FERNANDES et alii (1971) e vem reforçar a recomendação emitida por estes a respeito da conveniência de se retardar a aplicação do nitrogênio em abertura de alface.

Tabela 3 - Teor de fósforo e quantidades absorvidas por plantas de alfaca, cultivares Brasil 48 (B,48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostragem. População: 95000 plantas/hectare.

	Dias					
	20	30	41	51	62	72
Teor (%)						
B.48	0,67	0,81	0,81	0,87	0,92	0,78
C.A.	0,76	0,64	0,78	0,69	0,80	0,80
mg/pl.						
B.48	0,52	1,45	11,09	37,20	71,90	99,98
C.A.	0,85	1,86	13,81	35,23	72,06	100,13
kg/ha						
B.48	0,05	0,14	1,05	3,53	6,83	9,50
C.A.	0,08	0,18	1,31	3,35	6,85	9,51
% acumulado						
B.48	0,5	1,5	11,0	37,1	71,9	100,0
C.A.	0,8	1,9	13,8	35,2	72,0	100,0

cont.

Tabela 3 - Cont.

F. cultivar época	n.s. 200,03**	CDE - 6 - n.s.
DMS (Tukey) cultivar época cultivar dentro de época C.V. 22,0%		8,39 (5%) e 12,70 (1%) 12,44 (5%) e 15,16 (1%) 12,84 (5%) e 17,26 (1%)
Equações de regressão		
B.48	$y = 22,256 - 37,912x + 13,954x^2 - 0,928x^3$	$(R^2 = 99,77)$
C.A.	$y = 22,445 - 32,222x + 12,037x^2 - 0,747x^3$	$(R^2 = 99,71)$
	B.48	C.A.
ponto de máxima	dias 96	dias 104
ponto de inflexão	mg/pl. 142,6	mg/pl. 163,1
	62	65
		80,9

- Fósforo

A tabela 3 contém os dados relativos à absorção de fósforo pelas plantas e pela cultura de alface, em miligramas/planta, kg/ha e porcentagem, bem como os teores desse elemento encontrados na matéria seca.

Os teores de fósforo situaram-se entre 0,67% e 0,92%, ocorrendo maior variação no cultivar Brasil 48 que, a não ser na última amostragem, apresentou teores superiores aos do cultivar Clause's Aurélia. Esses valores foram duas vezes mais elevados que os encontrados por FERNANDES et alii (1971) e LORENZ e MINGES (1942). Foram superiores aos de ZINK e YAMAGUCHI (1962) e de HAMILTON e BERNIER (1962) e, diferentemente do observado por PANDITA e ANDREW (1967), não ocorreu decréscimo no teor de fósforo das plantas com a aproximação da colheita.

Quanto às quantidades absorvidas, estiveram no final da cultura em torno de 100 mg de fósforo por planta ou 9,5 kg/ha, não sendo encontrada diferença significativa entre os cultivares. Esse resultado é cerca de duas vezes o encontrado por FERNANDES et alii (1971), e a exportação de fósforo foi superior à relatada por LORENZ e MINGES (1942) e ZINK e YAMAGUCHI (1962), apesar da maior produção alcançada pelas culturas analisadas nestes trabalhos.

Em relação à absorção porcentual, observa-se que, de modo semelhante a outros nutrientes, a acumulação de fósforo se intensifica a partir dos trinta dias, alcançando taxa proporcionalmente superior à observada na produção de matéria seca.

A taxa máxima de acumulação, para os dois cultivares, ocorreu entre o 51º e o 62º dias, com um acréscimo diário de 3,2 mg a 3,3 mg de fósforo por planta, o que equivale a 0,3 kg/ha por dia. Após esse período, nos dez dias finais da cultura, a taxa diária decresceu a 2,8 mg por planta.

Assim, ainda que para um ajustamento aos períodos iniciais de acumulação a equação de segundo grau com ponto de mínima seja satisfatória para expressar a acumulação de fósforo pelas plantas de alface, para os estágios finais a de terceiro grau se revela mais adequada (Tabela 3).

- Potássio

A acumulação de potássio pelas plantas e pela cultura de alface apresentou diferenças significativas entre os cultivares estudados neste trabalho por ocasião da quinta e da sexta amostragem (aos 62 e aos 72 dias da cultura). Essas diferenças foram devidas às ocorridas no teor de potássio encontrado nas plantas.

O teor de potássio na matéria seca da parte aérea das plantas variou sem uma tendência definida, entre 7,31% e 8,45%, para o cultivar Brasil 48, e entre 4,97 e 7,50, no cultivar Clause's Aurélia. Esses valores foram superiores aos obtidos por FERNANDES et alii (1971) e mais próximos dos de ZINK e YAMAGUCHI (1962).

A quantidade de potássio acumulada também foi superior à observada por FERNANDES et alii (1971). A acumulação por hectare (96,6 e 72,1 kg) esteve mais próxima dos resultados obtidos no exterior por LORENS e MINGES (1942) e los abrangidos por ZINK e YAMAGUCHI (1971), apesar da grande diferença de produção observada entre esses trabalhos e os realizados no Brasil.

A tendência geral da acumulação seguiu o padrão observado para nitrogênio e fósforo, com aceleração a partir do trigésimo dia, sendo que no caso do potássio as taxas de acumulação foram crescentes até a colheita, o que torna adequadas para expressar a absorção desse elemento as equações de segundo grau, obtidas através da análise de regressão (Tabela 4).

- Cálcio

Os teores de cálcio na matéria seca variaram entre

Tabela 4 - Teor de potássio e quantidades absorvidas por plantas de alface, cultivares Brasil 48 (B.48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostragem. População: 95.000 plantas/hectare.

	Dias					
	20	30	41	51	62	72
Teor (%)						
B.48	7,31	8,45	8,41	7,84	8,45	8,04
C.A.	7,50	6,73	7,08	6,08	4,97	6,04
mg/pl.						
B.48	5,6	15,1	115,3	339,6	665,3**	1017,2**
C.A.	7,9	19,6	125,6	310,3	450,2**	759,2**
kg/ha						
B.48	0,5	1,4	10,9	32,2	63,2	96,6
C.A.	0,7	1,9	11,9	29,5	42,7	72,1
% acumulado						
B.48	0,5	1,4	11,2	33,3	65,4	100,0
C.A.	1,0	2,6	16,5	40,9	59,2	100,0

cont.

Tabela 4 - Cont.

F. cultivar época	6,79* 218,41**	CDE 5 - 32,80** CDE 6 - 47,20**
DMS (Tukey)	cultivar época	75,9 (5%) e 114,9 (1%) 101,5 (5%) e 123,7 (1%)
C.V.	cultivar dentro de época 20,9%	108,5 (5%) e 146,1 (1%)
Equações de regressão		
B.48	$y = 72,167 - 120,157x + 46,686x^2$	(R ² = 99,8)
C.A.	$y = 25,842 - 53,195x + 29,957x^2$	(R ² = 99,4)

1,05 e 1,65%, sendo próximos aos obtidos por FERNANDES *et alii* (1971), LORENZ e MINGES (1942) e ZINK e YAMAGUCHI (1962).

Os cultivares estudados apresentaram diferenças significativas na absorção de potássio aos 62 e aos 72 dias, tendo o cultivar Clause's Aurélia acumulado, até a colheita 199,8 mg de cálcio por planta (15,3 kg/ha), e o cultivar Brasil 48, 161,2 mg (15,3 kg/ha). Esses valores são superiores aos obtidos por FERNANDES *et alii*, e inferiores aos determinados em trabalhos realizados no exterior, representando cerca de metade da quantidade de potássio acumulada, por hectare, em culturas estudadas por ZINK e YAMAGUCHI (1962).

A acumulação de cálcio na cultura de alface acompanhou a tendência observada em outros nutrientes, de aceleração a partir dos trinta dias, apresentando taxas crescentes até a colheita. As taxas de acumulação diária observadas foram de 6,48 mg por planta, no cultivar Clause's Aurélia, e 4,92 mg por planta para o cultivar Brasil 48, ambas no período dos 62 aos 72 dias.

As equações obtidas através da análise de regressão dos dados de acumulação de cálcio encontram-se na Tabela 5.

- Magnésio

A acumulação de magnésio mostrou diferenças significativas entre os cultivares, nas amostragens realizadas aos 51, 62 e 72 dias da cultura, tendo o cultivar Clause's Aurélia acumulado maior quantidade, em todas as épocas, e apresentando maior precocidade na acumulação proporcional (Tabela 6).

Não obstante as diferenças observadas, a acumulação seguiu a tendência geral da absorção de nutrientes, com aceleração a partir dos trinta dias.

O cultivar Brasil 48 apresentou taxas de acumula-

Tabela 5 - Teor de cálcio e quantidades absorvidas por plantas de alfaca, cultivas - res Brasil 48 (B.48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostra - gem. População: 95.000 plantas/hectare.

	Dias					
	20	30	41	51	62	72
Teor (%)						
B.48	1,08	1,57	1,40	1,52	1,47	1,26
C.A.	1,05	1,52	1,65	1,56	1,49	1,58
mg/pl.						
B.48	0,8	2,8	19,1	65,4	112,0*	161,2**
C.A.	1,2	4,4	29,3	79,8	135,0*	199,8**
kg/ha						
B.48	0,1	0,3	1,8	6,2	10,6	15,3
C.A.	0,1	0,4	2,8	7,6	12,8	19,0
% acumu - lada						
B.48	0,6	2,0	11,8	40,5	69,3	100,0
C.A.	0,5	2,1	14,7	40,0	67,4	100,0

cont.

Tabela 5 - Cont.

F. cultivar época	n.s. 123,59**	CDE 5 - 5,44* CED 6 - 15,3**
DMS (Tukey)	cultivar época cultivar dentro de época	17,6 (5%) e 26,7 (1%) 28,1 (5%) e 34,2 (1%) 28,3 (5%) e 38,0 (1%)
C.V.	27,3%	
Equações de regressão		
B.48	$Y = 2,192 - 11,051x + 6,379x^2$	(R ² = 99,3)
C.A.	$Y = 2,881 - 12,608x + 7,659x^2$	(R ² = 99,7)

Tabela 6 - Teor de magnésio e quantidades absorvidas por plantas de alface, cultivares Brasil 48 (B.48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostragem. População: 95.000 plantas/hectare.

	Dias					
	20	30	41	51	62	72
Teor (%)						
B.48	0,46	0,42	0,38	0,38	0,39	0,37
C.A.	0,38	0,36	0,42	0,44	0,43	0,41
mg/pl.						
B.48	0,36	0,8	5,3	16,4**	30,0**	46,8*
C.A.	0,42	1,0	7,5	22,8**	38,6**	51,6*
kg/ha						
B.48	0,03	0,07	0,50	1,56	2,85	4,45
C.A.	0,04	0,10	0,71	2,16	3,67	4,90
% acumu- lada						
B.48	0,7	1,6	11,2	35,1	64,0	100,0
C.A.	0,8	2,0	14,5	44,1	74,9	100,0

cont.

Tabela 6 - Cont.

F. cultivar	8,45*	CDE 4 - 9,77**
época	200,72**	CDE 5 - 17,80**
		CDE 6 - 5,56*
DMS		3
DMS (Tukey)	cultivar	3,12 (5%) e 4,73 (1%)
	cultivar	6,04 (5%) e 7,36 (1%)
	época	5,81 (5%) e 7,79 (1%)
C.V.	cultivar dentro de época	
	21,5%	
Equações de regressão		
C.B.48	$y = 3,187 - 5,312x + 2,111x^2$	(R ² = 99,86)
C.A.	$y = 14,351 - 21,384x + 8,377x^2 - 0,629x^3$	(R ² = 99,89)
C.A.		
	Dias	mg/pl.
ponto de máxima	85	60,0
ponto de inflexão	55	29,5

ção crescentes até a colheita, alcançando 1,68 mg por planta e por dia, e o cultivar Clause's Aurélia apresentou uma taxa diária máxima de 1,53 mg por planta entre o 41º e o 51º dia da cultura, e taxas decrescentes após, o que torna mais adequada para expressar matematicamente seu crescimento e equação de terceiro grau.

Os teores de magnésio encontrados na matéria seca variaram de 0,37 a 0,46%, apresentando o cultivar Brasil 48, a partir dos 41 dias, teores mais elevados. Esses valores foram pouco superiores aos obtidos por FERNANDES et alii (1971), situando-se dentro da faixa abrangida pelos dados de ZINK e YAMAMAGUCHI (1962) e outros autores.

As quantidades acumuladas foram superiores às relatadas por FERNANDES et alii (1971) e bastante inferiores às de ZINK e YAMAGUCHI (1962).

- Enxofre

Em relação à acumulação de enxofre, foram encontradas diferenças significativas entre os cultivares aos 51 dias (quarta amostragem).

Para o cultivar Brasil 48 a taxa máxima de absorção foi de 1 mg por planta por dia, e ocorreu entre o 51º e o 62º dia, havendo um decréscimo no período seguinte. Para o cultivar Clause's Aurélia, a taxa máxima ocorreu entre o 41º e o 51º dia, sendo de 0,87 mg por planta por dia.

As quantidades totais acumuladas por planta, ao redor de 21 mg, e de 2 kg/ha representam 65 a 67% do total observado por FERNANDES et alii (1971), como consequência dos menores teores encontrados nas plantas no presente trabalho.

A acumulação do enxofre, para o cultivar Brasil 48, se revelou mais precoce que a dos demais nutrientes, com 85% da quantidade total acumulados até o 62º dia. Em relação à quarta amostragem, observa-se que 57% do total

de enxofre foi acumulado pelo cultivar Clause's Aurélia até essa época, enquanto para os demais elementos a acumulação situou-se entre 41 e 51%.

Os dados relativos à absorção de enxofre encontram-se na tabela 7.

CONCLUSÕES

- Não houve diferença entre os cultivos Brasil 48 e Clause's Aurélia na produção de matéria seca.

- O crescimento foi lento no início, sofrendo aceleração a partir dos 30 dias.

- O cultivar Brasil 48 apresentou taxas de incorporação de matéria seca crescentes até a colheita, e o cultivar Clause's Aurélia uma taxa máxima entre o 51º e o 62º dia.

- As taxas de produção de matéria seca foram 0,484 e 0,402 gramas por planta por dia, para os cultivares Brasil 48 e Clause's Aurélia, respectivamente.

- Para o cultivar Brasil 48, 66% da matéria seca foi incorporada nos 20 dias que antecederam a colheita, e 38% nos últimos dez dias. Para o cultivar Clause's Aurélia os valores foram 59% e 27%.

- A produção de matéria seca foi de 12,75 g/planta para o cultivar Brasil 48 e de 12,52 g/planta para o cultivar Clause's Aurélia e de aproximadamente 1200 kg/ha, para uma população teórica de 95.000 plantas/ha, para ambos os cultivares.

- A acumulação de nutrientes acompanhou, em linhas gerais a produção de matéria seca, sendo lenta no início e sofrendo aceleração a partir dos 30 dias.

Tabela 7 - Teor de enxofre e quantidades absorvidas por plantas de alfaca, cultivares Brasil 48 (B.48) e Clause's Aurélia (C.A.), em 6 épocas de amostragem. População: 95.000 plantas/hectare.

		Dias					
		20	30	41	51	62	72
Teor (%)	B.48	0,18	0,23	0,27	0,15	0,23	0,16
	C.A.	0,21	0,19	0,18	0,24	0,16	0,16
mg/pl.	B.48	0,14	0,42	2,69	7,05*	18,17	21,38
	C.A.	0,24	0,59	3,17	11,88*	14,79	20,73
kg/ha	B.48	0,01	0,04	0,25	0,67	1,73	2,03
	C.A.	0,02	0,06	0,30	1,13	1,40	1,97
% acumulado	B.48	0,5	2,0	12,3	33,0	85,2	100,0
	C.A.	1,0	3,0	15,2	57,4	71,1	100,0

cont.

Tabela 7 - Cont.

F. cultivar época	n.s. 52,29**	CDE 4 - 6,99 *
		CDE 5 - n.s.
		CDE 6 - n.s.
DMS (Tukey)	cultivar época cultivar dentro de época	3,24 (5%) e 4,90 (1%) 5,23 (5%) e 6,37 (1%) 5,26 (5%) e 7,05 (1%)
CB. 48		(R ² = 96,0)
C.A.		(R ² = 96,7)

Equações de regressão

$$y = 0,266 - 1,573x + 0,893x^2$$

$$y = -1,935 + 0,737x + 0,522x^2$$

- Os cultivares Brasil 48 e Clause's Aurélia apresentaram diferenças na acumulação de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio.

- O cultivar Brasil 48 foi mais exigente na acumulação de nitrogênio e potássio do que o cultivar Clause's Aurélia. Este foi mais exigente em cálcio e magnésio.

- Nos últimos vinte dias da cultura foram absorvidos entre 50 e 69% do total acumulado de cada nutriente, para o cultivar Brasil 48, e entre 43 e 65% do total para o cultivar Clause's Aurélia.

- A absorção de nutrientes foi contínua, não sendo atingido ponto de máxima acumulação para nenhum nutriente até a colheita.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. XLIX. CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF MACRO- NUTRIENTS BY LETTUCE PLANTS CV. BRASIL 48 AND CLAUSE'S AURELIA UNDER FIELD CONDITIONS

This paper was carried out in order to determine and analyse the growth rate and the concentration and amount of nutrients required by the lettuce cultivars. Plants from a commercial field were collected at the age of 20, 30, 40, 50, 60 and 70 days old, and the dry matter production, as well as the concentration of N, P, K, Ca, Mg, and S, were determined. Although the growth rate and the nutrient extraction were slow at the beginning, they have increase from the 30th day on and then maintained in a permanently intensive rate, not reaching the point of highest accumulation until the harvest time. The growth was similar for both varieties, being the dry matter production of 12.75 g/pl for Brasil 48 and 12.52 g/pl for Clause's Aurélia. Percentages above 59% of dry and between 43 and 69% of the nutrients were accumulated by both varieties during the 20 days

before harvesting. The amount of nutrients quantitatively accumulated at the end of the period by the two varieties were: Brasil 48 - 469 mg N, 99 mg P, 1,017 mg K, 161 mg Ca, 47 mg Mg, 21 mg S; Clause's Aurélia - 410 mg N, 100 mg P, 759 mg K, 200 mg Ca, 52 mg Mg, 20 mg S. It was observed that one plant of the cultivar Brasil 48 has accumulated 469 mg N, 100 mg P, 1,017 mg K, 161 mg Ca, 47 mg Mg, and 21 mg S, at the harvest time.

LITERATURA CITADA

ADAMS, P.; GRAVES, C.J. e WINDSOR, G.W., 1978. Some responses of lettuce, grown in beds of peat, to nitrogen, potassium and molybdenum. *Journal of Hort. Science* **53**: 275-281.

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D. de e HAAG, H.P., 1971. Nutrição mineral de Hortaliças. XIV. Absorção de Macronutrientes pela Cultura da Alface. *Revista "O Solo"*. Ano LXIII: 7-10.

GARDNER, B.R. e PEW, W.D., 1979. Comparison of various nitrogen sources for the fertilization of winter-grown lettuce. *Journal of American Society of Hort. Science*. **103**: 534-536.

HAMILTON, H.A. e BERNIER, R., 1955. N.P.K. fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot and onion grown on an organic soil in Quebec. *Canadian Journal of Plant Science* **55**: 453-461.

LORENZ, O.A. e MINGES, P.A., 1942. Nutrient Absorption by a Summer Crop of Lettuce in Salinas Valley, California. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **40**: 523-527.

NASHIMOTO, D.K.; FOX, R.L. e PARVIN, P.E., 1977. Response of vegetable crops to phosphorus concentrations in

soil solution. Journal of American Society for Horticultural Science 102: 705-709.

PANDITA, M.L. e ANDREW, W.T., 1967. A correlation between phosphorus content of leaf tissue and days to maturity in tomato and lettuce. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 91: 544-549.

RANZANI, G.; FREIRE, O. e KINJO, T., 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba, Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, 85p.

SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P., 1974. Análises Químicas em plantas. Depto. de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, São Paulo.

ZINK, F.W. e YAMAGUCHI, M., 1962. Studies on the Growth rate and nutrient absorption of head lettuce. Hilgardia 32: 471-500.