

ABSORÇÃO, CONCENTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES
POR DUAS LINHAGENS DE COLZA (*Brassica napus*)
EM FUNÇÃO DA IDADE. I - MACRONUTRIENTES*

M.A.G.S. Casarini**

H.P. Haag***

G.J. Sfredo****

K. Minami*****

RESUMO

Com o objetivo de se estudar a marcha da absorção de macronutrientes pela colza (*Brassica napus*), em função da idade da planta instalou-se um experimento em condições de campo. Determinou-se a curva de crescimento da planta em função da idade, o acúmulo de nutrientes e a

* Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. Entregue para publicação em 13/02/84.

** Engenheiro Agrônomo.

*** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

**** Centro Nacional de Pesquisa de Soja/EMBRAPA, Londrina, PR.

***** Departamento de Agricultura e Horticultura da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

concentração de nutrientes em duas linhagens (1504 e 1530).

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 1980, no solo argiloso Terra Roxa Estruturada, série Luiz de Queiroz.

Após cada amostragem as plantas foram separadas em raiz, caule, folha, flor, vagem e semente e analisadas quimicamente para o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

Nas condições em que o experimento foi conduzido pôde-se concluir que:

- o ponto de máximo desenvolvimento da planta e produção de matéria seca é atingido aos 142 e 179 dias, após a emergência, para as linhagens 1504 e 1530, respectivamente;
- as concentrações dos macronutrientes diminuem com o aumento da quantidade de matéria seca, mostrando o efeito de diluição;
- o acúmulo dos macronutrientes atinge um máximo no fim do florescimento, entre 120 e 139 dias, para as duas linhagens;
- a ordem na absorção de nutrientes é a seguinte:

$$K > N > Ca > S > P > Mg$$

- a ordem de exportação dos nutrientes é

$$K > P > K = Ca > S > Mg$$

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da colza está em fase de estudos e pesquisas, principalmente no Rio Grande do Sul, com a finalidade de substituir grande parte da área ociosa deixada pelo trigo.

É uma cultura de fácil manejo, exigindo os mesmos equipamentos usados para a soja e o trigo.

Em fase de testes com variedades de maior importância, foram obtidos rendimentos entre 1800 e 3000 kg/ha, através da Cooperativa Tritícola de Ijuí (Cotrijuí), no Rio Grande do Sul.

Na literatura, os trabalhos sobre nutrição mineral são poucos e os encontrados referem-se principalmente a trabalhos de outros países.

RADET (1955), em Champagne, na França, encontrou para uma cultivar de outono uma absorção contínua de nitrogênio, fósforo, cálcio e enxofre, durante todo o desenvolvimento da planta.

Segundo Radet (1952) citado por ROLLIER (1970) e RADET (1955), o potássio e o magnésio se encontram na planta em quantidades crescentes até plena floração. Estes resultados também foram encontrados por RADET (1956), STUDER (1969) e LEFÈVRE & LEFÈVRE (1957).

COURPRON et alii (1973), na França, mostram que o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre tiveram absorção contínua até o início da maturação, diminuindo a partir daí até o final da maturação e colheita de grãos.

MAJUMDAR (1965), na Índia, mostra uma absorção total de nitrogênio de 67 kg/ha e fósforo de 16 kg/ha, no final do ciclo.

ROLLIER (1970), na França, encontrou uma absorção total de nitrogênio, fósforo e potássio de 143,0, 13,1 e 38,6 kg/ha, respectivamente.

Conforme vários autores, o nitrogênio é o nutriente mais removido pelas sementes, seguido do enxofre e do fósforo (RADET, 1955; RADET, 1956; COURPRON et alii, 1973; ANDERSON et alii, 1958).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar:

- a) o crescimento das plantas, através da produção de matéria seca, em função da idade da planta;
- b) extração e acúmulo de macronutrientes em função da idade da planta;
- c) exportação de macronutrientes pelas sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes das linhagens de colza (*Brassica napus*) 1504 e 1530, procedentes da Cooperativa Regional Tríticola Serrana, Cotrijuí, do Rio Grande do Sul.

O ensaio foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, no município de Piracicaba, SP.

SETZER (1956) classifica o clima local como mesotérmico a subtropical úmido, com estiagem no inverno. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C.

O solo utilizado é classificado como Terra Roxa Estruturada, série Luiz de Queiroz (RANZANI et alii, 1966) e vem sendo cultivado por anos consecutivos com hortaliças.

Antes do plantio foi retirada uma amostra composta da camada arável, a 20 cm da área experimental, para a análise química dos nutrientes. Os resultados são apresentados a seguir.

pH (H ₂ O 1:2,5)	%C	emg/100 ml TFSA			
		PO ₄ ³⁻ *	K	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Al ³⁺
5,9	3,0	1,0	0,27	13,10	0,00

* miliequivalente/100 g TFSA solúveis em H₂SO₄ 0,05N.

A área total do campo foi dividida em duas parcelas distanciadas de 2,0 m, com separação das linhagens. A área das parcelas foi de 100 m², sendo 5 m de largura e 20 m de comprimento, com 333 plantas em cada parcela.

A semeadura no campo foi feita dia 26 de maio de 1980, com uma densidade de sementes de 0,5 g/m, colocadas em 6 linhas, distanciadas de 1,0 m. A distância entre as plantas foi de 0,30 m, segundo recomendações da Cooperativa Tritícola, no Rio Grande do Sul.

A adubação das parcelas foi feita seguindo as recomendações de FILGUEIRA (1981), para repolho, constante da fórmula 4-16-8, na base de 300 g por metro linear. O nitrogênio em cobertura, na forma de sulfato de amônio foi aplicado na base de 15 g/m linear, dividido em três aplicações, aos 20, 45 e 60 dias após semeadura.

A irrigação das parcelas foi feita durante 40 dias, duas vezes por semana no sulco e nos outros 60 dias, uma vez por semana, segundo FILGUEIRA (1981), recomendando tratos culturais para a couve-flor.

O tratamento fitossanitário inclui três pulverizações preventivas com Endrex² e Dithane M-45³.

Durante o ensaio, com o desenvolvimento da planta foram colhidas amostras em cinco épocas, aos 50, 80, 106, 134 e 168 dias após a emergência. As amostragens foram feitas ao acaso, havendo quatro repetições para cada parcela.

As plantas foram retiradas do solo e levadas ao laboratório, sendo separadas em raiz, folhas, caule, flor, vagens e semente. Após a separação, as partes foram lavadas com água destilada e desmineralizada, segundo SARRUGÉ & HAAG (1974). Depois foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 75°C, determinando-se o peso da matéria seca.

A análise química para macronutrientes foi feita seguindo métodos descritos por SARRUGÉ & HAAG (1974).

Procedeu-se à análise de variâncias e análise de regressão, referentes à produção de matéria seca, concentração e extração dos nutrientes das duas linhagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

O crescimento expresso pelo acúmulo da matéria seca, encontra-se na Tabela, juntamente com a análise estatística.

Sempre se evidencia maior produção de matéria seca pela linhagem 1530, porém, essa diferença só se faz significativa na última amostragem, demonstrando um desenvolvimento mais prolongado dessa linhagem.

A Tabela mostra fases distintas de crescimento de acordo com as diferentes épocas de amostragem. Aos 50 dias após a emergência da planta, o crescimento é pequeno, aumentando aos 80 dias, início do florescimento, porém sem diferença significativa da primeira amostragem aos 50 dias. Essa diferença se faz sentir aos 106 dias, em pleno florescimento com maior acúmulo da matéria seca. Essa etapa é crítica, pois envolve o florescimento e a frutificação.

O ponto de máxima produção de matéria seca é atingido aos 142 e 179 dias, respectivamente, como se observa na Tabela 2 e Figura 1 para as linhagens 1504 e 1530. Os valores encontrados são 76,2, 111,0 g/planta, 2.540 e 3.700 kg/ha.

A partir dos 134 dias, no final do florescimento a linhagem 1504 diminui ligeiramente seu peso em matéria seca e a linhagem 1530 tem um ligeiro aumento na matéria seca que resulta em grande diferença de crescimento entre as duas linhagens, na época da maturação de grãos aos 168 dias.

Tabela 1. Resultados obtidos sobre a produção de matéria seca nas diversas partes da planta para as linhagens 1504 e 1530 em g/planta e kg/ha (33.333 plantas/ha).

Dias após emergência	g/pl		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530
50	6,15Ba*	6,75Ba	205,0	225,0
80	22,92Ba	34,27Ba	764,0	1142,3
106	69,97Aa	78,10Aa	2332,3	2603,3
134	82,10Aa	101,40Aa	2736,6	3380,0
168	66,10Ab	107,90Aa	2203,3	3596,6

dms (Tukey) 5% = 37,92

C.V. = 32,83%

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resultados referentes à época de maior acúmulo de matéria seca nas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima		
	(dias)	(g/pl)	(kg/ha)
1504	142	76,2	2540,0
1530	179	111,0	3700,0

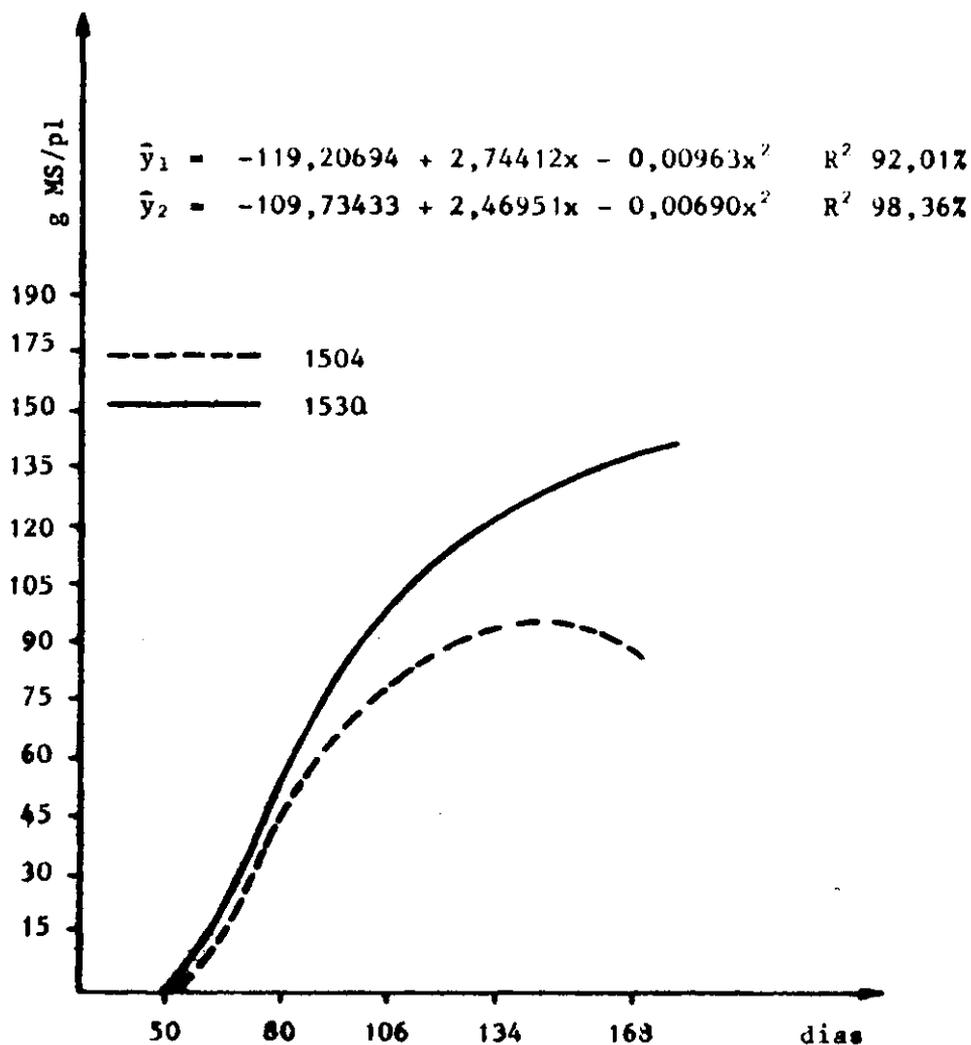


Figura 1. Produção de matéria seca (g/planta), pelas duas linhagens, em função da idade da planta.

O acúmulo crescente de matéria seca total em kg/ha, em função da idade, também foi verificado por BRIOUX (1923), LOUISE & PICARD (1891), PIERRE (1860), RADET (1955) e LEFÈVRE & LEFÈVRE (1957).

Absorção de Macronutrientes

Nitrogênio

Concentração

A Tabela 3 mostra a concentração do nitrogênio em diferentes épocas de amostragem. Quanto maior o crescimento da planta, menor a concentração do nutriente.

HAAG & MINAMI (1982) mostram a diminuição e o aumento da concentração do nitrogênio em couve-flor, cultivar precoce, de acordo com a época de colheita e órgão da planta.

ROLLIER (1970), na França, trabalhando com cultivar de outono, também encontrou menores concentrações com o crescimento da planta.

RACZ et alii (1965) encontrou resultados decrescentes na concentração, de acordo com o aumento da matéria seca da planta, trabalhando com cultivar de verão.

Acúmulo

Os resultados sobre o acúmulo de nitrogênio na planta toda estão expressos nas Tabelas 3 e 4, para as duas linhagens. Não há diferença na quantidade de nitrogênio exigido em todas as épocas de amostragem entre as duas linhagens.

Tabela 3. Concentração e acúmulos totais de nitrogênio pelas linhagens 1504 e 1530, em função da idade, em % mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%		mg/planta		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530	1504	1530
50	3,90	3,89	240,10a	260,40a	8,0	8,7
80	3,33	3,35	775,50Da	1151,90CDa	25,8	38,4
106	2,98	2,85	2106,30Aa	2231,70ABa	70,2	74,4
134	2,36	2,48	1866,90AVa	2496,90Aa	62,2	83,2
168	1,53	1,31	1035,70BCDã	1437,50BCa	34,5	47,9

dms (Tukey) 5% = 924,13

C.V. (%) = 34,40%

* Médias seguidas de letras não comuns, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, representam diferenças significativas ao nível de 5%.

Tabela 4. Resultados referentes à época de maior acúmulo de nitrogênio, pelas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(mg/pl) (kg/ha)
1504	122	1902,8 63,4
1530	125	2332,7 77,7

Evidencia-se através de diferença estatística fases distintas de absorção, inerentes a diferentes épocas de amostragem.

As duas linhagens têm baixa quantidade acumulada de nitrogênio até aos 80 dias, no início do florescimento. A partir desse estágio, o aumento exigido é gradativo, com grande quantidade presente na planta aos 106 dias, em pleno florescimento. A linhagem 1504 tem seu máximo exigido aos 122 dias e a linhagem 1530, aos 125 dias, a partir da emergência, época do final do florescimento.

De acordo com a Tabela 4 e Figura 2, as quantidades máximas encontradas foram de 1.902,8 e 2.332,7 mg/planta, 63,4 e 77,7 kg/ha, para as linhagens 1504 e 1530.

A couve-flor é uma hortaliça com exigência em nitrogênio maior que a colza, contendo ao final de seu ciclo, aos 96 dias a quantidade máxima de 2.760,6 mg/planta equivalente a 68,0 kg/ha do elemento. Para essa cultura, a seqüência de aproveitamento do nitrogênio se faz de uma maneira diferente, com lento desenvolvimento e lenta exigência nutricional até aos 36 dias, aumentando acentuadamente aos 76 dias na época da formação da "cabeça", porém, sem diminuição posterior, mas com aumento contínuo de absorção até o fim do ciclo aos 96 dias (HAAG & MINAMI, 1982).

É difícil comparar os dados de acúmulo de nitrogênio e outros nutrientes, em kg/ha, de experimentos realizados no Brasil, com dados de experimentos feitos no exterior. Isso ocorre, devido ao fato de o ciclo da cultura em outros países ser mais longo, chegando até 10 meses, enquanto no Brasil chega até 6 meses. A resposta dos nutrientes absorvidos muitas vezes é a mesma, havendo um aumento gradativo da quantidade presente na planta, atingindo-se um ponto de máximo acúmulo com posterior diminuição do nutriente absorvido.

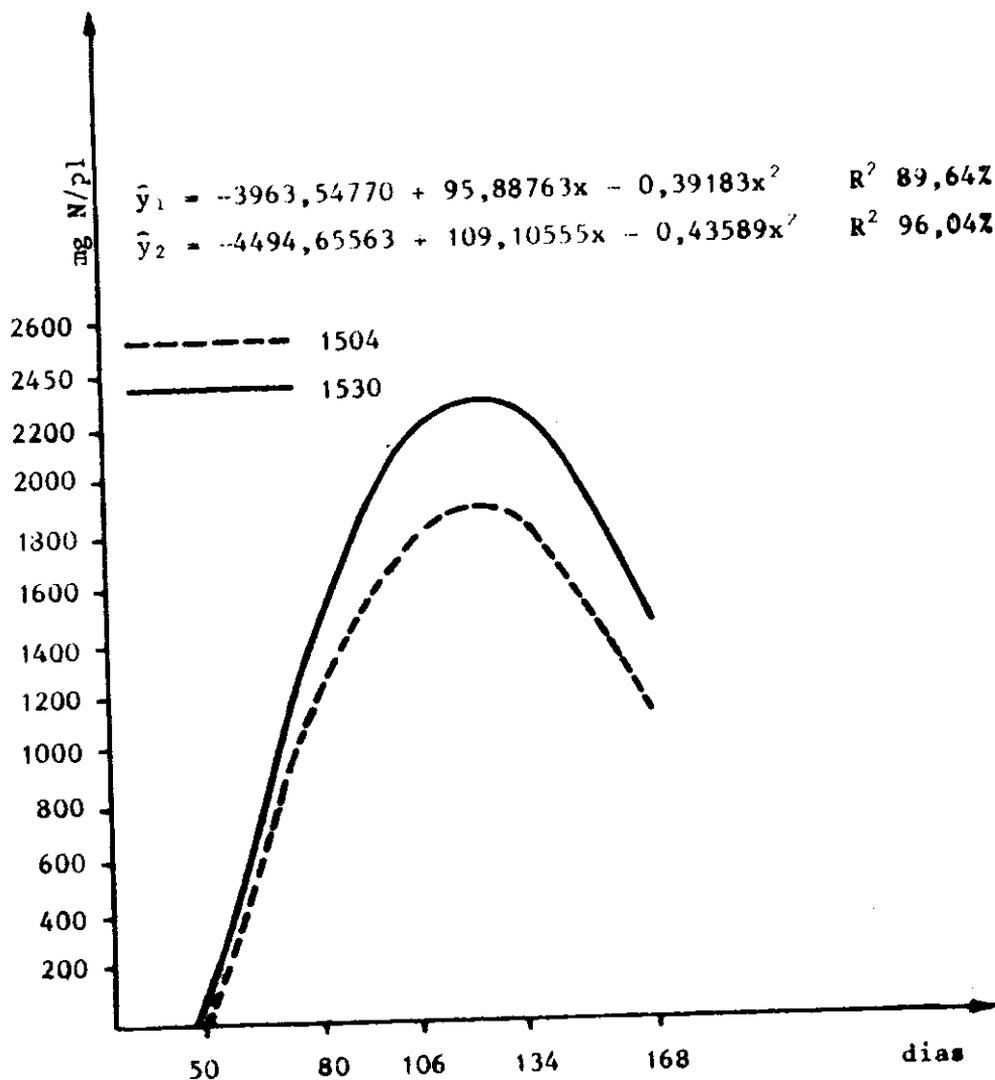


Figura 2. Acúmulo de nitrogênio (mg/planta), em função da idade da planta.

Para BRIOUX (1923) o conteúdo máximo está entre 180 e 210 dias, início do florescimento.

Para ROLLIER & FERRIF (1969), PIERRE (1860), Radet (1952), citado por ROLLIER (1970) e LEON *et alii* (1978) esse máximo é atingido entre 210 e 240 dias, em pleno florescimento.

Para RACZ *et alii* (1965) há absorção contínua do nitrogênio até o fim do ciclo.

De acordo com a Figura 2 e a Tabela 4, verifica-se que o máximo do nitrogênio na planta ocorre próximo a 120 dias, no final do florescimento, com diminuição posterior. Isso equivale a uma menor quantidade de nitrogênio na planta, no presente trabalho, em relação a outros países.

Fósforo

Concentração

A concentração do fósforo é apontada na Tabela 5. À medida que são feitas as amostragens, os valores de concentração diminuem, dado o efeito de diluição do nutriente na planta, pelo aumento da matéria seca.

HAAG & MINAMI (1982) encontraram concentrações variáveis de fósforo na couve-flor, cultivar Piracicaba precoce e repolho, cultivar Shikidore, de acordo com a época de colheita e órgão da planta.

SCHULTZ (1972), RACZ *et alii* (1965) e ANDERSON *et alii* (1958), também constataram a mesma diminuição nas concentrações de fósforo, com o tempo.

Acúmulo

Os resultados sobre o acúmulo de fósforo pela planta toda estão nas Tabelas 5 e 6.

Nota-se maior exigência em fósforo da linhagem 1530 aos 80, 134 e 168 dias de amostragens, havendo valores mais elevados desse elemento na planta nessas épocas.

A linhagem 1504 tem baixo acúmulo até os 80 dias, início do florescimento, aumentando depois até os 106 dias, em pleno florescimento, tendo alta exigência, nesse período. O máximo acumulado pela planta ocorre aos 124 dias, no fim do florescimento.

A linhagem 1503 tem baixa absorção até os 50 dias, no início do período vegetativo, aumentando depois até os 80 dias, no início do florescimento, chegando nesse período a quantidades maiores significativamente em relação à outra linhagem, demonstrando maior exigência desse nutriente. Esse aumento continua até os 106 dias, em pleno florescimento. O máximo exigido pela planta se dá aos 127 dias, no fim do florescimento. As quantidades encontradas nesse período foram: 205,1, 274,3 mg/planta, 6,8 e 9,1 kg/ha para as linhagens 1504 e 1530. Isso é encontrado na Tabela 6 e Figura 3.

A quantidade de fósforo extraída pela couve-flor, cultivar Piracicaba precoce, é maior (345,2 mg/planta e 8,6 kg/ha), aos 96 dias, no final do seu ciclo, bem como, pelo repolho, cultivar Shikidore, aos 105 dias (1.334,0 mg/planta e 17,4 kg/ha). A couve-flor também tem o fósforo como o menos exigido dos macronutrientes, porém, o repolho o tem como o quarto nutriente mais exigido, depois do potássio, nitrogênio e cálcio, segundo HAAG & MINAMI (1982).

PIERRE (1860), LOUISE & PICARD (1981) e RACZ et alii (1965) encontraram absorção contínua até a maturação dos grãos.

Tabela 5. Concentração e acúmulos totais de fósforo pelas linhagens 1504 e 1530, em função da idade em %, mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%			mg/planta			kg/ha		
	1504	1530	1504	1530	1504	1530	1504	1530	
50	0,50	0,53	30,7Ca*	36,4Da	1,0	1,2			
80	0,28	0,42	66,0BCb	142,0Ca	2,2	4,7			
106	0,31	0,30	220,4Aa	236,0ABa	7,3	7,9			
134	0,27	0,31	220,1Ab	314,8Aa	7,3	10,5			
168	0,17	0,17	110,7BCb	177,0BCa	3,7	5,9			

dms (Tukey) 5% = 92,40

C.V. = 30,3%

* Médias seguidas de letras não comuns, maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha, representa diferenças significativas ao nível de 5%.

Tabela 6. Resultados referentes à época de maior acúmulo de fósforo, pelas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(mg/pl) (kg/ha)
1504	124	205,1 6,8
1530	127	274,3 9,1

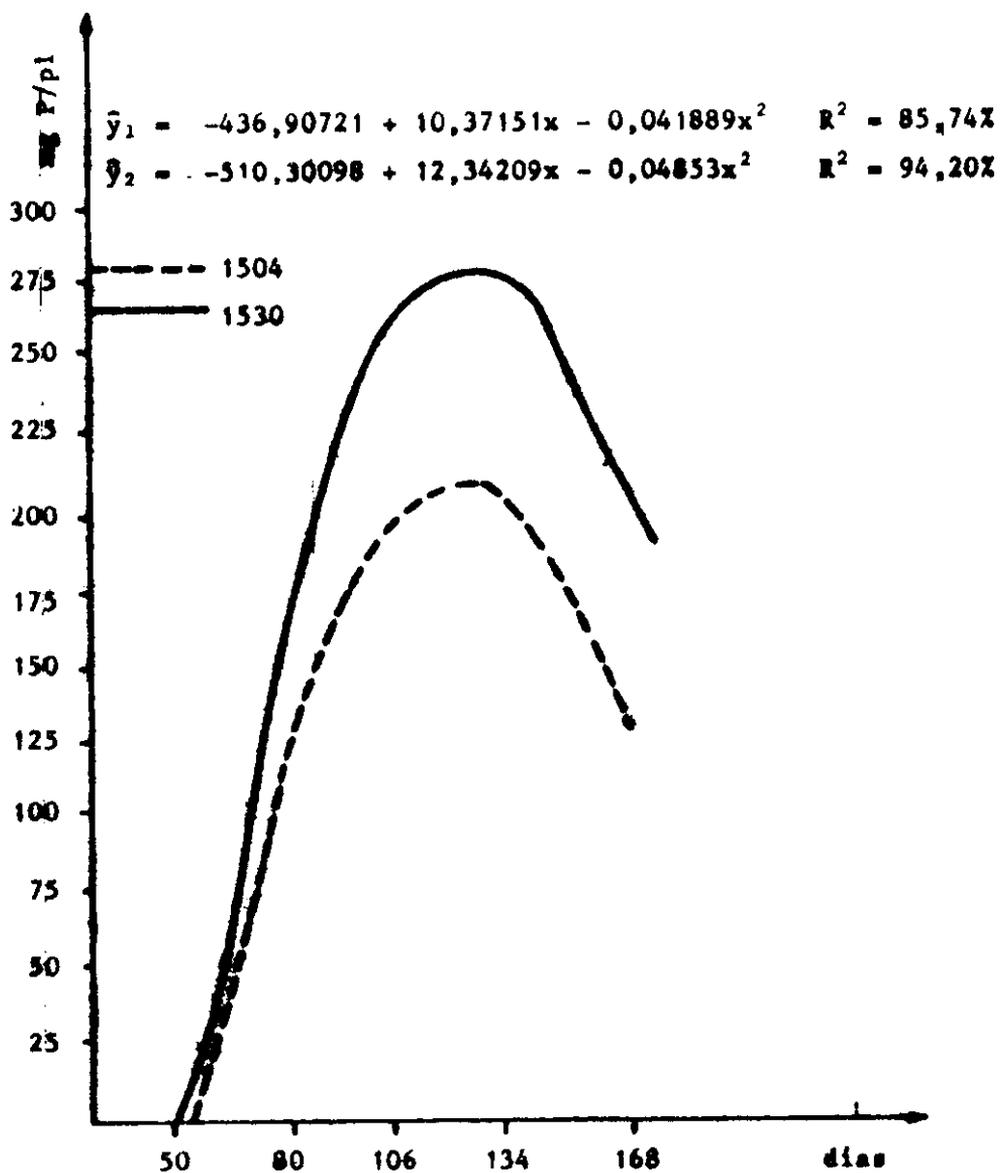


Figura 3. Acúmulo de fósforo (mg/planta), em função da idade da planta.

COURPRON et alii (1973) e LEFÈVRE & LEFÈVRE (1957) acusam quantidades elevadas do elemento na planta até 9-10 meses, no início da maturação, com diminuição posterior.

Esses dados discordam dos resultados encontrados no presente trabalho.

Potássio

Concentração

A concentração do potássio na planta é menor com o seu crescimento e com o aumento da matéria seca produzida. Os dados são mostrados na Tabela 7.

Dados aproximados são apresentados por SCHULTZ (1972), ROLLIER (1970) e LEFÈVRE & LEFÈVRE (1975) havendo concentração mais elevada no início do desenvolvimento da planta e menor no fim do seu desenvolvimento.

Acúmulo

Não é notada diferença no acúmulo de potássio entre as duas linhagens, em todas as épocas de amostragem. A linhagem 1504 apresenta baixa absorção de potássio até aos 80 dias, início do florescimento, aumentando até aos 127 dias, no final do florescimento.

A linhagem 1530 apresenta um aumento na quantidade de potássio absorvido a partir dos 50 dias, no início do desenvolvimento vegetativo, havendo exigência crescente até os 106 dias, em pleno florescimento, chegando a um máximo aos 127 dias, no fim do florescimento (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. Concentração e acúmulos totais de potássio pelas linhagens 1504 e 1530, em função da idade em %, mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%		mg/planta		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530	1504	1530
50	6,50	7,31	393,0Ca*	494,9Ba	13,1	16,5
80	5,76	6,15	1310,2BCa	2103,8Aa	43,7	70,1
106	5,28	4,34	3676,5Aa	3431,9Aa	122,5	114,4
134	3,32	3,10	2658,9ABa	3125,2Aa	88,6	104,2
168	3,45	2,33	2264,7Ba	2543,5Aa	75,5	84,8

dms (Tukey) 5% = 1374,6

C.V. = 31,75%

* Médias seguidas de letras não comuns, maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha, representam diferenças significativas ao nível de 5%.

Tabela 8. Resultados referentes à época de maior acúmulo de potássio, pelas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(mg/pl) (kg/ha)
1504	127	3115,0 103,8
1530	127	3423,6 114,1

Em mg/pl e kg/ha, os valores máximos acumulados são 3.115,0, 3.423,6 e 103,8 e 114,1 para as linhagens 1504 e 1530, respectivamente, como nos expõe a Figura 4.

Para HAAG & MINAMI (1982), a couve-flor, cultivar Piracicaba precoce e o repolho, cultivar Shikidore também extraem maior quantidade do potássio em relação aos outros elementos. Na colza, o potássio é o nutriente mais extraído, equivalente à quantidade extraída pela couve-flor e menor que a quantidade extraída pelo repolho. Na couve-flor encontrou-se 3.067,7 mg/planta e 76,7 kg/ha aos 96 dias, época de maior absorção. No repolho, 6.142,0 mg/planta e 96,0 kg/ha aos 105 dias.

Os dados obtidos são semelhantes aos encontrados por Radet (1952), citado por ROLLIER (1970) e RADET (1955). A absorção é contínua até 210 a 240 dias, em pleno florescimento, com diminuição posterior. Porém, RACZ et alii (1965) encontrou absorção contínua do potássio até o fim da maturação.

Cálcio

Concentração

A Tabela 9 apresenta a concentração do cálcio na planta toda, em diversas fases do ciclo da cultura. A concentração decresce com o aumento da matéria seca, sendo semelhante nas duas linhagens.

HAAG & MINAMI (1982) encontraram concentrações diferentes, de acordo com o desenvolvimento da cultura e órgão analisado, podendo ser maior ou menor, quando trabalharam com couve-flor, cultivar Piracicaba precoce e repolho, cultivar Shikidore.

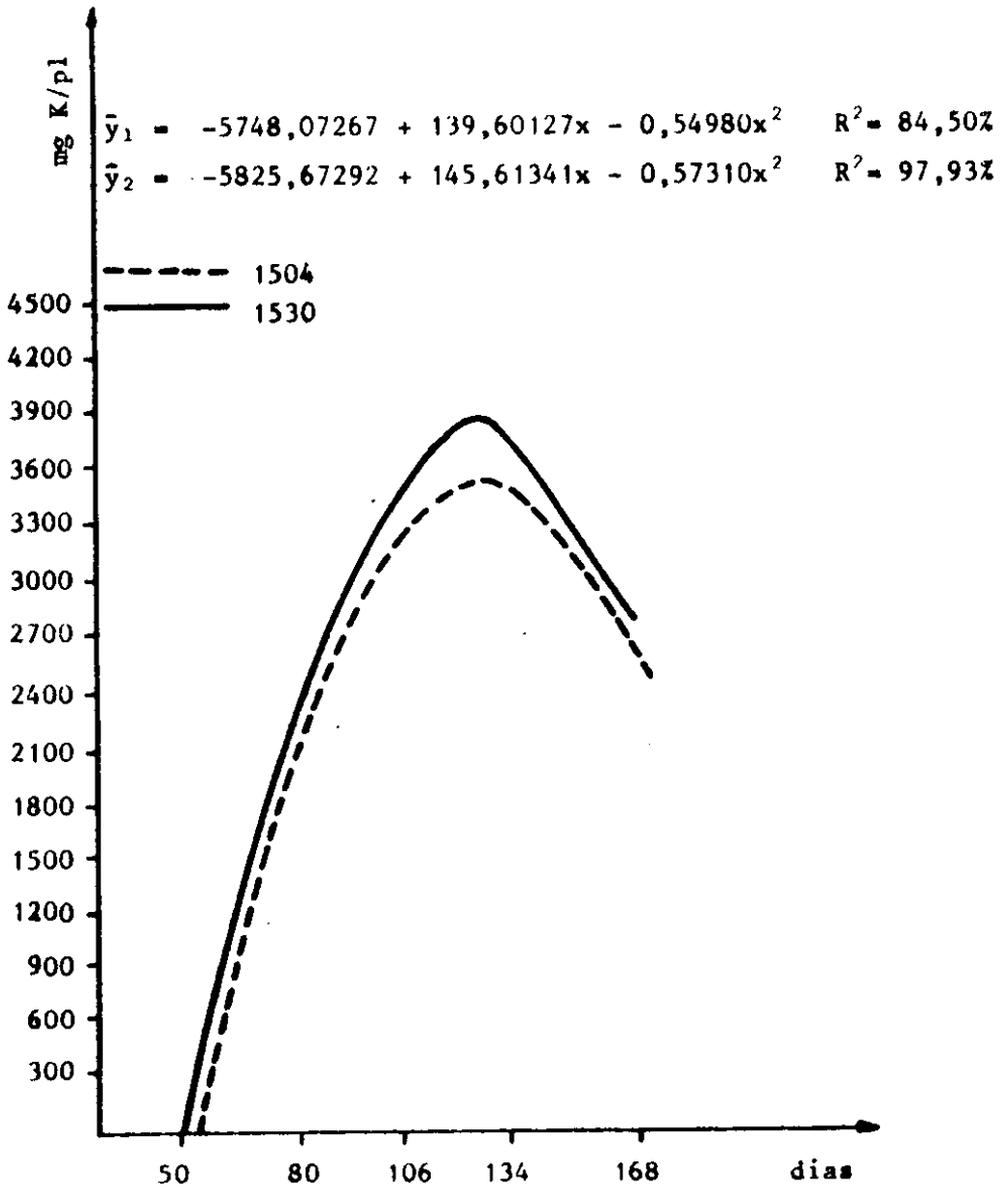


Figura 4. Acúmulo de potássio (mg/planta), em função da idade da planta.

LOUISE & PICARD (1981) e ANDERSON et alii (1958) também encontraram uma diminuição na concentração do cálcio, em relação às épocas de amostragem.

Acúmulo

As Tabelas 9 e 10 apresentam os dados de acúmulo de cálcio na planta.

As linhagens 1504 e 1530 diferem entre si em relação à quantidade de cálcio na planta, apenas na última amostragem, onde o elemento se encontra em maior acúmulo na segunda linhagem.

O conteúdo do nutriente na linhagem 1504 é baixo até os 80 dias, no início do florescimento, aumentando a partir daí, sendo significativo aos 106 dias, em pleno florescimento e atingindo um máximo aos 123 dias, no fim do florescimento.

A linhagem 1530 tem baixa absorção até os 50 dias, início do desenvolvimento vegetativo, aumentando a partir daí, com alta quantidade absorvida aos 106 dias, em pleno florescimento chegando a um máximo aos 131 dias, no fim do florescimento.

As quantidades de cálcio acumuladas na planta para as duas linhagens são de 925,7, 1.124,6 mg/planta, 30,8 e 37,5 kg/ha, como se observa na Tabela 10 e Figura 5.

Para HAAG & MINAMI (1982) a couve-flor e o repolho também acumulam o cálcio, depois do nitrogênio e potássio. A quantidade encontrada na couve-flor é semelhante à quantidade encontrada na colza. O total acumulado na couve-flor após 96 dias, no fim do ciclo foi de 1.018,9 mg/planta e 25,48 kg/ha. O total acumulado pelo repolho, após 105 dias, no final do seu ciclo foi de 2.189,0 mg/planta e 40 kg/ha, demonstrando ser este mais exigente em cálcio que o couve-flor e a colza.

Tabela 9. Concentração e acúmulo totais de cálcio pelas linhagens 1504 e 1530, em função da idade em %, mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%		mg/planta		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530	1504	1530
50	2,72	2,46	167,6Da*	165,Ca	5,6	5,5
80	1,71	1,79	390,CDa	612,3BCa	13,0	20,4
106	1,43	1,32	1013,6Aa	1034,2ABa	33,8	34,5
134	1,15	1,10	906,4ABa	1152,0Aa	30,2	38,4
168	0,82	0,81	527,3BCDb	871,0ABa	17,6	29,0

dms (Tukey) 5% = 486,0

C.V. = 36,43%

* Médias seguidas de letras não comuns, maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha, representam diferenças significativas ao nível de 5%.

Tabela 10. Resultados referentes à época de maior acúmulo de cálcio, pelas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(mg/pl) (kg/ha)
1504	123	925,7 30,8
1530	131	1124,6 37,5

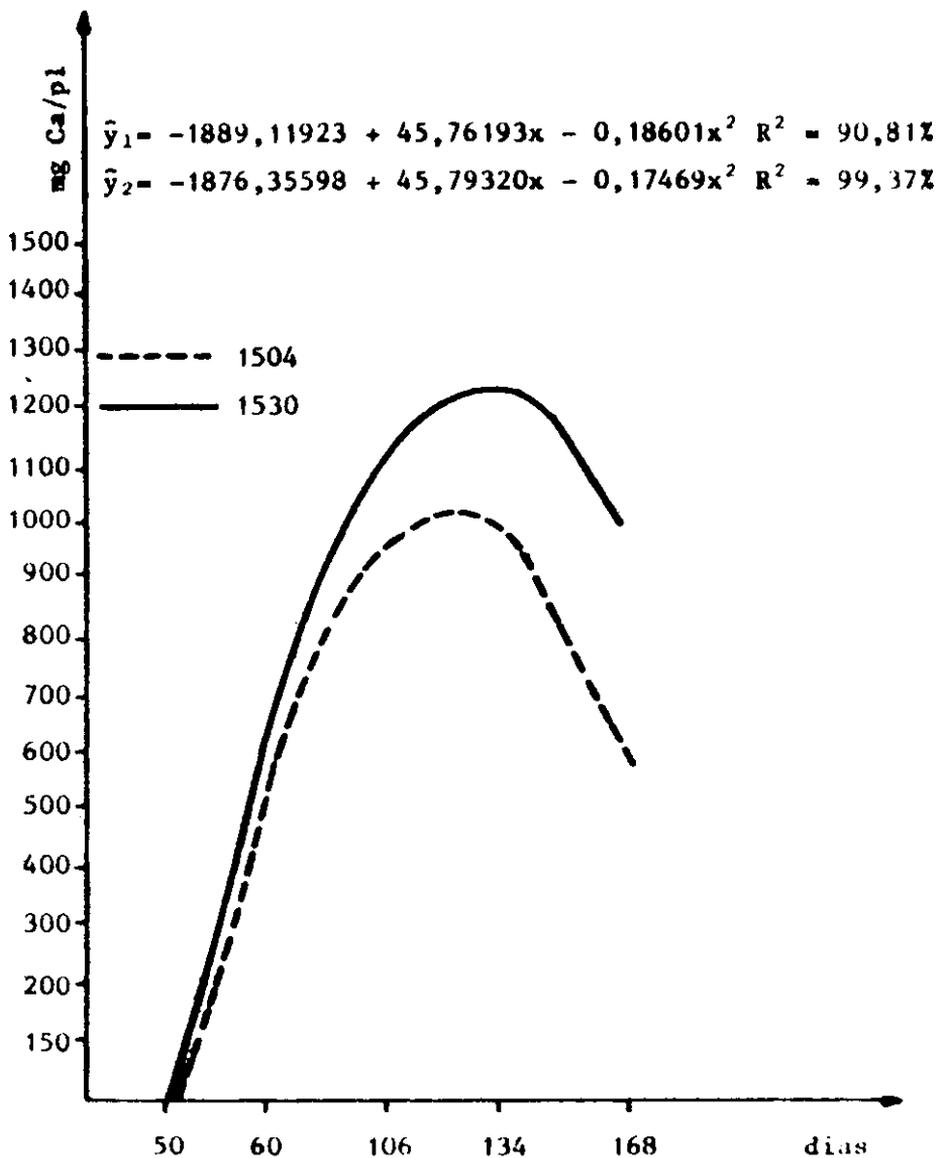


Figura 5. Acúmulo de cálcio (mg/planta), em função da idade da planta.

Os dados de ANDERSON et alii (1958) concordam com os resultados encontrados no presente trabalho, havendo um máximo absorvido no fim do florescimento.

Os dados de ROLLIER (1970) são discordantes quanto à extração do nutriente, ocorrendo o ponto de máxima absorção, no início da maturação.

COURPRON et alii (1973) também discordam verificando a absorção até pleno florescimento, com posterior diminuição, seguida de novo aumento na quantidade até o início da maturação.

Magnésio

Concentração

Nota-se para as duas linhagens diminuição na concentração, com as épocas das amostragens. A Tabela II expõe as diferentes concentrações do magnésio na planta. Nota-se que há um decréscimo nas concentrações à medida que a planta cresce, evidenciando o fenômeno da diluição.

Fenômeno idêntico é verificado por HAAG & MINAMI (1982) em couve-flor e repolho, cultivar Piracicaba precoce e Shikidore.

Trabalhando com colza de inverno, ANDERSON et alii (1958) na Dinamarca, chegaram a respostas comuns encontrando diminuição do magnésio na planta com o aumento do seu desenvolvimento vegetativo. O mesmo foi verificado por SCHULTZ (1972), na Suécia, trabalhando com colza de outono.

Acúmulo

As quantidades de magnésio acumuladas pela planta podem ser vistas pelos dados das Tabelas 11 e 12.

Não há diferença na extração do nutriente entre as duas linhagens em qualquer época amostrada.

Encontrou-se baixo conteúdo do nutriente até os 80 dias, início do florescimento na linhagem 1504, aumentando a partir dessa fase, chegando a quantidades maiores aos 106 dias, em pleno florescimento.

O máximo de magnésio acumulado na planta toda é atingido aos 120 dias, no fim do florescimento.

As quantidades máximas acumuladas aos 120 dias, para as linhagens 1504 e 1530 são de 215,1, 244,1 mg/pl, 7,2 e 8,1 kg/ha (Figura 6).

Comparativamente, a absorção do magnésio pela couve-flor e repolho foi semelhante à encontrada por HAAG & MINAMI (1982). O nutriente é tão pouco acumulado quanto o fósforo. As quantidades de magnésio encontradas por esses autores, no fim do ciclo da couve-flor, aos 96 dias são de 438,9 mg/planta e 10,9 kg/ha. A exigência do repolho é bastante baixa também sendo o nutriente menos encontrado, após todo o seu ciclo, junto com o enxofre. Porém, as duas hortaliças são mais exigentes em magnésio em relação à colza.

Os dados concordam com ANDERSON et alii (1958) havendo acúmulo crescente do magnésio até o final do florescimento.

A absorção do elemento é contínua e crescente até o fim da maturação dos grãos, segundo LOUISE & PICARD (1981) e RADET (1956).

Tabela 11. Concentração e acúmulo totais de magnésio nas linhagens 1504 e 1530, em função da idade em %, mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%		mg/planta		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530	1504	1530
50	0,65	0,65	40,2Ca	44,40a	1,3	1,5
80	0,44	0,41	100,68Ca	141,18Ca	3,3	4,7
106	0,33	0,28	231,1Aa	224,18Aa	7,7	7,5
134	0,26	0,25	211,9Aa	263,9Aa	7,1	8,8
168	0,15	0,10	101,38Ca	113,8CDa	3,4	3,8

dms (Tukey) 5% = 93,6

C.V. = 32,89%

Tabela 12. Resultados referentes à época de maior acúmulo de magnésio, pelas linhagens 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(mg/pl) (kg/ha)
1504	120	215,1 7,2
1530	120	244,1 8,1

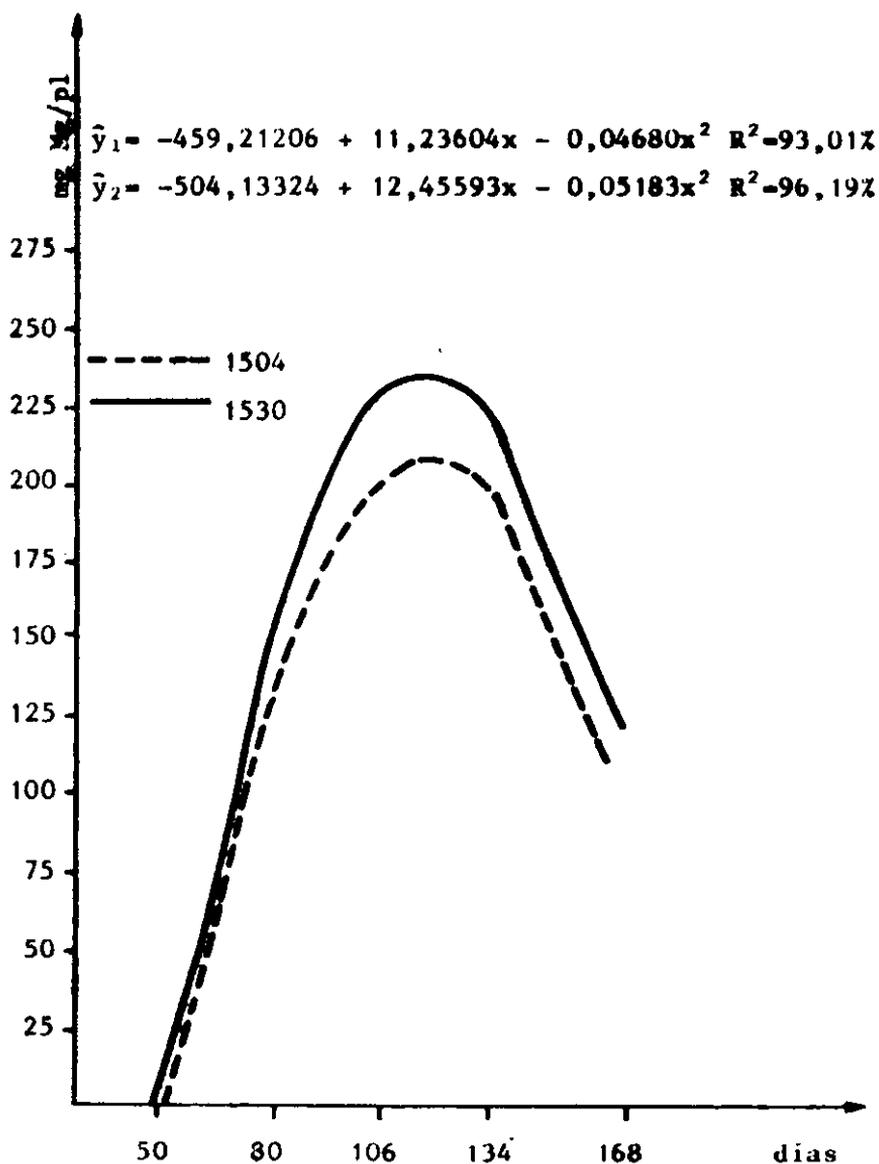


Figura 6. Acúmulo de magnésio (mg/planta), em função da idade da planta.

Enxofre

Concentração

A Tabela 13 apresenta a concentração de enxofre na planta. Há uma aparente diminuição da concentração do nutriente, com o tempo. Isso pode ser explicado pelo efeito de diluição, relativo ao constante crescimento da planta e aumento da matéria seca.

O mesmo se verificou com outras culturas como apontam HAAG & MINAMI (1982), em couve-flor, cultivar Piracaba precoce e repolho, cultivar Shikidore. As concentrações variam com as partes da planta e épocas de amostragem.

Radet (1955) e Walker et alii (1954), citados por HOLMES (1980), encontraram o mesmo resultado.

Acúmulo

Através do exame das Tabelas 13 e 14, pode-se saber as quantidades necessárias de enxofre, para a colza, em diversas fases do seu desenvolvimento.

A diferença entre as duas linhagens se faz apenas na última amostragem, onde se encontra maior acúmulo de enxofre na linhagem 1530.

A linhagem 1504 tem baixa absorção de enxofre até os 80 dias do seu desenvolvimento, no início do florescimento, chegando a quantidades maiores aos 106 dias, em pleno florescimento, com o máximo acúmulo aos 122 dias, no final do florescimento. A partir dessa fase há menor quantidade do nutriente, pela senescência e queda das folhas.

Tabela 13. Concentração e acúmulo totais de enxofre nas 1inhagens 1504 e 1530, em função da idade, em %, mg/planta e kg/ha (média de 4 repetições).

Dias após emergência	%		mg/pl		kg/ha	
	1504	1530	1504	1530	1504	1530
50	0,83	0,83	50,8Ca	56,1Ba	1,7	1,8
80	0,71	0,77	160,4BCa	265,6Aa	5,3	8,8
106	0,54	0,44	377,2Aa	346,8Aa	12,6	11,5
134	0,37	0,39	304,2ABa	399,1Aa	10,1	13,3
168	0,31	0,29	200,8BCb	311,5Aa	6,7	10,4

dms (Tukey) % = 152,07

C.V. = 31,35%

Tabela 14. Resultados referentes à época de maior acúmulo de enxofre pelas linhas 1504 e 1530.

Linhagem	Ponto de máxima	
	(dias)	(kg/ha)
1504	122	335,6
1530	130	398,5

A linhagem 1530 apresenta baixo conteúdo do elemento até os 50 dias no período vegetativo e alta quantidade absorvida aos 106 dias, em pleno florescimento, chegando a um máximo acúmulo aos 130 dias, no final do florescimento.

As linhagens 1504 e 1530 tiveram no período máximo de absorção 335,6 e 398,5 mg/planta e 11,2 e 13,3 kg/ha de enxofre, respectivamente (Figura 7).

A extração pela couve-flor aos 96 dias é de 839,4 mg/planta e 20,9 kg/ha, enquanto o repolho aos 105 dias retira 806 mg/planta e 16,8 kg/ha. Ambos são mais exigentes no nutriente que a colza.

O comportamento da couve-flor é o mesmo que a colza, do ponto de vista de preferência de absorção, estando o enxofre em quarto lugar, enquanto que o repolho absorve menos enxofre, em quantidades equivalentes ao magnésio (HAAG & MINAMI, 1982).

Resultados bem diferentes são apontados por COURPRON et alii (1973) e ROLLIER & FERRIF (1969). As quantidades acumuladas apresentam um máximo no início da maturação.

Hã maiores diferenças nos dados de STUDER (1969) e BRIOUX (1923), onde a extração se faz de uma maneira contínua até a colheita.

Exportação de Macronutrientes pela Colza

A Tabela 15 aponta a extração máxima, exportação e porcentagem exportada de macronutrientes, em relação ao máximo acumulado pela planta.

A exportação pelas sementes em kg/ha é maior na linhagem 1530, porém, em relação à mesma quantidade de se-

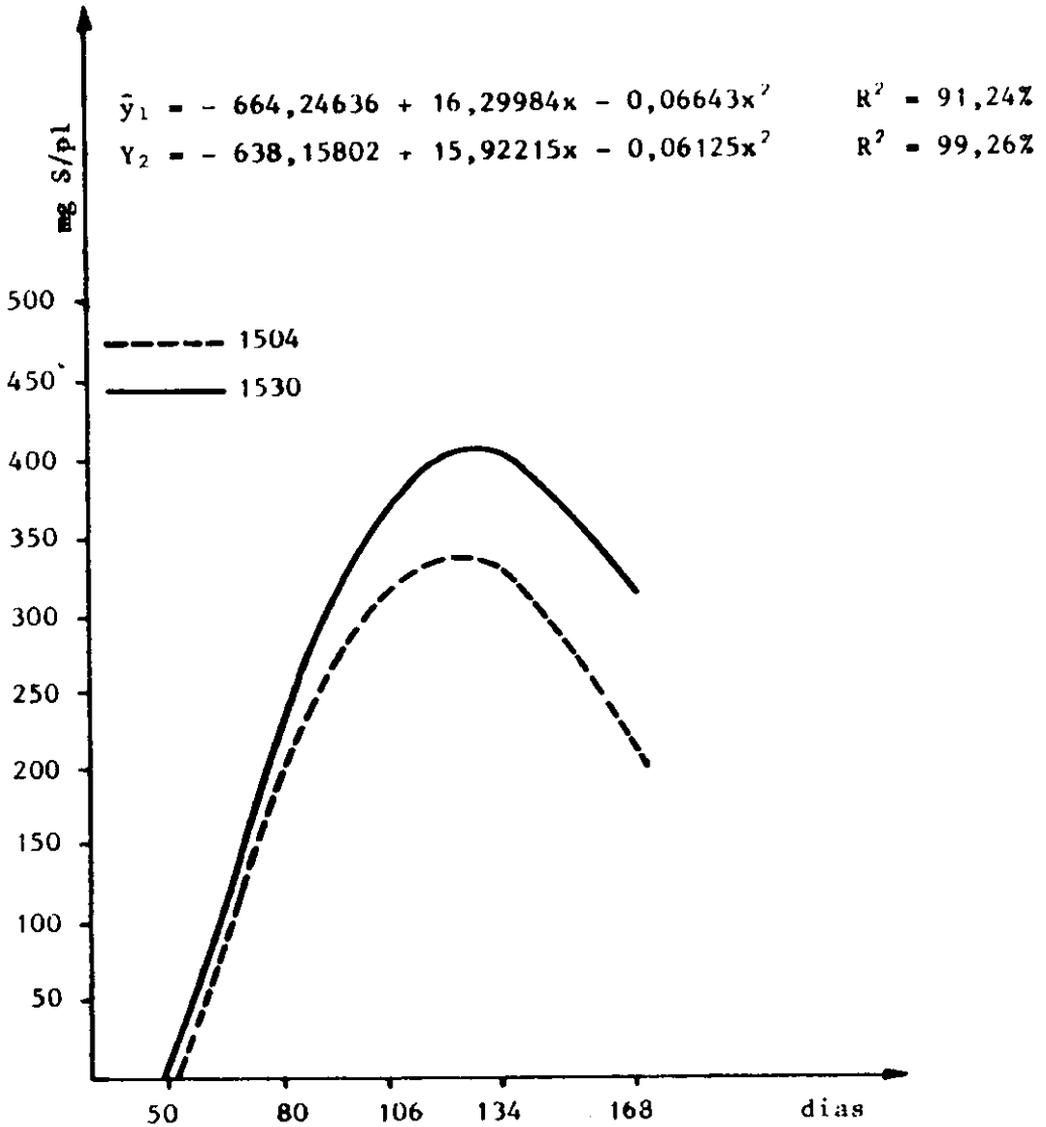


Figura 7. Acúmulo de enxofre (mg/planta), em função da idade da planta.

Tabela 15. Extração, exportação e porcentagem de macronutrientes, contidos nas linhagens 1504 e 1530.

Nutrientes	Linhagem 1504			Linhagem 1530				
	Acúmulo máximo/exportação pelos grãos		t	Acúmulo máximo/exportação pelos grãos		t		
	Ext./ha	Exp./ha		%	Ext./ha		Exp./ha	
N	63,4kg	6,3kg	9,9	45,1kg	77,7kg	18,5kg	23,8	46,1kg
P	6,8	1,1	16,5	7,3	9,1	3,1	34,4	7,7
K	103,8	1,0	0,9	6,3	114,1	2,6	2,3	6,5
Ca	30,8	0,9	2,9	6,5	37,5	2,2	5,9	5,4
Mg	7,2	0,5	7,0	3,2	8,1	1,4	15,3	3,4
S	11,2	0,7	6,4	4,8	13,2	1,8	13,8	4,5

mente produzida, por exemplo, para uma tonelada, essa diferença é muito pequena. Isso é explicado pelo maior crescimento da planta e maior quantidade de sementes produzidas pela linhagem 1530.

A exportação dos macronutrientes por tonelada de semente segue a seguinte ordem, para as duas linhagens: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e magnésio. COURPRON et alii (1973) encontraram ordem diferente de extração onde os mais extraídos são nitrogênio e enxofre e os menos extraídos são magnésio e fósforo. ANDERSON et alii (1958) concordam com os resultados do trabalho em questão, encontrando a mesma seqüência na extração de nutrientes.

A porcentagem de extração pelas sementes, em relação ao acúmulo máximo de macronutrientes é maior para o fósforo, nitrogênio, magnésio, enxofre, cálcio e potássio para as duas linhagens.

Tendo em vista a maior exportação de nutrientes em relação ao máximo absorvido pela cultura, pode-se dizer que o nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre são os nutrientes que menos retornam ao solo, devendo ser mais adicionados a este para suprir a exigência da planta, em relação ao potássio, cálcio e enxofre que são pouco exportados com a colheita.

CONCLUSÕES

Na época de máximo crescimento da planta, encontrou-se 2.540,0 e 3.700,0 kg/ha de matéria seca para as linhagens 1504 e 1530.

A concentração dos macronutrientes diminuiu com a idade da planta sem variação entre as linhagens.

Os macronutrientes encontrados em maior concentração são em ordem decrescente: potássio, nitrogênio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo.

O período de máxima extração de nutriente é aos 120 dias e 139 dias.

As quantidades máximas de macronutrientes acumuladas na planta toda, obedecem à seguinte ordem:

$$K > N > Ca > S > Mg = P$$

para ambas as cultivares.

As quantidades de macronutrientes exportadas através da colheita correspondem em ordem decrescente a:

$$N > P > Ca = K > S > Mg$$

para as duas cultivares.

SUMMARY

ABSORPTION, CONCENTRATION AND EXPORT OF NUTRIENTS FOR TWO STRAINS OF RAPE PLANTS (*Brassica napus*) IN FUNCTION OF THE AGE

With the objective to study the course of absorption of the macronutrients by rape (*Brassica napus*) in function of the age of the plant, it was installed experiment in the experimental field of the Department of Agriculture and Horticulture of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, in Piracicaba, SP.

It was determined the curve of growth of the plant in function of the age, the increase, the concentration and the export of nutrients in the strains 1504 and 1530.

The experiment was lead in the agricultural year of 1980, in conditions of field, in Terra Roxa Estrutura da soil.

After each sample the plants were separated in roots, stalk, leaf, flowers, pods and seeds and analyzed for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur.

The authors concluded:

- a) the maximum point of development of the plant and production of dry matter is reached to 142 and 179 days after the emergence, for the strains 1504 and 1530, respectively;
- b) the concentrations of the macronutrients reduce with the increase of the amount of dry matter, showing one dilution effect;
- c) the increase of the macronutrients maximum increase reached in the end of flowering between 120 and 139 days, for the two strains.

The order of absorption of nutrients is the following:

$$K > N > Cu > S > P > Mg.$$

The order of export of the nutrients by the grains is:

$$N > P > K = Ca > S > Mg.$$

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, G.; OLERED, R.; OLSSON, G., 1958. The uptake of nutrients by winter rape. *Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau*, Svalöf, 107: 171-9.
- BRIOUX, C., 1923. Progression of the uptake of fertilizer nutrients in winter rape. *Annales de la Science Agronomique Française Etrangère*, 1: 21.
- COURPRON, C.; MENET, M.; PELABON, E., 1973. Fertilizing winter colza on sandy soils of the Landes de Gascogne. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*, 59: 194-205.
- FILGUEIRA, F.A.R., 1981. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. 2ª ed., São Paulo. Agronômica Ceres. V. 1, 338 p.
- HAAG, H.P.; MINAMI, K., 1982. *Nutrição mineral em hortaliças*. Campinas. Fundação Cargill. 631 p.
- HOLMES, M.R.J., 1980. *Nutrition of the oilseed rape crop*. London, Applied Science Publisher Ltd. 158 p.
- LEFÈVRE, G.; LEFÈVRE, P., 1957. Observations on the uptake of nutrients by winter rape. *Annales Agronomiques*, Amiens, Série A, 8: 125-44.
- LEON, M.; GARCIA, R.R.; GONZALEZ, P.; INSUA, F.; ALCÁNTARA, A., 1978. *La colza oleaginosa*. Madrid, INIA, Departamento Nacional de Plantas Oleaginosas. 20 p. Andalucía (INIA Hoyas Divulgadoras, 17).
- LOUISE, M.E.; PICARD, M.E., 1981. The cultivation of rape. *Annales Agronomiques*, Caen, 210-23.
- MAJUNDAR, D.K., 1965. Uptake of nitrogen and phosphate, seed sizes and response curves in rape seed. *Indian Oilseeds Journal*, New Delhi, 9: 266-73.

- PIERRE, I., 1860. Studies on winter rape in relation to different organs and stages of growth. **Annales de Chimie et de Physique, Caen, 60:** 129-97.
- RACZ, G.P.; WEBBER, M.D.; SOPER, R.J.; HEDLIN, R.A., 1965. Phosphorus and nitrogen utilization by rape, flax and wheat. **Agronomy Journal, Manitoba, 57:** 335-7.
- RADET, E., 1955. Fertilizing winter rape in Champagne. **Annales Agronomiques, Champagne, Série A, 5:** 922-35.
- RADET, E., 1956. Fertilization of winter rape in the Marne in 1955. **Annales Agronomiques, Marne, Série A, 6:** 1078-88.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T., 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos, Piracicaba. **ESALQ/USP, 85 p.**
- ROLLIER, M.; FERRIF, J.P., 1969. Rape and sulphur. **Oleagineux, 24:** 491-6.
- ROLLIER, M., 1970. Rapessed and nitrogen. **Oleagineux, Versailles, 25:** 91-6.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, **ESALQ/USP, 56 p.**
- SCHULTZ, J.E.R., 1972. Investigations on the seasonal changes in dry matter production and uptake of mineral elements in winter rape (*Brassica napus*). **Tidsskrift for Planteaul, Aarslev, 76:** 415-35.
- SETZER, J., 1956. **Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo.** São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 239 p.
- STUDER, R., 1969. Note sur les besoins et les exportations en Azote, Acide phosphorique, Potasse et Soufre du Colza. D'hiver em Champagne Berrichonne. **Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France, Champagne, 55:** 278-82.