

FL  
00194

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO  
BIBLIOTECA

CURSO DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS IRRIGADAS

EMBRAPA/CPATSA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido

Ademar Virgolino da Silva Filho  
Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Distrito de Irrigação Sen.  
Nilo Coelho

Nutrição e adubação das ...  
1992 FL-PP-00194  
  
CPATSA-41472-1

Petrolina, 23 a 27 de novembro de 1992.

EMBRAPA 23 a 27 de novembro de 1992.

CURSO: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DAS HORTALIÇAS.

INSTRUTOR: Ademar Virgolino da Silva Filho  
Eng.º Agrônomo Distrito de Irrigação Nilo Coelho.

As hortaliças como alimento:

As hortaliças formam um dos maiores e mais importantes grupos de plantas alimentares, compreendendo mais de 100 espécies catalogadas. Destacam-se como indiscutíveis fontes de sais minerais e vitaminas ao ser humano, graças a seus elevados teores e suas características organolépticas.

A característica de alimento fibroso, de bom aporte calórico-protéico, proporciona também virtudes dietéticas e até terapêuticas, que as tornam parte indispensável à boa alimentação, complementando outros alimentos.

A tabela 1 apresenta dados sobre o valor nutritivo de algumas hortaliças.

Tabela 1. Composição química de hortaliças cruas em 100 g de partes normalmente utilizadas para alimentação.

	CARBOIDRATOS (g)	PROTEÍNAS (g)	LÍPÍDEOS (g)	FIBRA (g)	ÁCIDO ASCORBICO (mg)	NIACINA (mg)	RIBOFLAVINA (mc.g)	THIAMINA (mc.g)	VITAMINA A
01. ALFACE	2,5	1,2	0,2	0,5	8	0,3	60	60	970
02. ASPARGO	5,0	2,5	0,2	0,7	33	1,5	200	180	900
03. BATATA	17,1	2,1	0,1	0,5	20	1,5	40	100	-
04. BATATA-DOCE	26,3	1,7	0,4	0,7	21	0,6	60	100	8.800
05. CEBOLA	8,7	1,5	0,1	0,6	10	0,2	40	30	40
06. CENOURA	9,7	1,1	0,2	1,0	8	0,6	50	60	11.000
07. ERVILHA VERDE	14,4	6,3	0,4	2,0	27	2,9	140	350	640
08. ESPINAFRE	4,3	3,2	0,3	0,6	51	0,6	200	100	8.100
09. FEIJÃO VAGEM	7,1	1,9	0,2	1,0	19	0,5	110	80	600
10. MELANCIA	6,4	0,5	0,2	0,3	7	0,2	30	30	590
11. MELÃO	7,5	0,7	0,1	0,3	33	0,6	30	40	3.400
12. PEPINO	3,4	1,0	0,2	0,6	12	0,2	40	30	250
13. PIMENTA	4,8	1,2	0,2	1,4	128	0,5	80	80	420
14. RABANETE	3,6	1,0	0,1	0,7	26	0,3	30	30	10
15. REPOLHO	5,4	1,3	0,2	0,8	51	0,3	50	50	130
16. TOMATE MESA	4,7	1,1	0,2	0,5	23	0,7	40	60	900

Este grupo de plantas em geral são culturas intensivas, de ciclo curto, com elevada taxa de crescimento e alta produção por unidade de área, exigindo portanto, grande disponibilidade de nutrientes de forma equilibrada.

Além das quantidades de nutrientes exigidos pelas hortaliças, vale ressaltar que toda necessidade do nutriente absorvido, de 70 a 80%, deve estar disponível no solo no primeiro terço do ciclo da planta, tornando-as muito sujeitas a distúrbios nutricionais.

A essencialidade dos nutrientes:

A análise química de um vegetal não é suficiente para caracterizar um elemento como essencial à vida das plantas, pois a mesma revela a presença, nos seus tecidos, de todos os elementos encontrados na solução do solo, benéficos ou não à vida vegetal.

Para um nutriente ser considerado essencial à vida das plantas, ele deve satisfazer dois critérios fundamentais conhecidos como critérios da essencialidade, classificados como critérios diretos e indiretos, MALAVOLTA et alii (1989).

a. DIRETOS: O elemento é componente estrutural de algum composto ou participa de alguma reação sem o qual ou sem a qual a planta não vive.

b. INDIRETOS: A deficiência do elemento impede que a planta complete o seu ciclo vegetativo ou o reprodutivo.

O elemento não pode ser substituído por nenhum outro, para corrigir ou prevenir seus sintomas de deficiências.

O elemento está diretamente envolvido na nutrição da planta, não se considerando seus efeitos possíveis na correção de condições físicas, químicas ou microbiológicas do solo.

Estes critérios indiretos estão sendo muito discutidos em relação ao comportamento de alguns elementos. Estudos recentes, indicam que o elemento Vanádio pode substituir completamente as exigências de Molibdênio, e o Brometo substituir o Cloreto, em algumas espécies de Azotobacter, variando apenas nas necessidades dos elementos, MONNERAT (1984). Para estes vegetais o Molibdênio e o Cloro não poderiam se enquadrar como micronutrientes essenciais.

Outros elementos alvos de estudos da essencialidade para a vida de alguns vegetais são o Sódio, Alumínio, Silício, Cálcio

siderados nutrientes essenciais às plantas, alguns estudos dão indícios dos seus efeitos nas produtividades de algumas culturas.

MAKMUR et alii (1978), além de confirmarem a tolerância do tomateiro ao sódio, notaram aumento de produtividade até determinados níveis no extrato. Dados semelhantes, a literatura cita para a beterraba açucareira, o nabo, aipo e outras espécies.

A literatura mais recente classifica estes nutrientes como úteis, pois sem eles as plantas podem viver, porém eles são capazes de contribuir para o crescimento e produção ou para dar resistência a condições desfavoráveis do meio (clima, pragas e moléstias, compostos tóxicos do solo ou do ar). Ressaltamos que estes elementos e os metais pesados quando em desequilíbrio na solução do solo, competem na absorção dos nutrientes essenciais, tornando-se tóxicos.

Os nutrientes minerais essenciais:

Até o presente momento, 17 elementos são considerados nutrientes essenciais para o crescimento dos vegetais. Os mesmos podem ser divididos em duas grandes classes:

- OS ORGÂNICOS: Carbono, Oxigênio e Hidrogênio, extraídos principalmente do ar e da água, constituindo, em média, 95% do peso de uma planta.
- OS MINERAIS: extraídos principalmente do solo e divididos em dois grupos:

Macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S.

Micronutrientes: B, Cu, Cl, Co, Mn, Mo, Fe e Zn.

Esta divisão dos nutrientes baseia-se, apenas, na concentração em que o elemento aparece na matéria seca, refletindo as quantidades exigidas no ciclo da planta, fornecidas pelo solo, adubos ou por ambos, como vemos nas tabelas 2 e 3, com dados médios de algumas hortaliças. Frisamos que os dados dos macronutrientes estão expostos em kg/ha, enquanto que os micronutrientes aparecem em g/ha, numa escala 1.000 vezes menor.

Tabela 2. Quantidade de macronutrientes absorvidos e exportados por algumas hortaliças.

HORTALIÇAS	PARTES	Ton OU Nº PLANTAS/HA	N	P	K	Ca	Mg	S
					Kg/ha			
CEBOLA	Total	36,7 t	133	22	177	16	18	34
	Bulbo	166.666 pl	65	14	74	6	7	21
PIMENTÃO	Total	21,0 t	52	5	84,3	64,8	8,4	5,4
	Fruto	31,250 pl	18	3	24,2	5,7	1,4	1,4
TOMATE	Total	65,0 t	119	14	179	71	16	11
	Fruto	26.666 pl	68	9	112	8	6	3
ABÓBORA	Total	18,0 t	66	7	56	78	13	5
	Fruto	500 pl	41	4	37	7	5	3
MELÃO	Total	14,0 t	50	8	69	42	8	5
	Fruto	2.500 pl	30	6	48	36	4	3

Tabela 3. Quantidade de micronutrientes absorvidos e exportados por algumas hortaliças.

HORTALIÇAS	PARTES	TON OU Nº PLANTAS/HA	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
						g/ha			
CEBOLA	Total	36,7 t	-	-	-	-	-	-	-
	Bulbo	166.666 pl	90	15.187	73	416	388	0,9	281
PIMENTÃO	Total	21,0 t	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto	31.250 pl	4	570	7	30	19	0,02	8
TOMATE	Total	65,0 t	344	-	859	1726	1539	0,8	1588
	Fruto	26.666 pl	93	1171	45	547	163	0,5	321

Fonte: MALAVOLTA (1984)

Deve-se frisar que mesmo dentro de uma mesma espécie vegetal, pode haver diferença na capacidade de extração, absorção e exportação de nutrientes do solo. Esta característica está intrinsecamente ligada às características genética, morfológica e fisiológica de cada cultivar.

Existe uma tendência referenciada na literatura, das hortaliças absorverem e exportarem nutrientes na seguinte ordem de grande

za:

Solos leves, permeáveis, com alta capacidade de troca catiônica.

1. Exigência: Macronutrientes - K, N, Ca, Mg, P, S  
Micronutrientes - Cl, Fe, Mn, B, Zn, Mo

2. Exportação: Macronutrientes - K, N, P, S, Mg, Ca  
Micronutrientes - Cl, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo

O cloro desponta como o micronutriente mais absorvido devido a facilidade de absorção pela planta e sua imobilidade no solo.

Fatores que afetam a disponibilidade dos nutrientes minerais para a planta:

Diversos fatores afetam direta ou indiretamente a disponibilidade de nutrientes no solo, dentre eles abordaremos; MONNERAT(1984) & MALAVOLTA et alii (1989).

#### 1. TIPO DO SOLO:

A textura (teor de argila), a estrutura (porosidade), o material de origem e o teor de matéria orgânica interferem diretamente nas frações sólidas, líquidas e gasosas do solo; na CTC e CTA; e na disponibilidade natural de nutrientes para as plantas.

Solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica, estão sujeitos à excessiva lixiviação e à deficiência de N, K, Ca, Mg e B, principalmente. Por outro lado, solos turfosos são geralmente deficientes em micronutrientes.

#### 2. TEMPERATURA:

Sob condição de temperatura baixa, a mineralização da matéria orgânica e o intemperismo mineral é reduzido, diminuindo as fontes naturais dos nutrientes para o vegetal. Por outro lado, sob condições de temperaturas elevadas a matéria orgânica é mineralizada com excessiva rapidez, empobrecendo o solo de húmus e diminuindo sua condição de troca e retenção de nutrientes.

#### 3. TAXA DE CRESCIMENTO DA CULTURA:

Uma planta em rápido crescimento apresenta uma demanda de nutrientes maior que uma planta em crescimento mais lento. Nem sempre o suprimento natural do solo pode atender as exigências nutricionais de uma planta com crescimento rápido.

#### 4. ÁGUA:

Solos leves, permeáveis, submetidos a irrigações ou chuvas abundantes, tornaram-se empobrecidos pela lixiviação dos nutrien-

xofre, por volatilização e aumentar o teor de Manganês, por exemplo, a níveis tóxicos.

Por outro lado, não se pode falar em disponibilidade de nutrientes em condições de solo seco. A água do solo é particularmente necessária para a liberação dos nutrientes da matéria orgânica e minerais, para a solução do solo.

### 5. AERAÇÃO:

Microorganismos que transformam a matéria orgânica, que oxidam  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{S}^{2-}$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ , formas absorvidas pelas plantas, necessitam de oxigênio para viver.

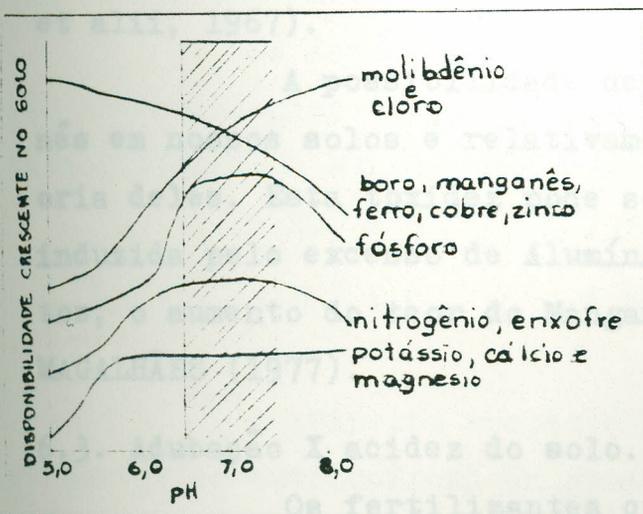
A aeração, por outro lado, pode diminuir a disponibilidade de Ferro, que é oxidado da forma ferrosa para férrica, menos disponível para as plantas.

### 6. ACIDEZ DO SOLO (pH):

Talvez seja o fator isolado que mais influencia a disponibilidade dos nutrientes. A influência do pH sobre a disponibilidade dos nutrientes pode ser observada na figura 1.

Dados da literatura mostram que a maioria das hortaliças produzem melhor na faixa de pH entre 5,5 a 7,5. FILGUEIRA (1982) menciona que o tomateiro atingiu suas maiores produções na faixa de pH de 5,5 a 6,5, já as curcubitáceas atingiram suas máximas produtividades a pH de 6,5 a 7,5. NOGUEIRA et alii (1983) cita que as brassicáceas atingiram suas máximas produtividades a faixa de pH entre 6,0 a 7,0.

Figura 1. Influência do pH na disponibilidade dos nutrientes.



QUADRO ESTIMATIVA DE URGAÇÃO PORCENTUAL NA REGULAÇÃO DOS PRINCIPAIS NUTRIENTES PELAS PLANTAS, EM FUNÇÃO DO PH DO SOLO (INFORMAÇÃO: ISM, BERNARDI, 1980).

ELEMENTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
NITROGENIO	20	50	75	100	100	100
FERRO	30	30	40	50	100	100
POSSIVIO	30	30	70	90	100	100
ENXOFRE	40	80	100	100	100	100
CALCIO	20	40	50	60	80	100
MAGNESIO	20	40	50	70	80	100

### 6.1. Acidez do solo X disponibilidade de nutrientes mineral.

O efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes mineral, segundo NOGUEIRA et alii (1983), é sumarizada a seguir:

- Potássio, Cálcio e Magnésio - sua disponibilidade aumenta com a elevação do pH. Abaixo do pH 5,5, sua disponibilidade cai rapidamente.
- Nitrogênio e Enxofre - tem sua disponibilidade máxima na faixa de pH entre 6,5 e 7,5, devido à maior atividade de microorganismos que decompõem a matéria orgânica, principal fonte desses nutrientes no solo, liberando-os na forma de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Fósforo - faixa de maior disponibilidade entre pH 5,5 e 7,0, decrescendo rapidamente abaixo e acima desta faixa, sendo fixado na forma de fosfato insolúvel de Fe e Al, em pH baixo e na forma de fosfato de cálcio, em pH acima de 7,0.
- Molibdênio e Cloro - a disponibilidade aumenta quase linearmente com o aumento do pH.
- Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco - a disponibilidade desses nutrientes diminui com o aumento do pH.

Portanto, a calagem corrige problemas inerentes a própria gênese do solo, mas quando mal dimensionada às quantidades de calcário, pode provocar desequilíbrio dos outros nutrientes na solução do solo, levando a induções de deficiências nutricionais nas plantas.

### 6.2. Acidez do solo X excesso de Alumínio, Manganês e Ferro.

De uma maneira geral valores de pH inferiores a 5,0 conduzem ao aparecimento de quantidades excessivas de Ferro, Manganês e Alumínio, os quais diminuem a disponibilidade de Fósforo e Boro. (HATCHER et alii, 1967).

A possibilidade de um efeito tóxico de Alumínio e Manganês em nossos solos é relativamente grande em virtude da maioria deles. Esta toxidez pode ser agravada com a deficiência de Boro, induzida pelo excesso de Alumínio, o que acarretará, entre outros efeitos, o aumento do teor do Manganês na planta, conforme demonstrado por MAGALHÃES (1977).

### 6.3. Adubação X acidez do solo.

Os fertilizantes químicos usados na adubação mineral, de

dos principais fertilizantes usados no Brasil como fonte de NPK.

Tabela 4. Reação fisiológica e índice salino dos principais fertilizantes.

ADUBO	EQUIVALENTE DE CaCO <sub>3</sub> *	ÍNDICE SALINO **
Nitrato de Amônio	-500	105
Nitro Cálcio	-280	61
Sulfato de Amônio	-1.100	69
Nitrato de Cálcio	+200	65
Uréia	-840	75
Superfosfato simples	0	8
Superfosfato triplo	0	10
Fosfato diamônio	-625 -775	34
Fosfato Monoamônico	-650	30
Cloreto de Potássio	0	116,3
Nitrato de Potássio	-	73,6
Sulfato de Potássio	0	46,1

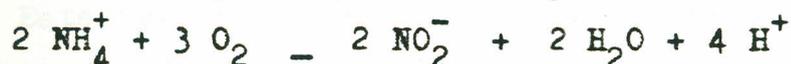
\* Equivalente de CaCO<sub>3</sub>: Kg de Carbonato de Cálcio, para neutralizar (sinal -) a acidez provocada por 1 t de adubo. (sinal +) alcalinidade equivalente.

\*\* Índice salino tendência para aumentar a pressão osmótica da solução do solo em números relativos a NaNO<sub>3</sub> = 100.

Fonte: MALAVOLTA (1987).

Os fertilizantes neutros ou neutralizados (cloreto de potássio, superfosfatos e sulfato de potássio) não alteram o pH do solo a não ser logo após a sua aplicação, quando os cátions presentes deslocam alumínio e hidrogênio do complexo coloidal.

Os fertilizantes amoniacais, entretanto, através da oxidação microbiológica do íon amônio, acidificam o solo conforme reações a baixo (TISDALE & NELSON, 1967, descrito por MONNERAT, 1984).



A primeira reação é promovida principalmente por um grupo de bactérias autotróficas do gênero Nitrosomonas; a segunda reação é efetuada por outro grupo de bactérias autotróficas do gênero Nitrobac-

Estas características dos fertilizantes minerais obriga aos horticultores, que fazem uso de grandes quantidades dos mesmos, a periodicamente analisar o seu solo.

FILGUEIRA 1972, faz inferência a grandes alterações de pH, em solos corrigidos com calcário, pela utilização de grande quantidades de fertilizantes minerais.

#### 7. Presença de outros íons.

Para uma planta absorver as quantidades de nutrientes minerais requeridos ao perfeito crescimento, é necessário que eles se encontrem em níveis equilibrados na solução do solo. Um balanceamento adequado entre os nutrientes é, na maioria dos casos mais importante do que às quantidades absorvidas de cada um deles.

Temos alguns exemplos clássicos deste desequilíbrio nutricional.

A relação cálcio, potássio, magnésio e nitrogênio amoniacal deve obedecer um equilíbrio para satisfazer a exigência específica das plantas. O tomateiro, por exemplo, pode vir apresentar sintomas de podridão apical mesmo com níveis elevados de cálcio na solução do solo, basta para isso estar em desequilíbrio com os demais cátions, havendo competição pelos mesmos sítios de absorção na membrana plásmica das células radiculares. Competições semelhantes ocorrem do sulfato com o molibdato; o cobre com o zinco; e o manganês com o ferro (MALAVOLTA, 1976).

A aplicação de altas doses de fosfatados em solos pobres em zinco, pode induzir sintomas de deficiência do mesmo, inibindo sua absorção e translocação para a parte aérea do vegetal.

A aplicação de determinado fertilizante pode aumentar as perdas de um outro por lixiviação, como ocorre com o boro em relação à adubação potássica (VOISAN, 1973).

A presença de fosfato no meio provoca aumento de absorção do potássio MALAVOLTA, 1989.

Estes são exemplos de efeitos interiônicos do tipo inibição competitiva, não competitiva e sinergismo.

**NITROGÊNIO (N)** - Importante no metabolismo como compostos (aminoácidos e proteínas, aínas, aminoaçúcares, purinas e pirimidinas, alcalóides; coenzimas, vitaminas e pigmentos). As plantas, com exceção das pertencentes à família das leguminosas, não usufruem do N atmosférico, tampouco conseguem absorvê-lo da matéria orgânica do solo.

A maior parte do nitrogênio que a planta absorve é o N nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ) em condições naturais. O Nitrogênio favorece o desenvolvimento foliar, com conseqüente aumento da capacidade de realização da fotossíntese, tornando a planta apta para obter uma alta produção, sendo mais consumido no estágio de crescimento da planta.

Na falta de N para a planta, a partir de um dado momento o elemento acumulado em órgãos mais velhos (principalmente folhas) é redistribuído para os órgãos mais novos. Dessa forma o sintoma de deficiência é facilmente observado com o aparecimento de um amarelecimento ou clorose. O crescimento da planta é retardado, pois sem N não há proteína, onde as plantas deficientes desenvolvem menos que as bem nutridas com esse elemento. Isto sugere que o N das proteínas é convertido em formas mais solúveis, sendo translocado para regiões de maior crescimento. Todavia, um excesso do nutriente faz com que a planta vegete muito, tornando-a suscetível a males fitossanitários, produza poucos frutos e sementes, armazene menos carboidratos e leva à uma maturação tardia dos frutos restantes.

**FÓSFORO (P)** - Participa da maioria das transformações energéticas dos processos vitais da planta: fotossíntese, respiração, sínteses de aminoácidos, lipídeos, etc, as quais são realizadas devido a compostos como ATP e ADP.

Absorvido pelas raízes como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , a espécie iônica predominante na faixa de pH em que vive a planta, o P se encontra no xilema em maior proporção nessa forma. Como o N, o fósforo se redistribui facilmente na planta, em particular quando sobrevém a sua falta; as folhas mais velhas das plantas carentes em P mostram a princípio uma coloração verde-azulada, podendo ocorrer tonalidades roxas nelas e no caule. Durante o crescimento do fruto e dos tecidos meristemáticos há grande mobilização de fósforo. Quando aplicado, o P aumenta a produtividade e contribui para a formação de um fruto de melhor qualidade,

tamanho e peso unitário, de maior aceitação comercial. O P atua na precocidade dos frutos.

A falta de P acarreta na redução da floração e da frutificação. Em casos mais severos, as folhas apresentam-se pequenas, rígidas e curvadas para baixo.

Vários pesquisadores têm concluído que a dose do P aplicada, deve ser muito superior àquela absorvida, pois apenas o P excedente, após fixação pelo solo, é efetivamente utilizado pelas raízes.

**POTÁSSIO (K)** - Considerado durante muito tempo como um "quebra-cabeça" na Fisiologia Vegetal, pois não se sabia bem o que fazia na vida de uma planta. São bem conhecidas hoje muitas das funções desempenhadas por esse macronutriente. Cerca de 46 enzimas são ativadas pelo K, algumas delas especificamente. Daí sua participação em fases muito diversas do metabolismo: reações de fosforilação, síntese de carboidratos, respiração, síntese de proteínas. Além disso, o nível de K nas células-guarda regula a abertura e o fechamento dos estômatos. O transporte dos carboidratos produzidos na folha para outros órgãos não se faz de modo adequado quando a planta é carente em K. Cerca de 70% do K total existente na planta está em forma iônica, o que ajuda a entender a facilidade de sua redistribuição pelo floema; em condições de carência o K pode sair dos órgãos mais velhos dirigindo-se para os mais novos.

Os sintomas de deficiência de K se manifestam nas folhas mais velhas como clorose e depois como necrose das pontas e das margens; os frutos apresentam-se flácidos e com maturação bastante desuniforme.

**CÁLCIO (Ca)** - O cálcio absorvido do solo como  $Ca^{+2}$ , além de fazer parte da lamela média e de ativar diversas enzimas, desempenha outros papéis: regulação da permeabilidade da membrana citoplasmática, neutralização de ácidos tóxicos, desenvolvimento e funcionamento das raízes, germinação do grão do pólen e desenvolvimento do tubo polínico, encurvamento dos pelos absorventes das raízes das leguminosas (preliminar obrigatória para a formação do filamento de infecção pelas bactérias do gênero *Rhizobium*). A maior parte do Ca da planta se encontra em formas insolúveis em água. O transporte no xilema está sob controle metabólico. É praticamente imóvel no floema; em consequência, quando há falta desse elemento, as regiões de crescimento (gemas, pontas de raí

clorose marginal ou internerval; as gemas terminais podem morrer.

O sintoma mais encontrado em campo é uma mancha geralmente preta e seca, podendo alcançar o tamanho da seção transversal do fruto, dando-lhe um formato achatado.

MAGNÉSIO (Mg) - É absorvido do solo como  $Mg^{+2}$ . Altas concentrações de  $K^+$  no substrato inibem competitivamente a absorção do magnésio a ponto de causar deficiência. Por outro lado, o Mg é essencial para a absorção do P. Além de fazer parte da clorofila, o Mg é ativador de numerosas enzimas, inclusive das "ativadoras de aminoácidos", que catalisam o primeiro passo da síntese protéica.

Os sintomas de deficiências surgem nas folhas mais velhas, dada a mobilidade do Mg no floema, o movimento do Mg na planta é polar, ou seja, sai da parte inferior até os tecidos meristemáticos do ápice. Quando severo, as folhas mais velhas morrem e toda planta mostra-se amarelada.

ENXOFRE (S) - Nas condições de solo é absorvido pelas raízes predominantemente como  $SO_4^{-2}$ ; as plantas podem, porém, absorver também S orgânico de aminoácidos,  $SO_2$  (gasoso) pelas folhas e até mesmo o enxofre elementar (como S "molhável" finamente dividido) e também pelas raízes e frutos.

Além de fazer parte de alguns aminoácidos e de todas as proteínas vegetais, o S desempenha outras funções: ativador enzimático, é grupo ativo de enzimas e coenzimas, na fotossíntese participa da clorofila, da absorção do  $CO_2$ , é essencial no processo de fixação do  $N_2$  pelas leguminosas noduladas.

Cerca de 90% do S total da planta corresponde a formas orgânicas. O elemento é pouco móvel no floema, de modo que os sintomas de carência aparecem em primeiro lugar nas folhas mais novas como uma clorose geralmente uniforme, podendo haver tonalidades roxas. A sua deficiência acarreta desordem na estrutura dos cloroplastos, diminuição da intensidade fotossintética e aumento na relação N solúvel/N protéico. Quando intenso, os folíolos das folhas mais velhas mostram-se necrosados nas extremidades e margens, e pequenas manchas roxas aparecem entre as nervuras. As folhas jovens são rígidas e voltadas para baixo.

**BORO (B)** - O Boro tem efeito regulador no metabolismo e translocação de carboidratos e está associado com a divisão celular e estrutura das paredes das células.

Da mesma forma que o Ca, o Boro é praticamente imóvel no floema. Devido a baixa translocação do B na planta, os sintomas de deficiência se manifestam nos pontos de crescimento, áreas de diferenciação e órgãos com maior expansão celular.

Quando há deficiência, a gema terminal morre e as folhas mais novas se mostram menores, amareladas e muitas vezes com formas bizarras, podem ocorrer escurecimento e necrose das extremidades das raízes, com intensas ramificações secundárias curtas. O sistema radicular é a primeira parte a ser afetado. A falta de Boro prejudica a germinação do grão-de-pólen e o crescimento do tubo polínico. A carência de B é muito comum, particularmente em solos arenosos, devido a pobreza de matéria orgânica dos mesmos, em solos alcalinos ou com excesso de aplicação de calagem.

Os sintomas de deficiência de B se manifestam de modo bastante variado entre as hortaliças, causando talo oco nas brássicas, rachadura do caule em aipo e couve-de-bruxelas, lóculo aberto e escurecimento interno dos frutos de tomate, coloração negro em batata e beterraba e tecido quebradiço em muitas espécies, devido à associação do elemento com a relação água-planta e resistência da parede celular em função da celulose na lamela média. Sintomas similares aos da deficiência de B podem ser causados por danos de pragas no sistema radicular, queimaduras de pontos de crescimento por herbicidas e, particularmente doenças viróticas.

**ZINCO (Zn)** - Nos solos brasileiros a carência de zinco é tão comum quanto a de Boro. O Zinco é essencial para a síntese de triptofano que, depois de várias reações, produz o ácido indol acético (AIA), que como uma auxina contribui para aumentar o volume celular; além disso o Zn regula a atividade da ribonuclease (RNase) que, hidrolisando o RNA, causa diminuição na síntese protéica e, portanto, na multiplicação celular. Como consequência as plantas deficientes em Zn têm células menores e um número menor de células: daí então a redução no comprimento dos internódios. No xilema o Zn é conduzido na forma iônica, pois os quela-

dos que forma com ácidos orgânicos são pouco estáveis.

As condições que predispõem à deficiência são: excesso de calagem, causando elevação do pH do solo, remoção da camada superficial do solo, elevado índice de lixiviação e altas concentrações de P na solução do solo. Em plantas normais, o teor de Zn na folha é superior a 20 ppm, podendo ser considerado como o nível crítico, para análise foliar nas hortaliças, valores menores que o citado.

Problemas de excesso de Zn são bastante raros nos solos cultivados. O sintoma mais comum de toxidez de Zn é a clorose de deficiência de Fe induzida.

**COBRE (Cu)** - É absorvido como  $Cu^{+2}$ , encontrando-se, porém como quelado de ácidos orgânicos.

Não é redistribuído pelo floema e por isso os sintomas de carência se mostram primeiramente nas folhas novas: murchamento, cor verde-azulada, deformação do limbo e depois clorose e necrose em manchas irregulares.

O Cobre é componente estrutural de certas enzimas óxido redutoras, e está relacionado com a síntese de proteína e a fotossíntese.

A deficiência de Cu está mais sujeita a ocorrer em solos orgânicos, solos arenosos muito lixiviados e em solos calcários, resultando em baixa disponibilidade do elemento devido à fixação. A quantidade de Cu exigida pela hortaliça é pequena, embora possa apresentar problemas de disponibilidade no solo. Normalmente, em hortaliças espera-se uma concentração de Cu nas folhas de, pelo menos, 6 ppm em plantas normais.

Os sintomas de deficiência são muito dependentes das espécies, às vezes com drástica redução no crescimento, sem mostrar sintomas visuais característicos, podendo ser confundido com virose no caso da batata.

Toxidade de Cu não é comum, e quando ocorre está relacionada a atividade de minério ou uso de fungicida à base de cobre por longo período de tempo. Clorose de deficiência de Fe pode ser induzida por excesso de cobre.

**MOLIBDÊNIO (Mo)** - É o micronutriente menos abundante no solo e que na

tado nessa forma.

A presença de P no substrato aumenta a absorção do Mo (= sinergismo), enquanto a de  $\text{SO}_4^{-2}$  tem efeito contrário do Cu, Fe, Mn e Zn, o aumento do pH do solo faz crescer a disponibilidade de Mo.

O papel principal do Mo na planta é a redução do nitrato através de sua ligação com a enzima nitrato redutase, atuando também no sistema enzimático da fixação simbiótica de N.

A carência de Mo se manifesta com o amarelecimento das folhas, o que é seguido do aparecimento de manchas amareladas entre as nervuras e do enrolamento do limbo.

As condições que predispõem à deficiência de Mo são: elevada acidez do solo (pH abaixo de 5,5), podendo ocorrer também em pH próximo do neutro, em couve-flor. Em pH 4,5 pode ocorrer juntamente com toxicidade de Mn e Al, sendo, portanto, mascarado o seu efeito.

Os sintomas de deficiência de Mo, em geral, se expressam como carência de N, mostrando clorose nas folhas mais velhas, podendo aparecer nas folhas mais novas com o progresso da deficiência.

A deficiência de Mo pode, às vezes, ser confundida com carência de N e ataque de praga no caso da couve-flor. Sintomas de deficiência de Mo nas hortaliças ocorrem mais provavelmente quando a concentração do nutriente da folha cai abaixo de 0,2 ppm.

Excesso de Mo não tem sido encontrado em solos cultivados, e a toxicidade ocorre somente em extremas condições experimentais.

**FERRO (Fe)** - O Ferro do solo é absorvido na forma bivalente,  $\text{Fe}^{+2}$ , ferrosa; o Fe-férrico, trivalente, encontra-se no terreno em formas insolúveis na sua maior porção. Não se redistribui pelo floema. O sintoma típico de falta de ferro é uma clorose das folhas novas cujas nervuras formam uma rede fina e verde contra o fundo verde-amarelado ou amarelado do limbo. Nos solos ácidos, como os de cerrado, pode haver falta de ferro na planta induzida pelo excesso de Mn presente no meio, o qual inibe competitivamente a absorção do primeiro. Por outro lado o excesso de calagem, elevando o pH além de 7,0 pode insolubilizar o ferro causando também deficiência.

O Fe além de ser componente estrutural de citocromos, ativa enzimas ou faz parte de coenzimas, está ligado a formação da clorofila e atua no transporte de elétrons, metabolismo oxidativo e síntese de proteína.

O teor de Fe nas hortaliças varia largamente entre as espécies; entretanto, pode-se assumir que a concentração de 100 ppm é suficiente para promover um crescimento normal. Uma larga faixa de concentração de Fe no tecido vegetal permite um desenvolvimento normal da planta.

O excesso de Fe é bastante raro nas hortaliças. Os sintomas de toxicidade aparecem como áreas amarronzadas e lesões necróticas com halo arroxeado nas folhas mais velhas.

MANGANÊS (Mn) - O  $Mn^{+2}$  é absorvido pela raiz; o pH baixo e a falta de arejamento facilitam a formação do  $Mn^{+2}$ . A redistribuição do manganês pelo floema é insuficiente para atender às exigências dos órgãos novos: as folhas mais novas das plantas carentes mostram sintomas a princípio semelhantes aos da falta de ferro - o limbo é amarelado ou verde amarelado e as nervuras, com uma estreita faixa de tecido ao longo das mesmas, permanecem verdes. Além de ativar enzimas muito diversas, o manganês participa do transporte eletrônico na fotossíntese e é essencial para a formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto (= manutenção da estrutura da membrana).

As condições que predispõem à deficiência de Mn são: solos de turfa, solos minerais calcários, solos com pH acima de 6,5 e má drenagem do solo. A deficiência de Mn está sujeita a ocorrer em condições de pH acima de 6,5 devido à insolubilização do elemento. É um elemento bastante imóvel nos vegetais, por isso as plantas em desenvolvimento devem contar com um contínuo suprimento para os tecidos novos.

Os sintomas de deficiência podem ser confundidos com doenças causadas por vírus e com carência de Fe.

A faixa de concentração de Mn nas hortaliças é bastante variável; entretanto, a deficiência é esperada quando o teor do nutriente na folha está abaixo de 50 ppm. A quantidade de Mn exigida pelas hortaliças é muito variável com a espécie, não havendo, entretanto, recomendação para aplicação do nutriente em nenhuma condição. A prevenção da deficiência se faz evitando excessiva calagem e drenagem do solo.

O excesso de Mn ocorre mais em solos ácidos, com pH abaixo de 5,0, e a toxicidade resulta no crescimento reduzido, clorose e necrose nas margens das folhas. Nas brássicas, espécies mais sensíveis à toxicidade, os sintomas se manifestam como enrolamento das folhas, clo-

CORO (Cl) - O Cloro não entra na constituição de nenhum composto orgânico tido como essencial. A única função do Cl claramente definida é seu papel na fotossíntese, especialmente na fotólise da água, possivelmente por estimular o transporte de elétrons que vão efetuar a redução de oxidantes deletérios produzidos fotoquimicamente. Parece também estar envolvido com a auxina (ácido indol acético).

O Cl em condições de campo nunca foi encontrado deficiência, devido a pequena necessidade da planta e sua presença na natureza (NaCl).

A deficiência induzida de Cl mostra sintomas de murcha e restrita expansão das folhas, podendo apresentar clorose com bronzeamento e necrose. O Cl é um nutriente pouco estudado, além de não ser encontrada deficiência nas culturas.

A prevenção do excesso é feita pela lixiviação ou evitando fertilizantes com cloreto.

Problemas associados com o excesso de Cl são de ordem mais importante que a deficiência. As áreas costeiras, regiões de baixa precipitação, solos mal drenados, uso de água salina na irrigação, bem como o uso de elevados níveis de fertilizantes como cloretos resultam em toxicidade do elemento. A toxicidade se caracteriza pela redução de crescimento, necrose marginal e abscisão das folhas.

Distinção entre deficiências e excessos nutricionais, desordens fisiológicas, pragas e moléstias.

CAUSA	PADRÕES
Deficiências minerais	Generalizada no campo e na exposição (N, S, L, O) Simetria Gradientes
Excesso	Generalizado ou não (reboleiras) Uma ou mais espécies Simetria Gradientes
Desordens fisiológicas	Escaldadura de queimadura por sais Manchas secas e grandes em frutos e folhas Página inferior da folha prateada (epiderme destaca-se do mesófilo) Vento - Folhas rasgadas, margens secas Manchas pequenas (areia transportada) Frio - Amarelecimento ou cor roxa (ver exposição) Enrolamento e deformação de folhas - Calor excessivo Herbicidas
Pragas	Deformações - insetos sugadores (não generalizada) Frutos - besouros e lagartas (não generalizados) Manchas pequenas e amareladas - sugadores, trips, gafanhotos, ácaros (não generalizadas) Pragas das raízes - murchamento das folhas e ramos, morte descendente e secamento de ponteiros (não generalizado)
Doenças	Vírus - menor crescimento, sintomas foliares com ou sem simetria e gradiente (não generalizados) Manchas - bactérias não generalizadas no campo e na planta Fungos - não generalizados presença de hifas ou esporos

CHAVE GERAL PARA IDENTIFICAÇÃO DOS SINTOMAS DE  
DEFICIÊNCIA (-) E EXCESSOS (+).

SINTOMAS

CAUSA MAIS  
PROVÁVEL

----- Folhas ou órgãos mais velhos -----

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Clorose em geral uniforme (dicotiledôneas)  | -N  |
| 2. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens   | -P  |
| 3. Clorose e depois necrose das pontas e margens; clorose internerval folhas novas (monocotiledôneas)                | -K  |
| 4. Clorose internerval seguida ou não da cor vermelho-roxa   | -Mg |
| 5. Murchamento (ou não), clorose e bronzeamento  | -Cl |
| 6. Clorose uniforme, com ou sem estrangulamento do limbo e manchas pardas internervais; encurvamento ou não do limbo | -Mo |
| 7. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens   | +Al |
| 8. Pontuações pequenas e pardas perto das nervuras; coalescência, encarquilhamento e clorose; internódios curtos     | +Mn |
| 9. Clorose mosqueada perto da margem, manchas secas perto das margens e na ponta                                     | +B  |
| 10. Manchas aquosas e depois negras no limbo entre as nervuras   | +Cu |
| 11. Sintomas similares a deficiência de nitrogênio   | -Co |

----- Folhas ou órgãos mais novos -----

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Murchamento das folhas, colapso do pecíolo; clorose marginal; manchas nos frutos; morte das gemas   | -Ca |
| 2. Clorose geralmente uniforme   | -S  |
| 3. Folhas menores e deformadas; morte da gema; encurtamento de internódios; superbrotamento de ramos; suberização de nervuras; fendas na casca | -B  |
| 4. Murchamento, cor verde azulada deformação do limbo; encurvamento dos ramos; deformação das folhas; exsudação de gema (ramos e frutos)       | -Cu |
| 5. Clorose, nervuras em reticulado verde e fino  | -Fe |
| 6. Clorose, nervuras em reticulado verde e grosso, tamanho normal  | -Mn |
| 7. Lanceolados (dicotiledôneas), clorose internerval, internódio curto; morte de gemas ou região de crescimento                                | -Zn |
| 8. Necrose nas pontas  | -Ni |

--- Participação dos MACRONUTRIENTES na formação e na qualidade da colheita ---

NITROGÊNIO	Estimula a formação e desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas; maior vegetação e perfilhamento; aumenta teor de proteína
FÓSFORO	Acelera a formação de raízes; aumenta a frutificação; apres <u>sa</u> a <u>maturação</u> dos frutos; aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; ajuda a fixação simbiótica de nitrogênio
POTÁSSIO	Estimula vegetação e perfilhamento (gramíneas); aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; estimula o enchimento de grãos, diminuindo chochamento; promove armazenamento de açúcar e amido; ajuda a fixação simbiótica de nitrogênio; aumenta a utilização de água; aumenta a resistência a secas, geadas, pragas e moléstias
CÁLCIO	Estimula o desenvolvimento das raízes; aumenta a resistência a pragas e moléstias; auxilia a fixação simbiótica de nitrogênio; maior pegamento das floradas
MAGNÉSIO	Colabora com o fósforo
ENXOFRE	Aumenta a vegetação e a frutificação; aumenta o teor de óleos, gorduras e proteínas, ajuda a fixação simbiótica de nitrogênio

--- Participação dos MICRONUTRIENTES na formação e na qualidade da colheita ---

BORO	Colabora com o cálcio; germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico; maior pegamento da florada; aumenta granação; menor esterilidade masculina e chochamento de grãos
COBALTO	Fixação de nitrogênio; maior crescimento de raízes
COBRE	Aumenta a resistência às doenças; menor esterilidade masculina (cereais)
FERRO	Fixação de nitrogênio
MANGANÊS	Aumenta a resistência a algumas doenças (mal-do-pé no trigo, por exemplo)
MOLIBDÊNIO	Fixação simbiótica de nitrogênio
ZINCO	Estimula o crescimento e frutificação

#### a. Período das exigências.

A decisão de quando aplicar o fertilizante, dependerá, entre outros fatores, de: o período de exigência da cultura; condições de solo e clima; do nutriente, da forma e fonte do mesmo; e do tipo da adubação. Essas variáveis devem ser consideradas em conjunto.

Os estudos sobre marcha de absorção de nutriente, acúmulo de matéria seca ou verde, em função do tempo, mostram em geral uma curva do tipo sigmoidé. No início crescem pouco a matéria seca e a quantidade de nutrientes absorvidos. Numa segunda fase, o crescimento e acumulação de nutriente aumenta de forma quase linear. Nas hortaliças a primeira fase é bastante curta, iniciando rapidamente a elevada taxa de crescimento. A necessidade linear de Nitrogênio no crescimento vegetal, pode indicar a necessidade de fracionar as aplicações de adubos nitrogenados. Isto é ainda justificado por outras razões como: alto índice salino desses adubos, o que não justifica a aplicação de grandes doses junto a semente, possibilidade de perda por lixiviação, particularmente em solos arenosos em condições de chuva ou irrigação pesada. É importante salientar que a cobertura nitrogenada muito tardia, após o completo desenvolvimento foliar é prejudicial.

O fracionamento dos fertilizantes potássicos pode ser indicado em solos com baixa capacidade de troca catiônica, para evitar riscos de lixiviação. Quando se tratar da fonte de cloreto de potássio, o interessante é parcelar as aplicações e a primeira deve ser aplicada antes do plantio, pelo menos uma semana, para permitir menor efeito salino e lixiviação do Cloreto prejudicial, favorecendo melhor emergência das plantas.

Quanto a aplicação de fosfatos, a princípio não é necessário fracionar sua aplicação. Seu índice salino é desprezível, via de regra e não há riscos de perdas por lixiviação. Ademais a cobertura superficial deve ser ineficiente, pois o nutriente não percola no perfil do solo.

#### b. Localização do nutriente.

De maneira geral, a localização do adubo deve ser de modo a garantir o maior aproveitamento e diminuir os riscos do efeito salino, que pode provocar elevação exagerada na pressão osmótica e perdas por lixiviação. Entre outras, há duas variáveis a considerar: o processo de contato entre o nutriente e a raiz e a profundidade do sistema

A tabela a seguir apresenta os processos de contato dos nutrientes com o sistema radicular das plantas.

Tabela 5. Relação entre o processo de contato e a localização do adubo.

ELEMENTO	PROCESSO DE CONTATO			APLICAÇÃO DO ADUBO
	INTERCEPTAÇÃO	FLUXO MASSA	DIFUSÃO	
		% do total		
N	1	99	0	Distante, cobertura
P	2	4	94	Perto, localizado
K	3	25	72	Perto, localizado
Ca	287	760	0	Laço
Mg	57	375	0	Laço
S	5	95	0	Distante, cobertura
B	29	1000	0	Distante, cobertura
Cu	70	20	10	Laço, localizado
Fe	50	10	40	Laço, localizado
Mn	15	5	80	Perto, localizado
Mo	10	200	0	Laço
Zn	20	20	60	Perto, localizado

Fonte: MALAVOLTA et alii (1989)

Os dados da literatura sugerem que a localização adequada de fertilizantes seja aquela que promove um suprimento de nutrientes sólúveis, de forma equilibrada, na zona ocupada pelo sistema radicular, e no período de maior demanda de nutrientes pela planta.

#### c. Exigência nutricional de algumas hortaliças do vale do São Francisco.

As quantidades de nutrientes extraídos pelas culturas oleícolas, variam, entre outros fatores, segundo a cultivar, a produtividade e o tipo de solo (certos elementos que ficam prontamente disponíveis, podem ser absorvidos em quantidades que excedam as exigências metabólicas das plantas).

Na tabela 6, podemos constatar o efeito cultivar na absorção de nutrientes pelas plantas. O trabalho desenvolvido pela CICA, em São Paulo, estudou níveis de absorção de nutrientes extraídos pelo tomateiro rasteiro em lavoura irrigada e adubada.

Apesar das diferenças quantitativas, observou-se que os

Tabela 6. Quantidades de nutrientes absorvidos por duas cultivares de tomate. CICA - São Paulo.

NUTRIENTES	AGROCICA 4 (Kg/ha)	AGROCICA 16 (Kg/ha)
N	118,9	131,5
P	13,6	19,4
K	179,3	194,6
Ca	70,6	83,5
Mg	15,6	24,0
S	10,7	20,7

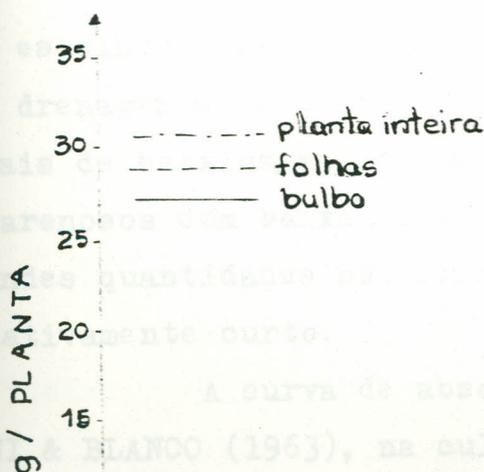
Fonte: CICA

### 1. CEBOLA -

Devido ao reduzido sistema radicular, a cebola prefere, so los do tipo franco areno-argiloso. Solos franco arenosos são considerados impróprios para a cultura devido à baixa capacidade de retenção de umidade e baixa capacidade de troca de cátions e ânions. Por sua vez, os solos argilosos dificultam o enraizamento, deformam os bulbos e contribuem para o aumento de plantas improdutivas do tipo "charuto", quando mal preparados. Em geral a cebola prefere solo com pH entre 5,5 a 6,0.

A curva de absorção de nutriente foi estudada por HAAG et alii (1970), na cultivar Baia Periforme Precoce, em condição de casa de vegetação, em Piracicaba-SP. (Figura 2).

Figura 2. Variação da matéria seca em função da idade da planta.



Os autores observaram que os nutrientes foram absorvidos em quantidades reduzidas até os 100 dias, aumentando consideravelmente até os 160 dias.

Quantitativamente os nutrientes foram absorvidos na seguinte ordem: K, N, S, P, Mg e Ca. (Tabela 7).

A tabela 7 também comprova a influência da cultivar na quantidade de nutrientes absorvidos pela cultura.

Tabela 7. Quantidades dos Macronutrientes e Micronutrientes extraídos pela cultura da Cebola.

MACRONUTRIENTES						FONTE
N	P	K	Ca	Mg	S	
em Kg/ha						
55,6	9,4	78,9	7,5	6,3	-	ZINK (1966)
154	26	121	18	12	48	JANIK (1968)
133	22	177	16	18	34	HAAG et alii (1970)

MICRONUTRIENTES					FONTE
Fe	Mn	B	Zn	Cu	
em g/ha					
343	239	152	64	51	HAAG et alii (1970)

FONTE: MAGALHÃES (1984)

## 2. TOMATE -

Para melhor desenvolvimento e produção do tomateiro, deve-se escolher áreas que apresentam solos profundos, permeáveis, de fácil drenagem e de boa estrutura, com pH entre 6,0 e 7,0. Solos rasos e locais de baixios, mal drenados, devem ser evitados, assim como solos muito arenosos com baixa capacidade de retenção de nutrientes, devido as grandes quantidades nutricionais exigidas pela cultura em um período relativamente curto.

A curva de absorção do tomateiro foi estudada por GARGANTINI & BLANCO (1963), na cultivar Santa Cruz 1639 cultivada em casa de vegetação, em vaso com solo.

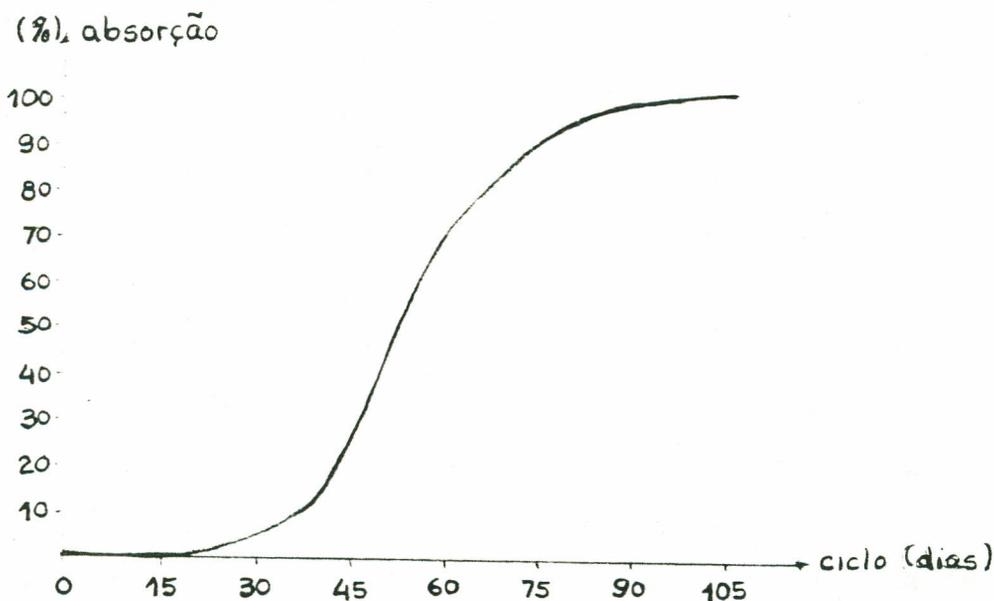
A tabela 8 mostra os resultados da extração e exportação

NUTRIENTE	TOTAL	FRUTOS
N	94	72
P	21	18
K	185	130
Ca	31	7
Mg	9	7
S	28	9

FONTE: GARGANTINI & BLANCO (1963)

Para as cultivares rasteiras AGROCICA 4 e AGROCICA 16, observou-se que a extração de nutrientes foi muito lenta até o início da floração (aproximadamente 45 dias), depois uma intensa extração entre os 45 e 90 dias (formação dos frutos) e uma extração menos intensa na fase de maturação, conforme figura 3.

Figura 3. Representação genérica da curva de absorção de nutrientes pelo tomate rasteiro.



FONTE: CICA (1986)

### 3. PIMENTÃO -

Para o cultivo do pimentão, deve-se escolher solos arenos-argilosos, bem drenados, de preferência rico em matéria orgânica e pH variando entre 5,5 a 6,8. A cultura não tolera amontoa e nem danos no seu sistema radicular.

FERNANDES (1971), HAAG et alii (1970) e MILLER et alii (1979) fizeram estudos com a marcha de absorção do pimentão obtendo os

resultados apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas e frutos do pimentão.

NUTRIENTES	TOTAL*	FRUTOS*	TOTAL*	FRUTOS**	TOTAL***	FRUTOS***
N	34,4	31,0	51,2	17,7	118,0	53,0
P	6,1	5,7	4,8	2,3	15,0	7,1
K	49,0	42,2	84,3	24,2	123,0	54,2
Ca	5,1	2,0	64,8	3,7	41,0	2,4
Mg	2,8	2,4	8,4	1,4	32,0	3,9
S	4,4	3,5	5,4	1,4	-	-

\* 31.250 plantas/ha - 16 t de frutos

\*\* 31.250 plantas/ha - 21 t de frutos

\*\*\* 48.000 plantas/ha - 13 t de frutos

FONTE: \* HAAG et alii (1970)

\*\* FERNANDES (1971)

\*\*\* MILLER et alii (1979)

A tabela 9 mostra que os nutrientes mais exportados pelos frutos são o potássio e o nitrogênio, seguidos do fósforo, enxofre, cálcio e magnésio. Observou-se também que grande parte do nitrogênio, fósforo e potássio absorvido foram exportados pelos frutos, ao passo que apenas 6% do cálcio e 17% do magnésio foi exportado.

MILLER et alii (1979) mostraram que o maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, por grama de matéria seca de planta, por dia, ocorreu nos estádios iniciais do ciclo da planta até o aparecimento dos primeiros frutos. Porém a maior taxa absoluta de absorção daqueles nutrientes, em Kg/ha/dia, ocorreu quando a maioria dos parâmetros de crescimento também apresentavam-se nos seus máximos.

Com relação a micronutrientes, o pimentão apresenta uma baixa taxa de extração quando comparado com outras olerícolas (tabela 10).

Tabela 10. Extração dos micronutrientes em g/ha.

HORTALIÇAS	Nº DE PLANTAS POR ha	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		g/ha				
BERINGELA	20.000	132	11	177	80	93
CEBOLA	166.666	152	51	343	239	64
CENOURA	666.666	209	37	623	373	197
COUVE-FLOR	25.000	74	12	131	177	100
PIMENTÃO	31.250	11	8	44	27	12

FONTE: OLIVEIRA et alii (1971)

#### 4. MELÃO -

Das curcubitáceas o meloeiro é o mais exigente em termos de solo, preferindo solos franco-arenosos a areno-argilosos, leves, friáveis, de boa drenagem natural e, de preferência, eutróficos e ricos em matéria orgânica. Solos pesados e mal drenados, quando mal preparados, impedem o desenvolvimento normal das plantas e favorecem o surgimento de patógenos como os que provocam cancro gomoso das hastes e podridões nos frutos.

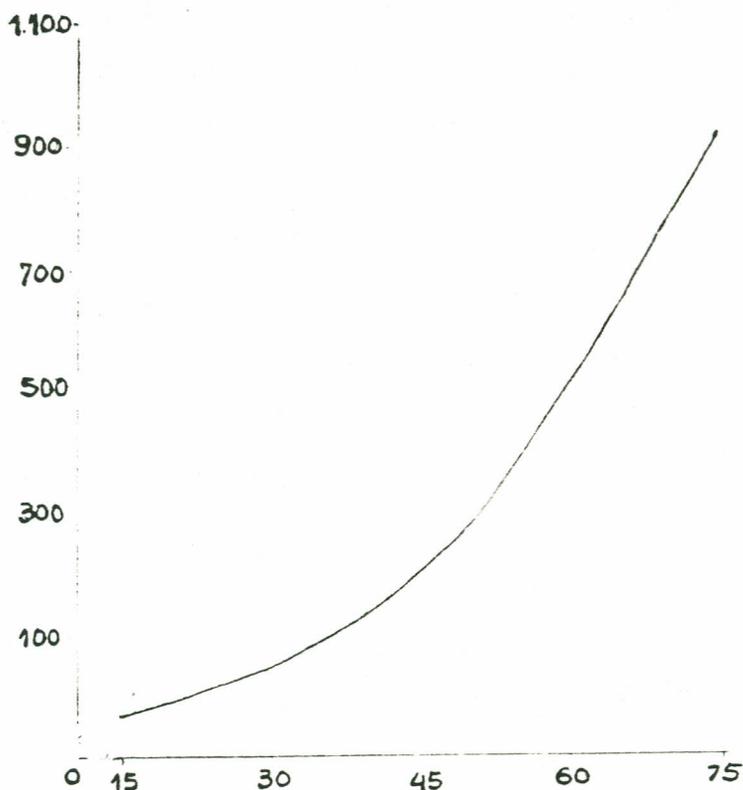
Segundo observações feitas nas regiões produtoras, a cultura adapta-se melhor na faixa de pH 6,4 a 7,2, sendo desaconselhável plantio em terrenos com grau de acidez fora desta faixa.

Trabalhos sobre nutrição de curcubitáceas, principalmente melão e melancia, são escassos na literatura nacional.

Em São Paulo, BELFORT et alii (1988), estudou a curva de acumulação de matéria seca e a exportação de macronutrientes pelo melão, variedade Valenciano Amarelo CAC. Nas suas observações, os autores concluíram que o crescimento inicial das plantas é muito lento, aumentando bruscamente de 30 a 45 dias, período da pré-floração. Tanto a produção de matéria seca quanto a absorção de nutrientes, foram mais rápidos no período compreendido entre o pós-florescimento e a colheita, de 45 a 75 dias de emergência das plantas.

A acumulação de nutrientes na planta, como um todo, segue a curva da produção de matéria seca, apresentada na figura 4 em função da idade da planta.

Figura 4. Acumulação de matéria seca na parte aérea, em função da idade da planta.



FONTE: BELFORT et alii (1988)

Ressaltamos que do total da matéria seca acumulada pelo meloeiro, as flores e frutos foram responsáveis por 50,30%.

O melão absorveu os nutrientes na ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, P e S sendo exportado para os frutos na ordem K, N, P, Mg, Ca, S. Conforme tabela 10. Os dados estimados para uma produção de 19,6 t/ha, com população de 5.000 plantas.

Tabela 11. Absorção e exportação dos macronutrientes pelo meloeiro.

PLANTA	MACRONUTRIENTES					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg/ha					
TOTAL	115,37	17,30	144,52	63,71	27,74	7,93
FRUTOS	34,90	6,41	51,70	2,83	4,19	1,79

FONTE: BELFORT et alii (1988)

Como as demais curcubitáceas, a melancia produz melhor em solos areno-argilosos, bem drenados e ricos em matéria orgânica. Existem registros na literatura que em solos muito pesados a planta cresce pouco, produz frutos menores e de qualidade inferior. Mostrando-se menos exigente que o melão, a melancia suporta bem solos com pH na faixa de 5,0 a 6,2. Todavia, para a nossa região, com alta taxa de crescimento, estima-se que a cultura se adapta mais a níveis de pH entre 5,5 e 6,5. Contudo, solos deficientes em cálcio, relação  $Ca:Mg < 4$ , leva a distúrbios provocados por deficiência de cálcio na cultura, do tipo podridão apical, má formação das raízes, plantas e frutos, justificando a aplicação do nutriente.

Com relação a absorção dos nutrientes pela melancia, a literatura tem poucos registros sobre o assunto, cabendo ressaltar que, como toda hortaliça, a cultura responde bem a adubação mineral.

O fósforo é o nutriente que tem se destacado como responsável pelos maiores aumentos de produtividade e tamanho dos frutos.

A melancia tem respondido bem a aplicações de cálcio e magnésio, mostrando-se muito sensível às suas deficiências. Na prática, temos observado que com equilíbrio de cálcio, magnésio e potássio no solo, as plantações não têm manifestado sintomas de deficiências, com boas produtividades, alto teor de sólidos solúveis e frutos firmes.

Com relação ao nitrogênio, a literatura tem demonstrado que quando o mesmo é aplicado em excesso e fora de época, os frutos perdem sua resistência pós-colheita e ficam sujeitos a ataque de pragas e doenças. Uma fonte de nitrogênio recomendada para cobertura é o nitrato de cálcio, devido sua baixa relação  $N:Ca$ . CASALI et alii (1982)

Sugestão de adubação.

A recomendação de adubação para cada tipo de solo e cultura, deve ser feita com critério, para se obter os resultados desejados. O conhecimento da ação do nutriente na planta e no solo, ajuda o emprego dos fertilizantes de forma mais eficiente. Uma adequada aplicação de fertilizantes requer o conhecimento da natureza e fonte dos nutrientes e o mecanismo de absorção da cultura em questão.

Como a maioria dos solos da região do sub-médio São Francisco, possuem camada arável arenosa a franco-arenosa, com agricultura intensiva e sendo as hortaliças grande exportadoras de nutrientes, a curto prazo, recomendamos adotar os seguintes níveis críticos:

Tabela 12: Níveis críticos dos macronutrientes para a região:

Nutrientes	Baixo	Médio	Alto
<b>Trocáveis</b>			
P (ppm)	< 10	10 - 30	> 30
K (ppm)	< 40	40 - 120	>120
Ca (m)	< 2	2 - 5	>5
Mg (meq/100g)	<0,5	0,5 - 1,2	>1,2

FONTE: PEREIRA & COBBE (1990).

Na inexistência de um estudo de calibração e correlação para a região, e devido a necessidade de um critério para a recomendação de adubação, optou-se pela adoção de um parâmetro através dos níveis críticos expostos na tabela 12, acima.

O conhecimento da área, sua história pregressa, os principais problemas, as exigências nutricionais da cultura e a análise de solo (baseada em adequada amostragem do solo), faz com que o técnico tenha os subsídios necessários para uma boa interpretação dos dados e, conseqüentemente, uma recomendação com segurança, sem excessos ou carências de nutrientes.

Embora a análise de solo nos forneça alguns dados de macronutrientes alta, devemos ter sempre em mente a cultura, o manejo, o tipo de solo, a extração e exportação dos nutrientes, a lixiviação provocada principalmente pela irrigação, e os possíveis problemas provenientes da amostragem, nos leva a acreditar que é arriscado fazer recomendações precipitadas, devido à característica das olerícolas em serem intensivas. Devemos portanto, sempre pensar em manter os níveis de fertilidade, para que não haja um esgotamento do solo, dificultando ainda mais o acompanhamento técnico dessas áreas, o suposto "resíduo" nada mais é, muitas vezes, o único nutriente para manter pelo menos a fertilidade do solo.

A seguir apresentamos algumas sugestões de adubação para hortaliças, considerando os níveis dos nutrientes no solo. Esta proposta fornece um balizamento para recomendações de adubação, com base nos resultados da análise de solo.

através de adubos formulados, misturados industrialmente.

Tabela 13. Sugestões para adubação de hortaliças e dados em Kg/ha.

ESPÉCIES	ANÁLISE DO SOLO			SUGESTÕES	
	P	K	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
CEBOLA	Baixo	Baixo	60 a 80	80 a 120	60 a 120
	Baixo	Alto	60 a 80	80 a 120	30 a 40
	Alto	Baixo	60 a 80	40 a 60	60 a 120
	Alto	Alto	60 a 80	40 a 60	30 a 40
TOMATE	Baixo	Baixo	80 a 100	140 a 200	90 a 100
	Baixo	Alto	80 a 100	140 a 200	40 a 60
	Alto	Baixo	80 a 100	40 a 80	90 a 160
	Alto	Alto	80 a 100	40 a 80	40 a 60
PIMENTÃO	Baixo	Baixo	60 a 80	150 a 250	120 a 200
	Baixo	Alto	60 a 80	150 a 250	40 a 80
	Alto	Baixo	60 a 80	50 a 100	120 a 200
	Alto	Alto	60 a 80	50 a 100	40 a 80
MELÃO	Baixo	Baixo	40 a 60	150 a 200	80 a 160
	Baixo	Alto	40 a 60	150 a 200	40 a 80
	Alto	Baixo	40 a 60	40 a 100	80 a 160
	Alto	Alto	40 a 60	40 a 100	40 a 80
MELANCIA	Baixo	Baixo	40 a 80	160 a 200	100 a 150
	Baixo	Alto	40 a 80	160 a 200	40 a 80
	Alto	Baixo	40 a 80	70 a 120	100 a 150
	Alto	Alto	40 a 80	70 a 120	40 a 80

OBS: O nitrogênio deve ser parcelado durante o ciclo da planta. O parcelamento se dá, 1/3 da dose recomendada no plantio e os 2/3 restantes em parcelas que podem variar de uma (caso do melão), até quatro vezes após a fundação (caso do pimentão).

Quanto aos níveis dos demais macronutrientes, podem também ser parcelados. Esta decisão deverá levar em conta a curva de absorção da cultura (época de maior exigência) e tipo do solo em questão

A seguir faremos uma simulação prática de como escolher o fertilizante para atender a análise de solo.

Digamos que a quantidade de nutriente, expressa na análise de solo, em Kg/ha, foi 15-80-60, indicando 15 Kg do N, 80 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 Kg de K<sub>2</sub>O, por hectare.

O adubo pode ser preparado de duas maneiras:

- a) através de mistura dos fertilizantes simples, na propriedade;
- b) através de adubos formulados, misturados industrialmente.

As quantidades a serem utilizadas na mistura são:

$$\text{Sulfato de Amônio: } \frac{100}{20} \times 15 \text{ kg/ha} = 75 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Superfosfato simples: } \frac{100}{18} \times 80 \text{ kg/ha} = 444,4 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Cloreto de Potássio: } \frac{100}{60} \times 60 \text{ kg/ha} = 100 \text{ kg/ha}$$

Para optar por uma fórmula comercial, determina-se a relação entre as quantidades de nutrientes recomendadas pela análise de solo e as fórmulas existentes no mercado.

Em outro exemplo, se a quantidade de nutriente indicada pela análise de solo for 15-60-30, a relação básica é 1:4:2. Isto significa que qualquer fórmula encontrada no comércio, que apresente esta relação, poderá ser utilizada. Digamos que a fórmula encontrada no mercado é a 6-24-12, para determinar a quantidade a aplicar por hectare, divide-se a quantidade recomendada, pelo laboratório, de qualquer um dos elementos por hectare, pela quantidade do elemento equivalente na fórmula do mercado, e multiplica-se o resultado por 100:

$$N = \frac{15}{6} \times 100 = 250 \text{ kg/ha}$$

$$P_2O_5 = \frac{60}{24} \times 100 = 250 \text{ kg/ha}$$

$$K_2O = \frac{30}{12} \times 100 = 250 \text{ kg/ha}$$

#### FONTES DE NUTRIENTES MINERAIS PARA ADUBAÇÃO

Serão apresentados as fontes mais frequentemente encontradas no comércio brasileiro (ANDA, 1975).

##### a) Nitrogênio:

- . Sulfato de amônio - 20% de N amoniacal e 24% de S
- . Uréia - 45% de N amídico
- . Salitre do chile - 16% de N nítrico
- . Nitrocálcio - 20,5% de N (10,2% nítrico e 10,3% amoniacal), 5% de CaO e 3% de MgO
- . Fosfato monoamônio - 10-11% de N amoniacal e 48-54% de  $P_2O_5$
- . Fosfato diamônio - 16-20% de N amoniacal e 42-46% de

b) Fósforo:

- . Superfosfato simples - 20% de  $P_2O_5$  e 27% de CaO e 8% S
- . Superfosfato triplo - 45% de  $P_2O_5$ , 15% de CaO e 2% S
- . Fosfato monoamônio e diamônio - ver N
- . Termofosfato - 19% de  $P_2O_5$  além de Ca e Mg
- . Fosfatos naturais - 30% de  $P_2O_5$  e 40 a 45% de CaO

O fósforo desses dois últimos não é solúvel em água, tendo disponibilidade mais lenta para as plantas.

c) Potássio:

- . Cloreto de potássio - 60% de  $K_2O$  e 47% de Cl
- . Sulfato de potássio - 50% de  $K_2O$ , 18% de S e 2% de Cl

d) Cálcio:

- . Corretivos da acidez do solo - calcários calcítico e dolomítico, cal extinta, escórias - teores variados de CaO
- . Sulfato de cálcio (gesso) - 28-30% de CaO e 15-16% S
- . Cloreto de cálcio - 50% de CaO e 64% de Cl

e) Magnésio:

- . Corretivos da acidez do solo - calcário dolomítico - teores variados de MgO
- . Sulfato de magnésio - 16-17% de MgO e 13-14% de S
- . Nitrocálcio - 2-8% de MgO (ver N)
- . Termofosfatos - 10% de MgO.

f) Enxofre:

- . Enxofre elementar - 98-99% de S
- . Sulfato de cálcio (gesso) - ver Ca
- . Superfosfatos - ver P
- . Sulfato de magnésio - ver Mg
- . Sulfato de amônio - ver N

O enxofre elementar, devido à oxidação microbiológica que sofre no solo tem alto poder acidificante, em virtude da formação de á

g) Boro:

- . Ácido bórico - 17% de B
- . Bórax - 11% de B

h) Molibdênio:

- . Molibdato de sódio - 39% de Mo
- . Molibdato de amônio - 48% de Mo

i) Zinco:

- . Sulfato de zinco - 21-22% de Zn
- . Óxido de zinco - 75-80% de Zn
- . Fungicidas contendo zinco - Dithane M-45, Manzate D  
Ditocarbamatos

j) Cobre:

- . Sulfato de cobre - 24% de Cu
- . Fungicidas cúpricos

l) Ferro:

- . Sulfato ferroso - 20% de Fe

m) Manganês:

- . Sulfato de manganês - 25% de Mn
- . Fungicidas contendo manganês - Dithane M-22, Dithane  
M-45, Manzate, Manzate D

n) Cloro:

- . Cloreto de potássio - 47% de Cl
- . Cloreto de cálcio - 64% de Cl

CICLO FENOLÓGICO DAS PRINCIPAIS CULTURAS ANUAIS CULTIVADAS NOS PERÍMETROS

1. CEBOLA

1ª fase	2ª fase			3ª fase	
0	20	40	50	90	DIAS
Semeio	Transplante	Adubação	Adubação	Bulbificação	Colheita
	Apl. Herbicida	Cobertura	Cobertura		
jan/fev	fev/mar		Capina		abr/mai

1ª FASE - + 30 dias - pré-plantio:

- . Preparo do solo {
  - Subsolagem - se necessário
  - Aração profunda
  - Gradagem cruzada
  - Sulcamento
- . Preparo da sementeira {
  - Levantamento dos canteiros ou do sulco
  - Semeio
- . Adubação de plantio {
  - Incorporada antes do transplante
  - No sulco ou na faixa de plantio

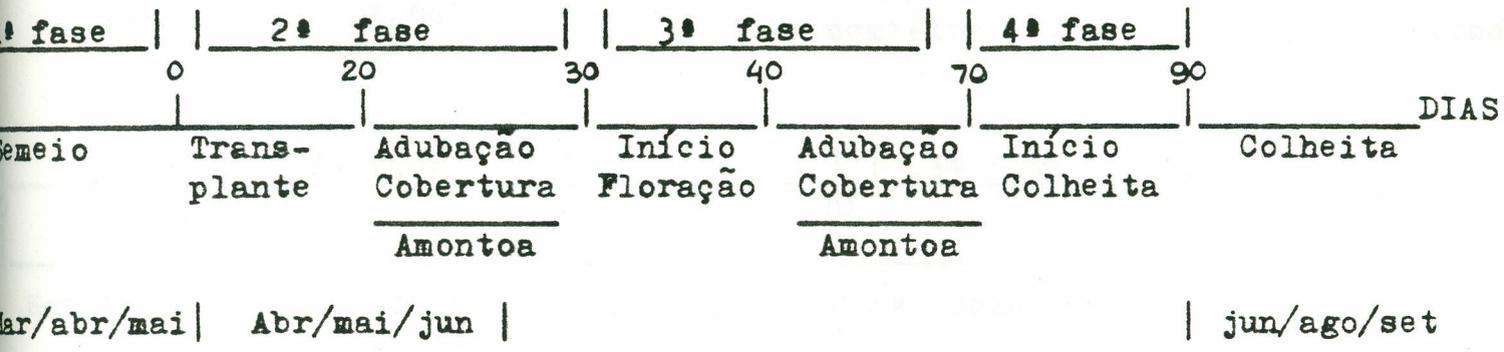
2ª FASE - + 50 dias - do pós-transplante ao início da Bulbificação

- . Aplicação de herbicidas {
  - Pós-transplante
  - e
  - Pré-emergente das ervas
- . Adubação de cobertura {
  - 1ª aos 20 dias do transplante
  - 2ª aos 40 dias do transplante
- . Capina manual - No final da 2ª fase -- de 40/50 dias no campo

3ª FASE - + 40 dias - do início da Bulbificação a Colheita, este ciclo varia conforme a relação clima X cultivar.

OBS: Os tratamentos fitossanitários são comuns em todas as fases.

2. TOMATE



1ª FASE -- + 25 dias -- pré-plantio:

- . Preparo do solo {
  - Sub-solagem - se necessário
  - Aração profunda
  - Gradagem cruzada
  - Sulcamento
- . Preparo sementeira {
  - Levantamento do canteiro ou sulco
  - Semeio
- . Adubação de plantio {
  - Incorporada antes do transplante

2ª FASE -- + 30 dias -- Do transplante ao início da floração

- . Adubação de cobertura {
  - + 20 dias do transplante
- . Amontoa {
  - Operação para incorporar a adubação
- . Capina {
  - Realizada na época da amontoa

3ª FASE -- + 40 dias -- Do início da floração do início da maturação dos frutos.

- . Adubação de cobertura + 40 dias do transplante
- . Amontoa {
  - Operação para incorporar a adubação
- . Capina {
  - Basicamente na entre linha e sulco de plantio

4ª FASE -- + 20 dias -- Colheita

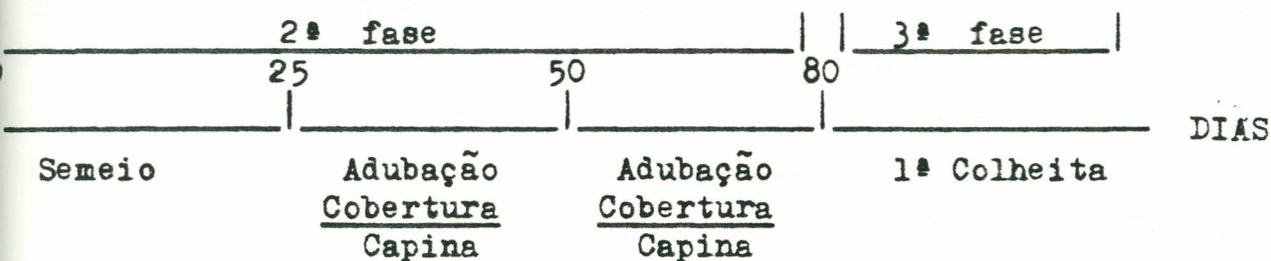
OBS: Os tratamentos fitossanitários são comuns a todas as fases, com exceção da 4ª fase, período da colheita.

OBS: O tratamento fitossanitário é comum durante todo o ciclo da planta.



#### 4. MELANCIA

Plantios - Jan/mai - melhores preços no mercado interno  
Jul/set - período de maior produtividade da cultura



1ª FASE -- + 20 dias -- pré-plantio / adubação de fundação.

. Preparo de solo {  
Subsolagem - se necessário  
Aração profunda  
Gradagem - nivelamento  
Sulcamento

. Coveamento -- esp. 3,0 X 1,0 m

. Adubação na cova -- de 10 a 15 dias de pré-semeio

2ª FASE -- + 80 dias -- da germinação da semente a 1ª colheita

Este período varia conforme a época do ano, a exemplo da cultura do melão.

. Adubação de cobertura -- + 25 dias do semeio (1ª)

. Capina -- antes da 1ª cobertura

. Adubação de cobertura -- + 50 dias de semeio (2ª)

. Capina -- antes da 2ª cobertura

3ª FASE -- Colheita -- a exemplo do melão, depende do estado geral das plantas

Há registro na região que, a partir dos 80 dias de semeio consegue-se até 4 colheitas, espaçadas 8-12 dias.

OBS: O tratamento fitossanitário é realizado periodicamente durante todo o ciclo da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDEZ, J.C.; GUIDOLIN, J.A. & LOPES, A.S. Os adubos e a eficiência das adubações. São Paulo, ANDA, 1989. 35 p. (Boletim Técnico nº 3)
- BELFORT, C.C.; HAAG, H.P.; MATSUMOTO, T.; CARMELO, O.A.C.; SANTOS, J.W. C. Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pelo melão (*Cucumis melo* L. Cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em latossolo vermelho amarelo em Presidente Venceslau, SP. In HAAG, H.P. MINAMI, K. Nutrição mineral em Hortaliças, 2 ed. Campinas, SP. Fundação Cargil, 1988. p. 293-349.
- CASALI, V.W.D.; SONNENBERG, P.E.; PEDROSA, J.F. Melancia: Cultivares e métodos culturais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8 (85) p. 29-32. janeiro, 1985.
- CICA. Instrução técnica para a cultura do tomate rasteiro no estado de São Paulo. São Paulo, CICA, 1986, 46 p. (Boletim técnico).
- COBBE, R.V. Reavaliando as Hortaliças. Horticultura Brasileira, Brasília, 1(2): 10-17, novembro, 1983.
- DEVLIN, R.M. Fisiologia Vegetal. Barcelona, Ediciones Omega S.A. 1980 517 p.
- FARIA, C.M.B. de. Nutrição mineral e adubação da cultura do melão. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1990. 26 p. (Circular técnico nº22).
- FERNANDES, P.D. Estudo da nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) variedades Avelar e Ikeda. Absorção e deficiências de macronutrientes. Piracicaba, ESALQ, 1971. 95 p. (Tese M S.)
- FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. 1ª ed. São Paulo, E.P.V., 1979, Vol. 1, 350 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura cultura e comercialização de hortaliças. 2ª ed. São Paulo, Ed Agronômica Ceres, 1981, V.1 338 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura cultura e comercialização de hortaliças. 2ª ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1982, Vol II. 357 p.
- GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. Bragantia, Campinas, 22(56): 693-714, novembro, 1963.

HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura de cebola. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". Piracicaba, 27: 143-153, 1970

----- Nutrição mineral de hortaliças. V. Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão. O solo, 62(2):7-11, 1970.

HATCHER, J.T.; OBWER, C.A.; CLARK, M. Adsorption of boron by soils as influenced by hidroxy aliminuim and sustace area. Soil Science Soc. Amer. Proc. 13: 130-134, 1948.

MAGALHÃES, J.R. Efeitos de período de carência e da aplicação foliar de Boro em tomateiro (Lycopersicum esculentum M.) Viçosa, U.F.V. 1977 (Tese mestrado).

MAGALHÃES, J.R. Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças. Brasília, EMBRAPA - Departamento de Publicações, 1988, 64 p.

----- Nutrição mineral da cebola. Brasília, EMBRAPA/CNPQ, 1984. (Apostila do curso adubação e nutrição mineral das hortaliças)

MALAVOLTA, E. Adubação mineral em olericultura. Piracicaba, CENA, USP, 1984. 65p. Apostila do Curso sobre nutrição e adubação de hortaliças, Brasília, 1984.

----- Elementos de nutrição de plantas. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 1980. 251 p.

----- 1976. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, ed. Agrônômica Ceres. 527 p.

----- Manual de calagem e adubação das principais culturas. Piracicaba, ed. Agrônômica Ceres, 1987. 496 p.

-----; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 201 p.

MAKMUR, A.; GERLOFF, G.C. e GABELMAN, W.H. Physiology and inheritance of offciency in potassium utilization in tomatoes grown under potassium stress. Jour Amer Soc. Hort. Scien. 103 (4): 554-560, 1978.

- MILLER, C.H.; McCOLLUM, R.E.; CLAIMONS, S. Relationships between growth of bell peppers and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. J. Amer. Soc. Hort. Science, 104 (6): 852-857, 1979.
- MONNERAT, P.H. Nutrição mineral e adubação do tomateiro estaquiado. Brasília, EMBRAPA/CNPH, 1984. 37 p. Apostila do Curso sobre nutrição e adubação de hortaliças.
- NOGUEIRA, F.D.; FAQUIM, V.; PAULA, M.B. de Solo, calagem e adubação para brássicas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9 (98): 21-26, fevereiro, 1983.
- OLIVEIRA, G.D. de; FERNANDE, P.D.; COSTA, M.C.B.; SANTOS, M.A.C. dos; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças. XVI Extração de micronutrientes por algumas hortaliças. Nota prévia. In Reunião anual da sociedade de olericultura do Brasil, São Paulo, 11:11-17, julho, 1971 (ESALQ datilografado).
- PEREIRA, J.; COBBE, R.V. Fertilização, correção da acidez e da salinidade dos solos. Brasília, CODEVASF/FAO, junho, 1990. 25 p. (Boletim técnico nº1).
- VOISAN, A. Adubos: novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo, Ed. Mestre Jou. 1973. 140 p.