

**MEC / UFLA / DCS**  
**GCS - 110 PARTE DE NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS**  
**EXERCÍCIOS PRÁTICOS (2012 / 1º)**

**CULTIVO DE PLANTAS EM AMBIENTE CONTROLADO: SOLUÇÃO  
NUTRITIVA, HIDROPONIA E EM VASOS COM SOLO**

Prof. V. Faquin; Prof. F. R. Vale; Prof. A. E. Furtini Neto

**I. CULTIVO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Os aspectos básicos para o cultivo de plantas em solução nutritiva constam de apostila à parte (Vale & Faquin, 1997). Em complementação, são aqui enfocadas as principais fontes de nutrientes utilizadas para preparação de soluções estoque e são apresentados alguns exercícios para melhor entendimento de aspectos contidos na citada monografia.

**A) Principais fontes p.a. de nutrientes utilizadas para  
preparação de solução estoque**

**- Macronutrientes**

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{KNO}_3$ ;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

**- Micronutrientes**

$\text{H}_3\text{BO}_3$ ;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnCl}_2$ ;  $\text{CuCl}_2$ ;  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**- Alumínio**

$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

---

**Auxiliares:** Pós-Doutorando Silvío Júnio Ramos; Doutorandos Nilma Portela Oliveira; Danilo Araújo Soares e Paulo Fernandes Boldrin

## B) Pesos atômicos

N = 14; P = 31; K = 39; Ca = 40; Mg = 24,3; S = 32;  
B = 10,8; Cl = 35,5; Cu = 63,5; Fe = 55,8; Mn = 54,9;  
Mo = 95,94; O = 16; Zn = 65,4; Al = 27; Cd = 112,4.

**Obs.:** Quando pertinente, no cálculo do Peso Molecular da fonte, incluir a água de hidratação.

## C) Fórmulas auxiliares

$$. C_M = \frac{m(g)}{PM(g) \cdot V(L)}; .ppm = mM \times PA; .ppm = meq/100 \text{ cm}^3 \times PE \times 10$$

$$. ppm = \text{partes por milhão: } \mu\text{g/g ou } \mu\text{g/mL} \\ \text{mg/kg ou mg/L} \\ \text{g/t ou g/m}^3$$

**Obs:** Ressalta-se que as unidades "ppm" e "meq" não são mais usadas em publicações, sendo que na área de Solos e Nutrição de Plantas, as unidades utilizadas são do Sistema Internacional. Por exemplo: ppm deve ser substituído por mg/kg (meio sólido) e mg/L ou  $\text{dm}^3$  (meio líquido), e meq/100  $\text{cm}^3$  por  $\text{cmol}_c/\text{L}$  ou  $\text{dm}^3$ . Nesses casos, os valores numéricos são idênticos. Nessa nota, os termos ppm e meq ainda serão utilizados, pois são unidades usadas em muitas literaturas clássicas mais antigas sobre o assunto.

## D) Cálculos

1. Completar a Tabela 1, dando a concentração da solução final para os macronutrientes em mM e ppm (mg/L) e micronutrientes em  $\mu\text{M}$  e ppm (mg/L), considerando as concentrações e quantidades das soluções estoque pipetada (mL do estoque/L da solução final).

TABELA 1 - Composição da solução nutritiva.

Solução estoque	mL/L	mM/ $\mu$ M <sup>(1)</sup>	ppm
- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ M (115,0 g/L)	2,0	N- $\text{NH}_4^+$ P	
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ M ( 132,0 g/L)	1,0	N- $\text{NH}_4^+$ S	
- $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 0,5 M (68,0 g/L)	1,0	K P	
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,05 M (12,315 g/L)	10,0	Mg S	
- Solução a <sup>(2)</sup>	1,0	B Cu Mn Mo Zn	
- Fe-EDTA <sup>(3)</sup>	1,0	Fe	

(1) mM - para macronutrientes;  $\mu$ M - para micronutrientes;

(2) Solução "a" (micronutrientes) - dissolver separadamente, misturar e completar a 1 litro: 2,86 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 1,81 g  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; 0,22 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,08 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 0,02 g  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;

(3) Fe-EDTA - foi preparado usando-se 24,9 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /litro (ver VALE e FAQUIN, 1997, p.13-14).

2. Quanto se deve pesar de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  para o preparo de uma solução estoque de 2L, em que se retirando 20 ml terá uma concentração de 60 mg/L de N na solução final?

(a) Supondo-se que se dispõe no laboratório apenas  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , quanto desse sal(g/L) deverá ser pesado para preparar a solução estoque com a mesma concentração de Nitrogênio?

(b) Pipetando-se 10 mL da solução estoque do item (a) por litro de solução final, qual a concentração final de Enxofre (em mM e ppm)?

(c) Quantos mL/L da solução estoque do item (a) deve-se pipetar para ter na solução final de cultivo 30 ppm (mg/L) de N?

3. Numa dada visita de assistência técnica a uma empresa agrícola, você notou que o feijoeiro, em início de emissão dos botões florais, estava com pequeno desenvolvimento, supostamente deficiente em N e P. Na prática, já é comum você recomendar adubação foliar para o feijoeiro com 3% de Uréia, 6% de MAP e 0,5% de  $ZnSO_4$ , aplicando-se 400 L da solução/ha. O agricultor lhe informou que possui uma fórmula na propriedade sendo 14-35-9 (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ), cujas fontes foram a uréia (45% de N), MAP (50% de  $P_2O_5$  e 10% de N) e KCl (60% de  $K_2O$ ). Assim, sem fazer nenhum cálculo você recomendou ao agricultor uma adubação foliar com a citada fórmula, usando-se 50 kg da fórmula/400 L x ha. Conhecedor dos cuidados com o uso da uréia em aplicações foliares (risco de fitotoxidez), chegando ao seu escritório, você preocupou-se em calcular a percentagem de uréia presente na recomendação. Pede-se: Qual a concentração de uréia na solução recomendada? A sua recomendação foi segura ou você corre o risco de perder o emprego? (Demonstre os cálculos).
4. Você foi consultado por um proprietário, sobre a possibilidade técnica e econômica da substituição de uma fórmula comercial de fertilizantes para fertirrigação do cafeeiro (Tabela 2), por fertilizantes simples (Tabela 3).

Tabela 2. Composição da fórmula comercial para cafeeiro em produção e o seu preço.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Zn	R\$/kg
20	5	20	600	2,30

Informações importantes:

- . irrigação por gotejamento
- . café arabica com 5 anos de idade
- . espaçamento: 3,60 x 0,55m
- . produtividade esperada: 60 sacas beneficiadas/ha
- . dose da fórmula recomendada: 50g / cova . mês
- . fazer 11 aplicações, uma por mês, de agosto a junho

Tabela 3. Composição dos adubos simples disponíveis e seus preços.

Adubo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Zn	R\$/kg
Uréia	45	-	-	-	-	0,80
MAP purificado	9	48	-	-	-	3,60
KCl branco	-	-	60	-	-	0,75
Nitrato de Potássio	13	-	44	-	-	2,68
Sulfato de Potássio	-	-	48	16	-	1,50
Sulfato de Zinco	-	-	-	-	22	1,50

Pede-se:

1. Quantos gramas / cova de cada adubo simples escolhido você deve usar em cada uma das aplicações mensais, para fornecer as mesmas doses dos nutrientes da fórmula?
2. E no total das aplicações / cova?
3. E por hectare?
4. Qual será a economia (ou não) por hectare em relação à fórmula?

Só para refletir: e por 100 hectares?

**Obs: Na escolha dos adubos simples, além do preço, você deve observar o uso do menor número de fontes possível na composição da nova formulação.**

## **II. HIDROPONIA**

Os aspectos básicos vistos para o cultivo de plantas em solução nutritiva, aplicam-se ao cultivo hidropônico de plantas. Os itens I-Solução Nutritiva e II-Hidroponia, são separados apenas por razões didáticas, dando-se ao primeiro um sentido voltado à pesquisa e ao segundo uma idéia de empreendimento comercial de cultivo de plantas em larga escala em solução nutritiva.

Hidroponia (hydro=água e ponos=trabalho), indica o cultivo de plantas em ausência de solo. O "cultivo hidropônico" refere-se ao cultivo usando apenas o meio líquido, também denominado de NFT (Nutrient Film Technique).

Principais vantagens: maior produtividade; melhor uso da água e dos nutrientes; produtos de melhor qualidade; menor uso de defensivos agrícolas; o solo é preservado. Algumas desvantagens: custo inicial elevado; requer um bom conhecimento técnico, principalmente no manejo da solução nutritiva; falta de energia elétrica; se a água se contaminar, todo o sistema é afetado.

O objetivo deste item é apresentar algumas informações a respeito das soluções nutritivas utilizadas em cultivo hidropônico, fontes dos nutrientes e cálculos de suas composições. Maiores detalhes e outras informações, podem ser obtidas nas literaturas citadas no final (CASTELLANE, P.D. & ARAÚJO, J.A.C., 1994; FAQUIN et al., 1996; FURLANI, P.R., 1998; FURLANI et al., 1999; RESCH, 1997; EPAMIG, 1999).

### **A) Soluções nutritivas**

A qualidade química e microbiológica da água é fundamental em cultivo hidropônico. Deve-se evitar o uso de água rica em sais e com riscos de contaminação microbiológica.

Diversas são as formulações propostas na literatura para o cultivo hidropônico de plantas, e deve-se escolher aquela mais

apropriada para a espécie que se deseja cultivar. Para pesquisa, deve-se usar fontes p.a.; para o cultivo comercial, utilizar adubos e reagentes também comerciais. Na Tabela 2 são apresentadas sugestões de soluções para algumas culturas.

Tabela 2. Sugestões de soluções nutritivas para algumas hortaliças cultivadas no sistema NFT; valores em g/1000 L.

Sal	Tomate	Pimentão	Berinjela	Pepino	Melão	Alface	Morango
Nitrato de Cálcio	900	650	750	960	900	950	700
Nitrato de Potássio	270	506	632	485	455	900	303
Sulfato de Potássio	122	-	-	-	22	-	-
Fosfato de Potássio <sup>1</sup>	272	170	204	245	170	272	204
Cloreto de Potássio	141	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Magnésio	216	246	370	418	246	246	246
Nitrato de Magnésio <sup>2</sup>	228	50	20	-	-	-	-
Fe-EDTA <sup>3</sup>	43	37	32	43	22	50	25
Sulfato de Manganês	4,23	1,70	2,54	4,23	2,54	1,70	1,70
Bórax	1,90	2,40	2,40	1,90	1,90	2,85	1,90
Sulfato de Zinco	1,15	1,15	1,45	1,15	1,15	1,15	1,15
Sulfato de Cobre	0,12	0,12	0,19	0,12	0,12	0,19	0,12
Molibdato de Sódio	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

<sup>1</sup>35% de K<sub>2</sub>O e 53% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; <sup>2</sup>7% de N e 10% de MgO, líquido (1 kg = 770 mL);

<sup>3</sup>Considerar o preparo do Fe-EDTA apresentado por VALE & FAQUIN (1997); neste caso, os valores da tabela são em mL/1000L.

**Fonte:** CASTELLANE & ARAÚJO (1994).

Na Tabela 3, aparecem as principais fontes dos nutrientes (sais puros ou fertilizantes) e suas composições, mais comumente utilizadas no preparo das soluções, o que facilita os cálculos.

TABELA 3. Sais e fertilizantes usados no preparo de soluções nutritivas.

<b>Sal puro ou Fertilizante</b>	<b>Nutriente fornecido</b>	<b>Concentração (%)</b>
*Nitrato de Potássio	K	36
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13
*Nitrato de Cálcio	Ca	17
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12
Nitrato de Magnésio	Mg	9,5
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11
Sulfato de Amônio	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	21
	S	24
*Monoamôniofosfato (MAP)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	11
	P	21
Diamôniofosfato (DAP)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18
	P	20
Nitrato de Amônio	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	16,5
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	16,5
*Fosfato Monobásico de Potássio	K	29
	P	23
Cloreto de Potássio	K	52
	Cl	47
Sulfato de Potássio	K	41
	S	17
*Sulfato de Magnésio	Mg	10
	S	13
Cloreto de Cálcio	Ca	22
	Cl	38
*Sulfato Ferroso <sup>1</sup>	Fe	20
	S	11
EDTA-dissódico <sup>1</sup>	complexante para ferro	
*Ácido Bórico	B	17
Bórax	B	11
*Sulfato de Cobre	Cu	24
	S	12
*Sulfato de Manganês	Mn	25
	S	21
Cloreto de Manganês	Mn	27
	Cl	35
*Sulfato de Zinco	Zn	22
	S	11
Cloreto de Zinco	Zn	45
	Cl	52
*Molibdato de Sódio	Mo	39
*Molibdato de Amônio	Mo	54
Trióxido de Molibdênio	Mo	66

<sup>1</sup>No preparo do Fe-EDTA, considerar as recomendações apresentadas por VALE & FAQUIN (1997), p.13. \*As fontes mais usadas (ver Tabela 2)

O pH da solução nutritiva também deve ser ajustado de acordo com a exigência da planta. De maneira geral, o pH adequado para a maioria das espécies está entre 6 e 6,5. O volume de água evapotranspirado pelo sistema deve ser repostado ao depósito diariamente.

Com o cultivo, tanto o pH quanto a concentração dos nutrientes na solução sofrem alterações, portanto, devem ser monitorados. O monitoramento do pH deve ser freqüente (às vezes diário) e para ajustá-lo usa-se ácidos (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para abaixá-lo e bases (KOH, NaOH) para elevá-lo. O monitoramento da concentração dos nutrientes na solução, pode ser feito, preferencialmente, pela análise dos nutrientes ou pela medida da condutividade elétrica (C.E.). Na prática, devido a facilidade, a condutividade elétrica tem sido utilizada para a avaliação da necessidade de reposição de nutrientes na solução nutritiva. A C.E. é uma medida semi-quantitativa, uma vez que avalia apenas a quantidade de sais na solução. Não avalia a concentração individual dos nutrientes, o que pode trazer problemas de balanceamento dos mesmos. A C.E. é expressa pelas unidades microSiemens ( $\mu$ S/cm) ou miliSiemens (mS/cm). De maneira geral, a C.E. da solução para a maioria das espécies deve estar entre 2 a 3 mS/cm, podendo algumas exigir valores menores ou maiores. Exemplos: morangueiro - 1,5 a 2,0 mS/cm; alface - 1,5 a 2,5 mS/cm; tomateiro - até 4,0 mS/cm.

Através da condutividade elétrica (C.E.) podemos estimar a concentração de sais e a pressão osmótica (P.O.) da solução:

- ppm de sais = 640 . C.E. (mS/cm)
- meq de sais/L = 12,5 . C.E. (mS/cm)
- P.O. (atm) = 0,28 a 0,36 . C.E. (mS/cm), em função da temperatura.

Ressalta-se que a P.O. adequada está entre 0,5 e 1,0 atm.

## B) Exercícios

(a) Utilizando os dados das Tabelas 2 e 3, preencher os espaços da Tabela 4, **para uma cultura a sua escolha**, indicando as concentrações (mg/L=ppm) dos nutrientes para a cultura escolhida.

TABELA 4 - Concentração dos nutrientes (mg/L ou g/m<sup>3</sup> = ppm) em soluções nutritivas usadas para diversas hortaliças em hidroponia.

Nutriente	Tomate	Pimentão	Berinjela	Pepino	Melão	Alface	Morango
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>							
P							
K							
Ca							
Mg							
S							
B							
Cu							
Mn							
Mo							
Zn							

(b) Vamos admitir que sua cultura de alface apresente deficiência de Ca. Então você resolveu aplicar mais 350 g de nitrato de cálcio/1000 L à solução. Pede-se:

(b1) Quantos ppm (mg/L) de cálcio foi aplicado?

(b2) Quantos ppm (mg/L) de N foi aplicado juntamente com o cálcio?

### **III. CULTIVO EM VASOS COM SOLO**

Esse item não tem como propósito discutir a importância e os objetivos dos ensaios em vasos com solo, e sim dar alguns exemplos básicos como exercícios de cálculo. Não devemos jamais esquecer nos experimentos de fertilidade e nutrição de plantas, da secular e a mais elementar lei da fertilidade do solo, a chamada "**lei do mínimo**" (LIEBIG, 1862). Portanto, quando se tem como objetivo estudar algum fator da fertilidade do solo ou da nutrição das plantas, os outros deverão estar em condições adequadas. E esta condição é atingida pela chamada "**adubação básica**".

#### **A - Principais fontes e doses de nutrientes e corretivos utilizados nesses experimentos:**

##### **- Calagem**

Quando esta não for o objetivo do trabalho, tem-se utilizado com sucesso, calcários dolomíticos comerciais, calcinados e micropulverizados (Minercal, Agrical, etc.), que apresentam reação bastante rápida; ou  $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$  p.a., relação equivalente Ca:Mg de 4:1. Uma incubação com umidade adequada por 20 dias é suficiente para a reação.

##### **- Adubação**

Nos estudos de fertilidade, preferencialmente, as fontes dos nutrientes devem constituir-se de reagentes p.a.. Muitas vezes, dependendo do objetivo do trabalho, adubos comerciais podem ser utilizados. Nesse caso, para melhor controle, deve-se analisar os adubos em questão.

As fontes p.a. para macro e micronutrientes, normalmente, são aquelas citadas para solução nutritiva (ver pág. 1).

#### - Doses

Calcário: A recomendação pode ser feita por qualquer método, mediante a análise química do solo, transformando-se as doses/ha do campo para o peso ou volume do vaso. O método de saturação por bases (SP) tem dado ótimos resultados (elevação do pH a 6,0 - 6,5).

Aubos: **A recomendação de adubação usada para o campo não se aplica para experimentos em vasos**; normalmente, esta é de 5 ou mais vezes maior do que aquela do campo, dependendo do tipo de solo e da planta, como mostraram ROSSI et al. (1994).

A experiência tem mostrado bons resultados para uma série de culturas, fornecendo-se os nutrientes nas seguintes doses em mg/kg ou mg/dm<sup>3</sup> (MALAVOLTA, 1980, p.220, e NOVAIS et al., 1991, p. 195; com pequenas modificações): N = 100-300; P = 200-300; K = 150-200; Ca = 200; Mg = 50; S = 40-50; B = 0,5-0,8; Cu = 1,3-1,5; Fe = 2-5; Mn = 3-4; Mo = 0,10-0,15 e Zn = 4-5. Essas doses podem ser modificadas em função dos objetivos do trabalho, fertilidade do solo, duração do experimento, tipo e textura do solo. O Ca e o Mg são dispensáveis quando for realizada a calagem. O N e o K devem ser parcelados em 2 a 5 vezes, sendo uma parte aplicada no plantio e as demais em cobertura durante o desenvolvimento das plantas, evitando-se a salinidade e efeito fitotóxico.

#### - Forma de aplicação

O calcário e os macronutrientes (de fontes de baixa solubilidade) normalmente são aplicados em forma de pó ao solo seco e após, bem homogeneizados. Os micronutrientes (e os macros de fontes de alta solubilidade) normalmente são aplicados na dose recomendada, na forma de solução nutritiva através de pipeta, ao solo seco e espalhado, fazendo-se após,

uma cuidadosa homogeneização. O N e o K em cobertura, normalmente são aplicados na forma de solução nutritiva durante o desenvolvimento das plantas.

## B - Exercícios

Suponha a condução de um experimento em vasos, em solo de várzea. Considerando o uso de vasos com capacidade de 3 kg de solo, densidade do solo igual a 1,0 (g/cm<sup>3</sup>) e o resultado da análise química (0-20 cm) abaixo, responder as questões a seguir:

---

pH em água .....	4,7AcE
P (mg/dm <sup>3</sup> ) .....	6,0 B
K (mg/dm <sup>3</sup> ) .....	51,0 M
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	0,7 B
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	0,2 B
Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	1,6 A
H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	13,7MA
S (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	1,3 B
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	2,9 M
T (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) .....	15,0 B
m (%) .....	61
V (%) .....	7
Matéria orgânica (g/kg) .....	245
Areia (g/kg) .....	239
Silte (g/kg) .....	391
Argila (g/kg) .....	370

---

- (a) Calcular a dose em gramas de calcário dolomítico (PRNT = 110%), para um vaso com 3 kg de solo, usando o método de saturação por bases.

$$NC = \frac{T (V_2 - V_1)}{PRNT}; V_2 = 70\%$$

(b) E a dose para 300 kg de solo, supondo-se a mistura realizada em betoneira?

(c) As doses para a adubação básica de N, P e K são de 200, 150 e 150 ppm (mg/L), respectivamente. O N parcelado em 4 vezes sendo 50 ppm no plantio e 3 coberturas de 50 ppm cada, aos 15, 30 e 45 dias após a germinação. O K parcelado em 3 vezes sendo 50 ppm no plantio e 2 coberturas de 50 ppm cada aos 15 e 30 dias juntamente com o N.

Dispõem-se como fontes p.a. o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $\text{KNO}_3$ ;  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  e  $\text{KCl}$ . Pede-se:

Quais as quantidades (g/vaso de 3 kg) das fontes escolhidas seriam aplicadas, para atender a adubação de plantio (N = 50; P = 150 e K = 50 ppm). Obs: **Para facilidade prática, use o menor número de fontes possível no atendimento das doses recomendadas.** Evitar sempre que possível o uso de fontes com cloro.

#### IV. LITERATURA BÁSICA

CASTELLANE, P.D. & ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo - hidroponia. Jaboticabal, UNESP/FUNEP, 1994. 43p.

EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral de Plantas:** Princípios e Perspectivas. Rio de Janeiro: EDUSP e Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1975. 341p.

EPAMIG. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, 1999.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. Produção de alface em hidroponia. Lavras: DCS/UFLA, 1996. 50p.

FURLANI, P.R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia - NFT. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 30 p. (Boletim Técnico, 168).

FURLANI, R.M.C.; FURLANI, P.R. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1988 (Boletim Técnico, 121).

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999 (Boletim Técnico, 180).

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. Berkeley, California Agricultural Experiment Station, 1950. (Circular 347).

- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J. et al. (Coord.). **Métodos de Pesquisa em Fertilidade do Solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p.189-253. (EMBRAPA-SEA. Documentos 3).
- RESCH, H.M. Cultivos hidropônicos: nuevas tecnicas de produccion. Madrid: Mundi-Prensa, 1997. 509 p.
- ROSSI, C.; FAQUIN, V.; RAMOS, A.A. et al. Níveis de adubação NPK para o milho e feijão em experimentos de casa de vegetação. I. Produção de matéria seca. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 21, Petrolina, 1994. **Anais**. Petrolina: SBCS, 1994. p.293-294.
- VALE, F.R. & FAQUIN, V. **Aspectos Básicos para Cultivo de Plantas em Solução Nutritiva**. DCS/UFLA, Lavras, 1991. 14p. (Apostila).