



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS JABOTICABAL**

**Disciplina Nutrição de Plantas**

**EXPERIMENTAÇÃO (Parte prática)**

**DIAGNOSE DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL  
EM CULTURAS**

**Prof. Dr. Renato de Melo Prado  
Departamento de Solos e Adubos**

## **1. Introdução**

Os experimentos têm as seguintes finalidades:

1. Avaliar o estado nutricional das culturas A (turma 1); B (Turma 2) e C (Turma 3) com respeito aos elementos N, P, K, Ca, Mg e S, através da diagnose visual;
2. Verificar que a planta necessita dos nutrientes para obter seu ótimo desenvolvimento e a omissão deles afeta o crescimento, a nutrição e a produção de biomassa das plantas.
3. As sintomatologia da deficiência nutricional é característica para cada nutriente e está associado a sua função fisiológica nas plantas..

## **2. Obtenção das Plantas**

### **3.1. Material**

- Sementes das culturas A: \_\_\_\_\_; B: \_\_\_\_\_ e C: \_\_\_\_\_.
- Bandejas plásticas ou tubetes com vermiculita;
- Solução nutritiva correspondente à solução concentrada de Hoagland & Arnon (1:20), Tabela 1.

### **3.2. Procedimento**

1. As sementes foram tratadas conforme as normas para comercialização de sementes;
2. Foram distribuídas uniformemente, para cada cultura, cerca de 8 sementes por tubete contendo substrato a base de vermiculita; Cada turma (ou cultura) terá 21 tubetes.
3. As sementes foram recobertas com uma camada de vermiculita de um cm de espessura;
4. Esse substrato foi umedecido;
5. Abrigou a luz direta até iniciar a germinação;
6. Os tubetes foram levados para a casa de vegetação;
7. Irrigou com solução nutritiva de Hoagland & Arnon, (Tabela 1\*);
8. De duas a três semanas após a semeadura, as plantas estarão prontas para receberem os tratamentos;
9. Anotar as datas da semeadura, germinação e transplante para os vasos com a solução nutritiva.

### 3. Preparo das soluções estoque

#### 3.1. Para as bandejas

A solução nutritiva utilizada nos tubetes será aplicada, logo após a emergência das plântulas, durante a fase inicial de crescimento (até duas semanas após a emergência).

As proporções em que as diferentes soluções estoque entram na composição das soluções de trabalho estão presentes na Tabela 1. Atenção os números de mL se referem a 5 L de soluções finais, correspondentes à solução original (concentrada) de Hoagland & Arnon (1950). Ressalta-se que nesta fase as plantas são sensíveis à solução concentrada, assim, é necessário uso de solução diluída para evitar danos fisiológicos nas culturas.

**Tabela 1. Solução nutritiva diluída para irrigar as bandejas**

Soluções estoques (mL / 5000 mL)		Irigar com* (em mL)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,5	2,5
KNO <sub>3</sub>	2,5	12,5
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O	2,5	12,5
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	1,0	5,0
Micronutrientes completos	0,5	2,5
Fe EDTA	0,5	2,5

OBS: Das soluções estoques, retirar a quantidade a ser irrigada\*.

#### 3.2 Para os tratamentos dos vasos

Após 2 semanas da emergência (ou 3 semanas após a sementeira), será utilizada solução nutritiva, sem a diluição referida anteriormente, ou seja, a solução de trabalho, que deverá ser mantida até o período final do experimento (6 semanas após a emergência).

As proporções em que as diferentes soluções estoque entram na composição das soluções de trabalho estão presentes na Tabela 2. Atenção os números de mL se refere a 1 L de soluções finais, correspondentes à solução original (concentrada) de Hoagland & Arnon (1950). As soluções de trabalho estão presentes na Tabela 3.

Apenas como exemplo, qual seria a concentração de Cl<sup>-</sup> (mg/L ou ppm) na solução de KCl, no tratamento (-N) (Tabela 2). KCl 1M => **35,5 g Cl/L** (em 1 L) (massa do Cl=35,5) => mas em 1 mL (÷1000) temos: **0,0355 g Cl/mL (x5 mL) = 0,1775g Cl/5 mL**, que será aplicado em 1 L, ou seja, **177,5 mg Cl/L = ppm**

**Tabela 2. Composição da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950)**

Fertilizantes/Sais da solução estoque	Concentração da solução estoque (g por L de água)	completo	- N - P - K - Ca - Mg - S					
			Volume da solução estoque por L da solução final					
			-----mL/L-----					
1-KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (Mol L <sup>-1</sup> )	136,09	1	1	-	-	1	1	1
2-KNO <sub>3</sub> (Mol L <sup>-1</sup> )	101,11	5	-	5	-	5	3	3
3-Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 5H <sub>2</sub> O (Mol L <sup>-1</sup> )	236,16	5	-	5	5	-	4	4
4-MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (Mol L <sup>-1</sup> )	247,47	2	2	2	2	2	-	-
5-KCl (Mol L <sup>-1</sup> )	74,56	-	5	1	-	-	2	2
6-CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O (Mol L <sup>-1</sup> )	147,02	-	5	-	-	-	1	1
7-NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (Mol L <sup>-1</sup> )	115,31	-	-	-	1	-	-	-
8-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (Mol L <sup>-1</sup> )	80,04	-	-	-	2	5	-	-
9-(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Mol L <sup>-1</sup> )	132,14	-	-	-	-	-	2	-
10-MgNO <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O (Mol L <sup>-1</sup> )	256,43	-	-	-	-	-	-	2
11-Solução de micros (*)		1	1	1	1	1	1	1
12-Solução Fe EDTA (**)		1	1	1	1	1	1	1

(\*)- Em 1L: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O; 0,10 g ZnCl<sub>2</sub>; 0,04 g CuCl<sub>2</sub>; 0,02 g H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O.

(\*\*)- 24,9 g FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ou 24,25 g de FeCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O; 33,2g EDTA-Na; 89 mL NaOH 1N completar em 800 mL H<sub>2</sub>O. Arejar uma noite ao abrigo da luz, completar a 1 L de água.

**Tabela 3. Solução nutritiva de trabalho ou final de cada tratamento (Completar a Tabela 3, multiplicando o valor correspondente a Tabela 1 pelo volume do vaso a ser utilizado)**

Fertilizantes/Sais da solução estoque	completo	Tratamentos					
		- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
		-----mL/vaso-----					
1-KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>							
2-KNO <sub>3</sub>							
3-Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 5H <sub>2</sub> O							
4-MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O							
5-KCl							
6-CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O							
7-NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>							
8-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>							
9-(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
10-MgNO <sub>3</sub>							
11-Solução de micros							
12-Solução Fe EDTA							

OBS: Vaso = \_\_ L.

#### 4. Esquema do ensaio

Cada turma será responsável por um experimento, conforme segue:

- Turma 1 – Cultura **A**;
- Turma 2 - Cultura **B**;
- Turma 3 - Cultura **C**.

##### 4.1. Tratamentos por grupo

Cada turma prática será dividida em 6 grupos de 5 alunos, abrangendo os tratamentos conforme descritos abaixo:

Grupos	Tratamentos	Número de plantas
G1	- N	6
G2	- P	6
G3	- K	6
G4	- Ca	6
G5	- Mg	6
G6	- S	6
Estagiário	Completo	

**Obs. Adotou-se apenas para fins práticos que cada tratamento será composto de três repetições, tendo duas plantas em cada, totalizando seis plantas.**

#### 5. Condução do ensaio

- As plantas obtidas serão transplantadas para os vasos, fixando as mesmas pelo colo com ajuda de espuma de plástico;
- Arejamento constante dos vasos, por um tubo de plástico que se liga à tubulação de ar comprimido;
- Medir diariamente o pH da solução e ajusta-lo a 5,0-6,0 usando HCl 0,1N (se o valor pH estiver alto >6,0) ou NaOH 0,1N (se o valor pH estiver baixo <5,0);
- Controlar eventuais pragas/doenças, e se necessário o uso de produtos para o controle, evitar os que tenham os nutrientes testados;
- A solução nutritiva será renovada (anotar a data);
- Avisar o docente ou estagiários de qualquer ocorrência inesperada.

## **6. Avaliações**

Semanalmente, efetuar as avaliações referentes ao crescimento e a sintomatologia (descrição), durante as quatro semanas de duração do ensaio. No final do experimento (4ª semana), acrescentar as variáveis área foliar e matéria seca. Portanto, tem-se as seguintes avaliações:

1) altura; 2) diâmetro do caule; 3) número de folhas; 4) descrição dos sintomas de deficiência; 5) área foliar; 6) matéria seca da parte aérea e da raiz; 7) análise química dos macronutrientes na parte aérea e raízes das plantas.

## **7. Relatório Prático**

Cada grupo apresentará um relatório com a respectiva cultura considerando o nutriente avaliado (deficiente) e comparando com o tratamento completo (todos os nutrientes).

Para elaboração do relatório prático os seguintes tópicos devem ser considerados:

1. Introdução e Revisão de literatura
2. Objetivos
3. Material e métodos
  - 3.1. Cultura
  - 3.2. Solução nutritiva utilizada (antes e após a aplicação dos tratamentos)
  - 3.3. Tratamentos utilizados
  - 3.4. Descrição das avaliações realizadas
4. Resultados e discussão
  - 4.1. Descrição dos sintomas (se possível com foto) e confrontação com resultados de pesquisa da mesma cultura em questão (consultar na biblioteca a literatura)
  - 4.2. Dados de crescimento (altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar)
  - 4.3. Produção de matéria seca (parte aérea e raiz)
  - 4.4. Análise química dos macronutrientes na parte aérea
5. Conclusões
6. Resumo
7. Referências

## 8. Referências

### **8. Literatura consultada**

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil.** Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.

ROSOLEM, C.A.; BASTOS, G.B. Deficiências minerais no cultivar de algodão IAC 22. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.2, p.377-387, 1997.

**OBS. DATA DE ENTREGA DO RELATÓRIO PRÁTICO: Na última semana de aula para a respectiva turma.**

**PLANILHA DE AULA PRÁTICA PARA AS AVALIAÇÕES**

**TURMA:**

**CULTURA:**

**1) ALTURA (cm) (do colo da planta à \_\_\_\_\_)**

Grupo	1ª Avaliação (1ª semana)						2ª Avaliação (2ª semana)						3ª Avaliação (3ª semana)						4ª Avaliação (4ª semana)					
	DATA: __/__/__						DATA: __/__/__						DATA: __/__/__						DATA: __/__/__					
	Rep.1		Rep.2		Rep.3		Rep.1		Rep.2		Rep.3		Rep.1		Rep.2		Rep.3		Rep.1		Rep.2		Rep.3	
	PLANTAS DO VASO																							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1 (-N)																								
2 (-P)																								
3 (-K)																								
4 (-Ca)																								
5 (-Mg)																								
6 (-S)																								
7 (completo)																								







**4) SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA - TURMA:****CULTURA:**

**COMPARAR O TRATAMENTO COM NUTRIENTE FALTANTE COM O COMPLETO E DESCREVER OS SINTOMAS (a evolução dos sintomas com o tempo, indicando o tipo de folhas que iniciou os sintomas; as formas das cloroses ou necroses nas folhas, o tamanho dos internódios e da planta, ou seja, toda as diferenças entre os Tra<sup>tos</sup>. )**

<b>Grupo</b>	<b>1ª Avaliação (1ª semana)</b> DATA: __/__/__	<b>2ª Avaliação (2ª semana)</b> DATA: __/__/__	<b>3ª Avaliação (3ª semana)</b> DATA: __/__/__	<b>4ª Avaliação (4ª semana)</b> DATA: __/__/__
	Descrição média das 6 plantas	Descrição média das 6 plantas	Descrição média das 6 plantas	Descrição média das 6 plantas
<b>1 (-N)</b>				
<b>2 (-P)</b>				
<b>3 (-K)</b>				
<b>4 (-Ca)</b>				
<b>5 (-Mg)</b>				
<b>6 (-S)</b>				
<b>7 (completo)</b>				

**TURMA:**

**CULTURA:**

**5) ÁREA FOLIAR**

Grupo	4ª Avaliação (4ª semana)					
	DATA: __/__/__					
	Rep.1		Rep.2		Rep.3	
	PLANTAS DO VASO					
	1	2	3	4	5	6
1 (-N)						
2 (-P)						
3 (-K)						
4 (-Ca)						
5 (-Mg)						
6 (-S)						
7 (completo)						



**TURMA:**

**CULTURA:**

**7) ANÁLISE QUÍMICA DOS MACRONUTRIENTES NA PARTE AÉREA E RAÍZES DAS PLANTAS.**

Grupo	Repetição	Teor de macronutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		- g kg <sup>-1</sup>					
1-(-N)	1						
	2						
	3						
2-(-P)	1						
	2						
	3						
3-(-K)	1						
	2						
	3						
4- (-Ca)	1						
	2						
	3						
5-(-Mg)	1						
	2						
	3						
6- (-S)	1						
	2						
	3						
7- (completo)	1						
	2						
	3						

**Obs. Em cada repetição juntar as plantas 1 e 2, para compor uma amostra para envio ao laboratório de Nutrição de Plantas.**