



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

**Disciplina Nutrição de Plantas  
Curso: Zootecnia**

**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 da cultura **A** (turma 1) com respeito aos elementos N, P, K, Ca e Mg através da diagnose visual;
2. Verificar o efeito da omissão desses elementos no crescimento e produção dessas plantas.

## 2. Obtenção das Plantas

### 2.1. Material

- Sementes da cultura **A** (cultivar **xx**).
- Bandejas plásticas ou tubetes com vermiculita;
- Solução nutritiva correspondente à solução concentrada de Hoagland & Arnon (1:20), Tabela 1.

### 2.2. Procedimento

1. As sementes foram tratadas conforme as normas para comercialização de sementes;
2. Foram distribuídas uniformemente cerca de 80 sementes, em 2 bandejas plásticas (40 sementes em cada bandeja), contendo vermiculita;
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. As bandejas foram levadas 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 receber os tratamentos;
9. Anotar as datas da semeadura, germinação e transplante para os vasos.

### 3. Preparo das soluções estoques

#### 3.1. Para as bandejas

A solução nutritiva utilizada nas bandejas 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 semeadura), 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 referem 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 M => **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 das soluções nutritivas (mL/L) correspondente à solução concentrada de Hoagland & Arnon (1950)**

| Soluções estoques  | completo | - N | - P | - K | - Ca | - Mg | - S |
|--|----------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (136,09 g / 1L)                      | 1        | 1   | -   | -   | 1    | 1    | 1   |
| KNO <sub>3</sub> (101,11 g / 1L)                                     | 5        | -   | 5   | -   | 5    | 3    | 3   |
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 5H <sub>2</sub> O (236,16 g / 1L) | 5        | -   | 5   | 5   | -    | 4    | 4   |
| MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (247,47 g / 1L)                 | 2        | 2   | 2   | 2   | 2    | -    | -   |
| KCl (74,56 g / 1L)   | -        | 5   | 1   | -   | -    | 2    | 2   |
| CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O (147,02 g/ 1L)                   | -        | 5   | -   | -   | -    | 1    | 1   |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (115,31 g / 1L)       | -        | -   | -   | 1   | -    | -    | -   |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (80,04 g / 1L)                       | -        | -   | -   | 2   | 5    | -    | -   |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (132,14 g/ 1L)       | -        | -   | -   | -   | -    | 2    | -   |
| MgNO <sub>3</sub> (256,43 g / 1L)                                    | -        | -   | -   | -   | -    | -    | 2   |
| Solução de micros (*)  | 1        | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1   |
| 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. Soluções nutritivas de trabalho (mL/ vaso) de cada tratamento**

*(Completar a Tabela 3, multiplicando o valor correspondente a Tabela 1 pelo volume do vaso a ser utilizado)*

| Soluções estoques                                    | completo | Tratamentos (mL/vaso) |     |     |      |      |     |
|--|----------|-----------------------|-----|-----|------|------|-----|
|  |          | - N                   | - P | - K | - Ca | - Mg | - S |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                      |          |                       |     |     |      |      |     |
| KNO <sub>3</sub>                                     |          |                       |     |     |      |      |     |
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 5H <sub>2</sub> O |          |                       |     |     |      |      |     |
| MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O                 |          |                       |     |     |      |      |     |
| KCl  |          |                       |     |     |      |      |     |
| CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O                  |          |                       |     |     |      |      |     |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>       |          |                       |     |     |      |      |     |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                      |          |                       |     |     |      |      |     |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      |          |                       |     |     |      |      |     |
| MgNO <sub>3</sub>                                    |          |                       |     |     |      |      |     |
| Solução de micros                                    |          |                       |     |     |      |      |     |
| Solução Fe EDTA                                      |          |                       |     |     |      |      |     |

OBS: Vaso = x L.

#### 4. Esquema do ensaio

Cada turma será responsável por um experimento, conforme segue:

- Turma 1 – Cultura A;
-

#### 4.1. Tratamentos por grupo

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

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

**Obs. Para cada tratamento será considerado três repetições, tendo duas plantas em cada, totalizando seis plantas.**

#### 5. Condução do ensaio

- As mudas obtidas serão transplantadas para os vasos, fixando as mesmas pelo colo com ajuda de espuma de plástico;
- Arejamento constante através de arejador, enfiado em tubo de plástico que se liga à tubulação de ar comprimido;
- Medir semanalmente 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 referente ao crescimento e da 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 e 6) matéria seca da parte aérea e da raiz.

## 7. Relatório Prático

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

1. Introdução
2. Revisão de literatura
3. Justificativas do trabalho
4. Objetivos
5. Material e métodos
  - 5.1. Cultura
  - 5.2. Solução nutritiva utilizada (antes e após a aplicação dos tratamentos)
  - 5.3. Tratamentos utilizados
  - 5.4. Descrição das avaliações realizadas
  - 5.5. Análise estatística (DIC com 7 tratamentos) (completo+6 tratamentos com deficiência) com 3 repetições, referente as variáveis de crescimento analisadas.
6. Resultados e discussão
  - 6.1. Descrição dos sintomas (se possível com foto) e confrontação com resultados de pesquisa da mesma cultura em questão (consultar na biblioteca a literatura)
  - 6.2. Dados de crescimento
  - 6.3. Produção de matéria seca
7. Conclusões
8. Resumo
9. 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: __/__/2005         |   |       |   |       |   | DATA: __/__/2005         |   |       |   |       |   | DATA: __/__/2005         |   |       |   |       |   | DATA: __/__/2005         |   |       |   |       |   |
|              | 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><br>DATA: __/__/2005 | <b>2ª Avaliação (2ª semana)</b><br>DATA: __/__/2005 | <b>3ª Avaliação (3ª semana)</b><br>DATA: __/__/2005 | <b>4ª Avaliação (4ª semana)</b><br>DATA: __/__/2005 |
|---------------------|---|---|---|---|
|                     | 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: __/__/2005         |   |       |   |       |   |
|              | 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) |                          |   |       |   |       |   |

