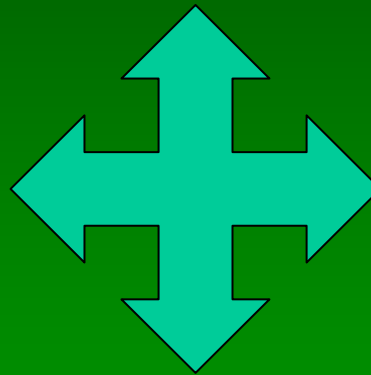


DESENVOLVIMENTO NOVOS FERTILIZANTES

Máxima
Eficiência
Agronômica



Máxima
Qualidade
Produto

Mínimo Custo

QUALIDADE DO PRODUTO

Garantias de solubilidade
Armazenamento adequado
Amostragem correta

MISTURAS N-P-K

Mistura de Grânulos: é simplesmente uma mistura física de matérias primas previamente granuladas.

Ex.: Grânulos de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Grân. de TSP + Grân. de KCl



Mistura Granulada: é uma mistura de produtos em pó que passa pelo processo de granulação. Não há reação entre os componentes da mistura.

Ex: NPK no grão.



Complexo Granulado: caracteriza-se por uma mistura cuja a resultante é o surgimento de novos compostos químicos.

Ex: $\text{NH}_3(\text{gás}) + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{líq}) + \text{KCl}(\text{pó}) \rightarrow \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{KCl}$
= (NPK) no mesmo grão.



ESPECIFICAÇÕES E GARANTIAS MÍNIMAS DOS PRODUTOS

I - Nitrogênio (N), o teor total;

II - Fósforo - Pentóxido de Fósforo (P₂O₅):

a) *para os fosfatos acidulados, parcialmente acidulados e misturas que os contenham:*

1. teor solúvel em citrato neutro de amônio mais água;
2. teor solúvel em água, obrigatório para os fosfatos acidulados e parcialmente acidulados, quando comercializados isoladamente e facultativo para as misturas; e
3. teor total, somente para os parcialmente acidulados, quando comercializados isoladamente.

b) *para os fosf. naturais, fosf. naturais reativos, termofosfatos, escórias de desfosforação e far. de ossos:*

1. teor total; e
2. teor solúvel em ácido cítrico a 2%, relação 1:100.

c) *para as misturas que contenham fosf. natural, fosf. natural reativo, escória de desfosforação e far. de ossos:*

1. teor total, somente para os produtos de natureza física pó ou farelado;
2. teor solúvel em ácido cítrico a 2%, relação 1:100; e
3. teor solúvel em água ou informação de que o elemento P₂O₅ é insolúvel em água.

d) *para as misturas que contenham termofosfatos:*

1. teor total somente para os produtos de natureza física pó ou farelado;
2. teor solúvel em citrato neutro de amônio mais água ou em ácido cítrico a 2%, relação 1:100;
3. teor solúvel em água ou informação de que o elemento P₂O₅ é insolúvel em água.

III - Potássio - Óxido de potássio (K₂O), o teor solúvel em água.

§ 2º Não serão registrados os produtos em cuja composição sejam utilizados, concomitantemente, fosfato natural reativo e fosfato natural, inclusive este último parcialmente acidulado.

ESPECIFICAÇÕES E GARANTIAS MÍNIMAS DOS PRODUTOS

FERTILIZANTES FLUIDOS para aplicação no solo

A garantia de cada macronutriente primário será expressa em % mássica (peso de nutrientes por peso de produto) e em massa por volume (kg/hectolitro ou g/L)

I - Nitrogênio (N), o teor total;

II - Fósforo - em Pentóxido de Fósforo (P_2O_5):

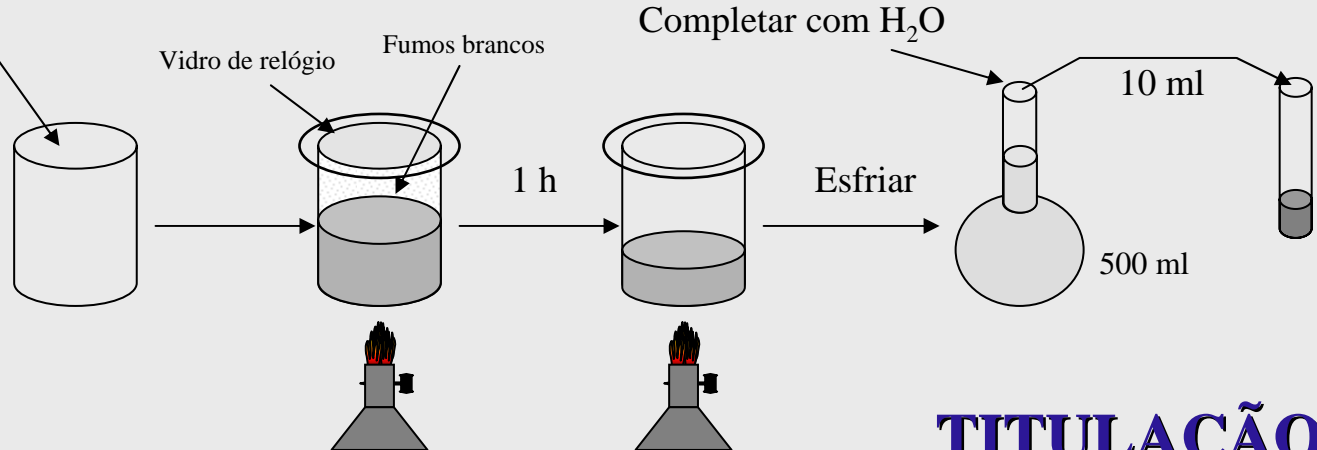
- a) para as soluções, o teor solúvel em água;
- b) para as suspensões: o teor solúvel em CNA + água;
facultativamente, o teor solúvel em água.

III - Potássio - em Óxido de Potássio (K_2O), o teor solúvel em água.

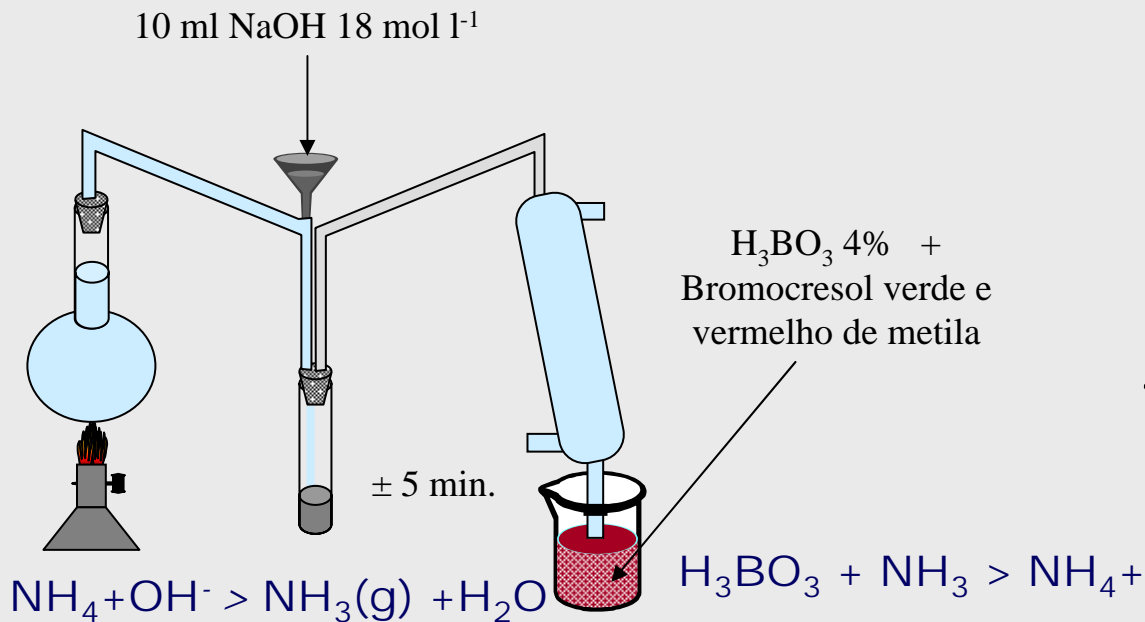
DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO TOTAL

DIGESTÃO

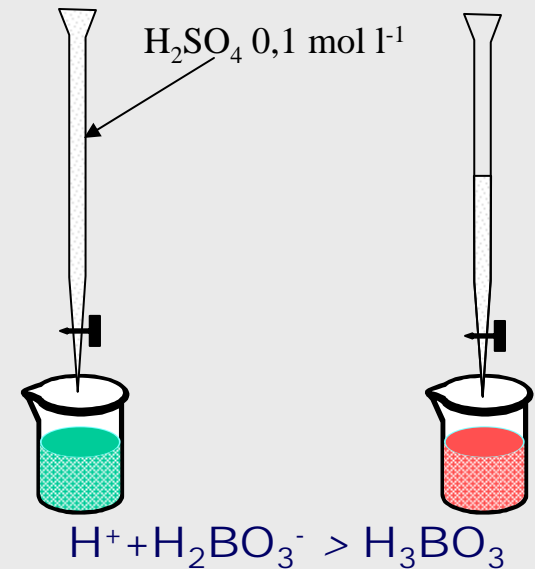
0,5 g de fertilizante
25 ml H_2SO_4 (1+1)
2 g de CuSO_4



DESTILAÇÃO

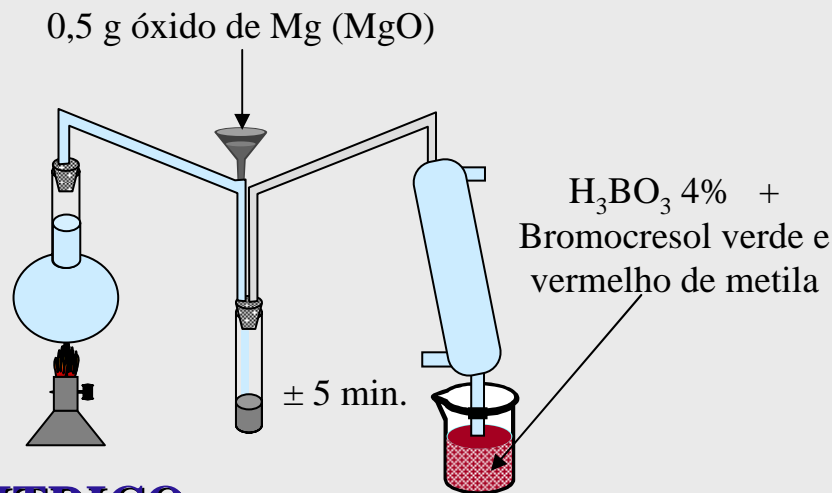
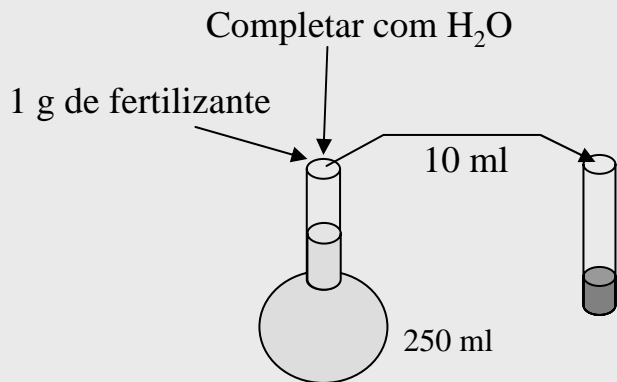


TITULAÇÃO

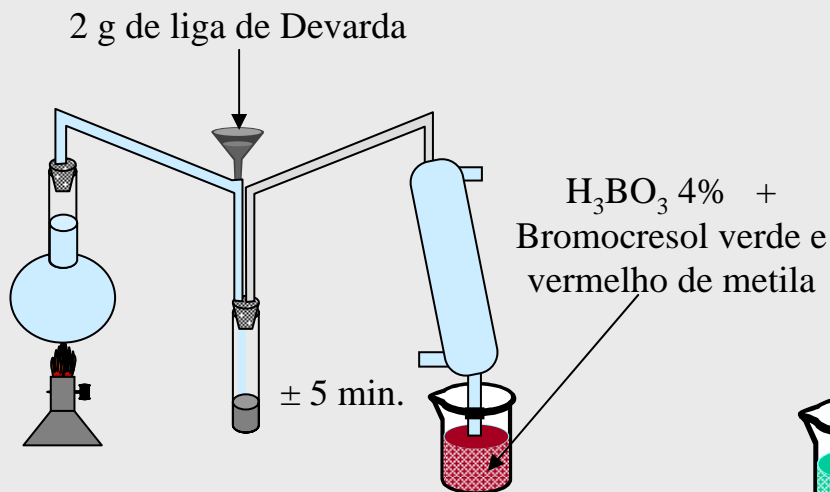


DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO NITRICO E AMONIAICAL

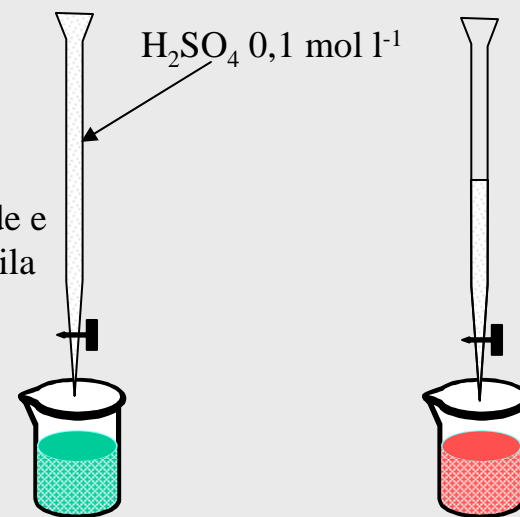
DESTILAÇÃO DO N-AMONIAICAL



DESTILAÇÃO DO N-NITRICO

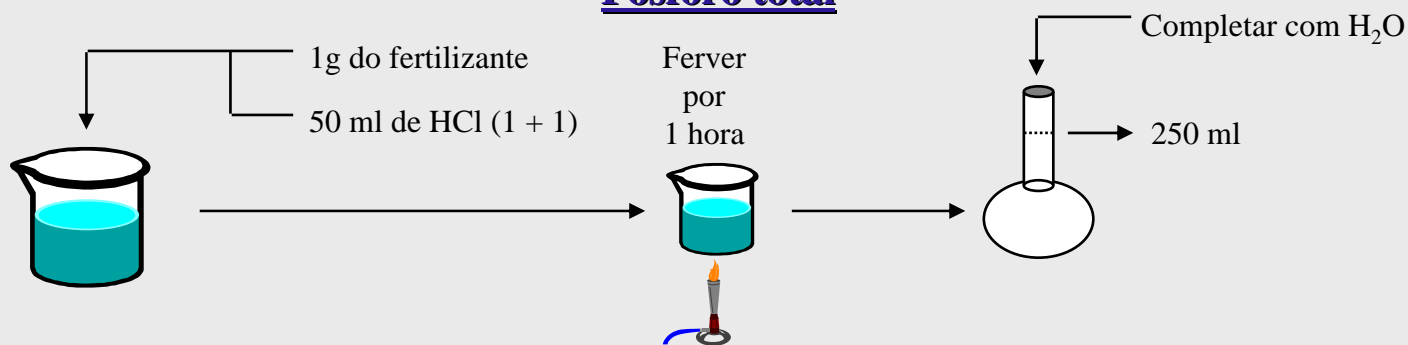


TITULAÇÃO

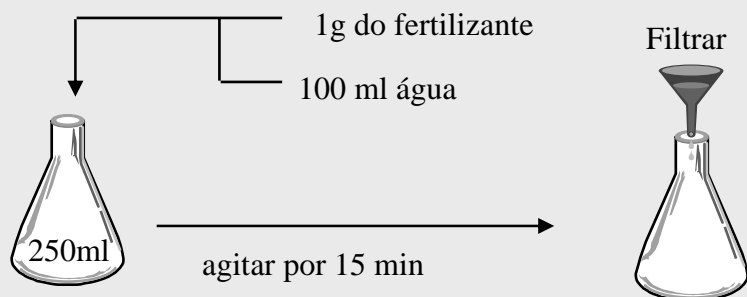


EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DE FERTILIZANTES

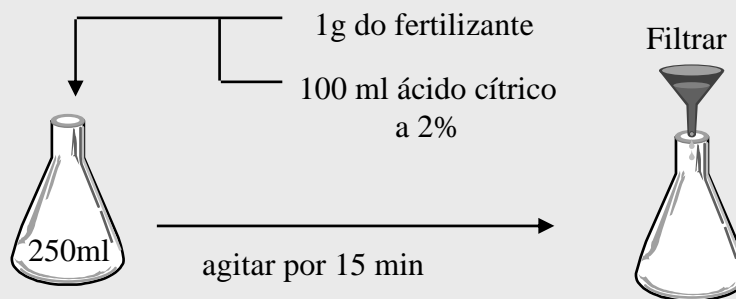
Fósforo total



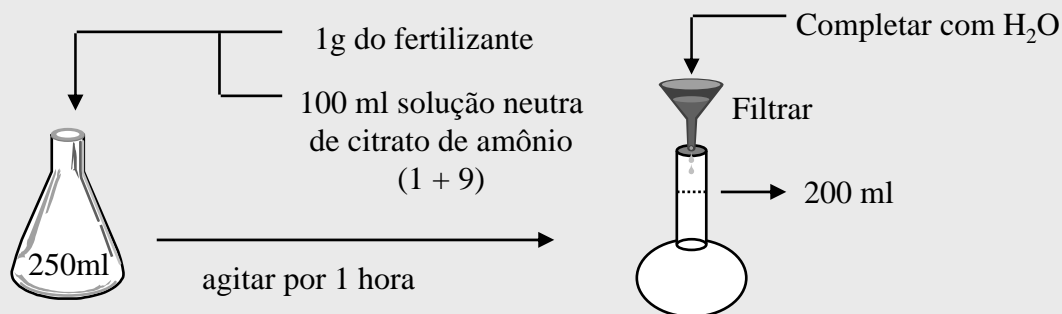
Fósforo solúvel em água



Fósforo solúvel em ácido cítrico

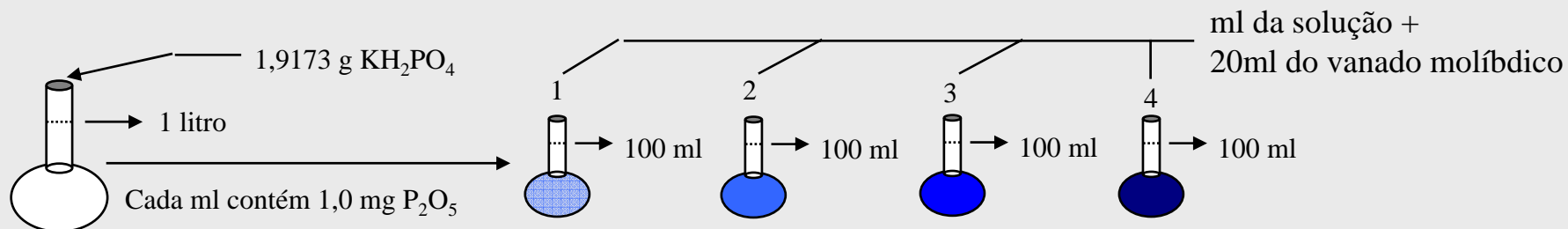


Fósforo solúvel em citrato neutro de amônio + água

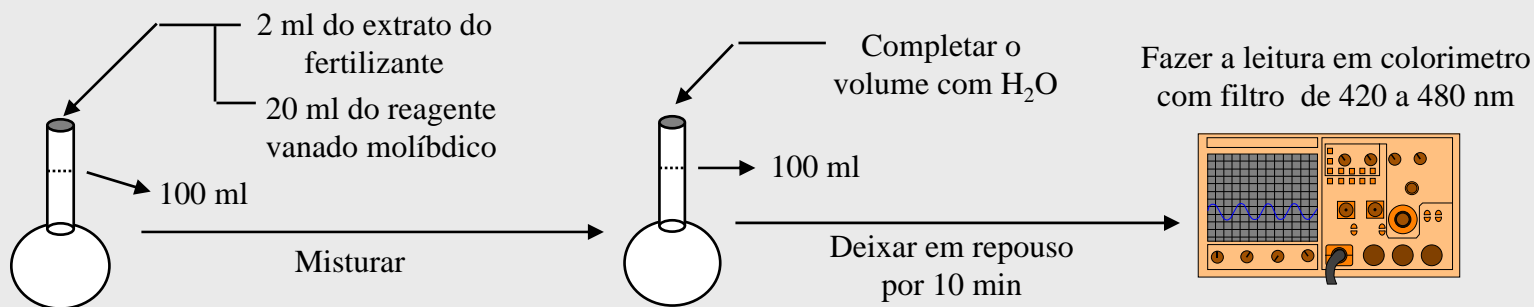


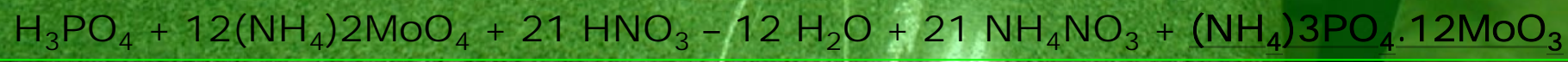
DETERMINAÇÃO PELO REAGENTE VANADO MOLÍBDICO

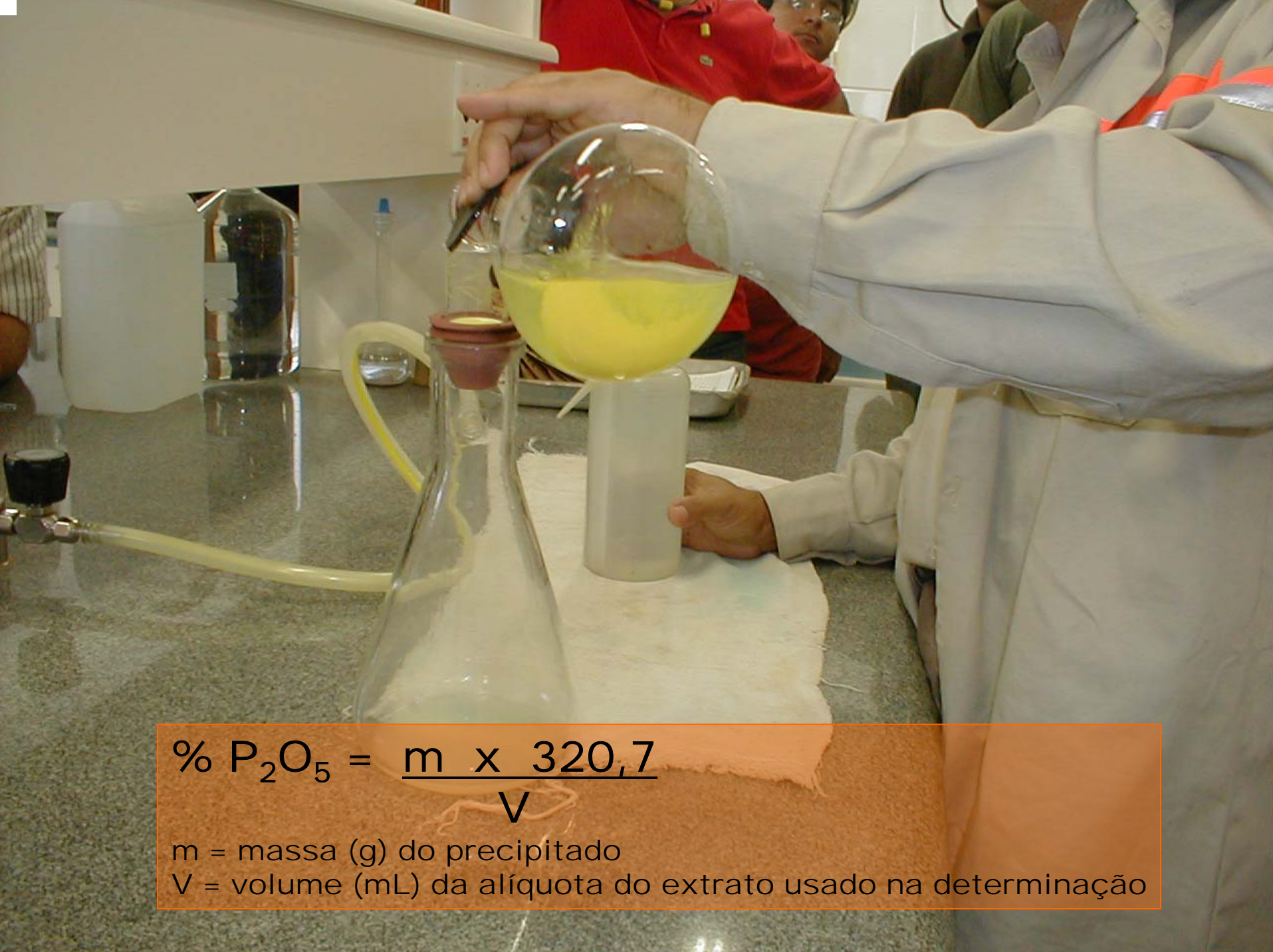
Preparo do padrão



Determinação








$$\% P_2O_5 = \frac{m \times 320,7}{V}$$

m = massa (g) do precipitado

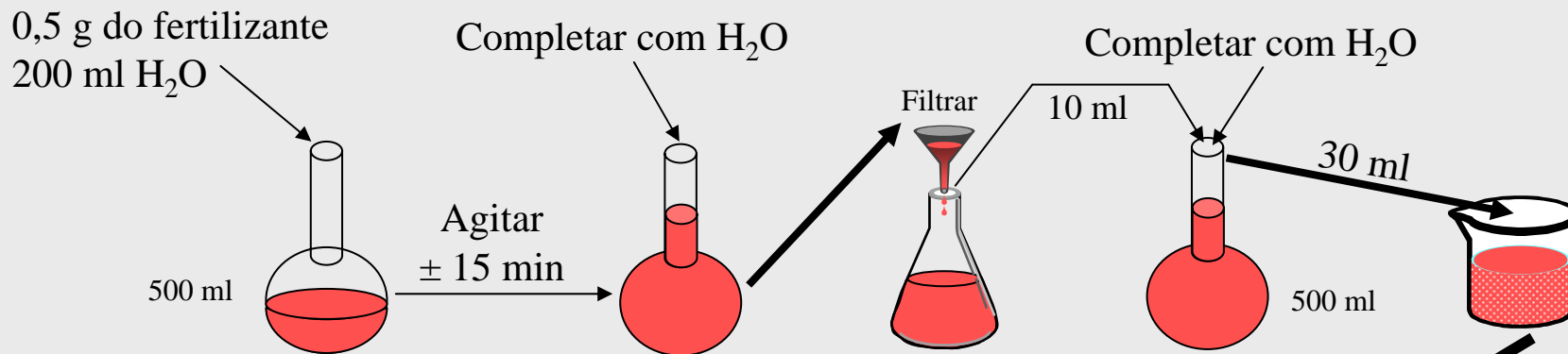
V = volume (mL) da alíquota do extrato usado na determinação

A photograph of a laboratory bench with two fume hoods. On the counter, there are several glass bottles and beakers containing liquids, some with white precipitates. A scale is visible in the background. The scene is brightly lit.
$$\% P_2O_5 = \frac{m \times 320,7}{V}$$

m = massa (g) do precipitado

V = volume (mL) da alíquota do extrato usado na determinação

DETERMINAÇÃO DO POTÁSSIO

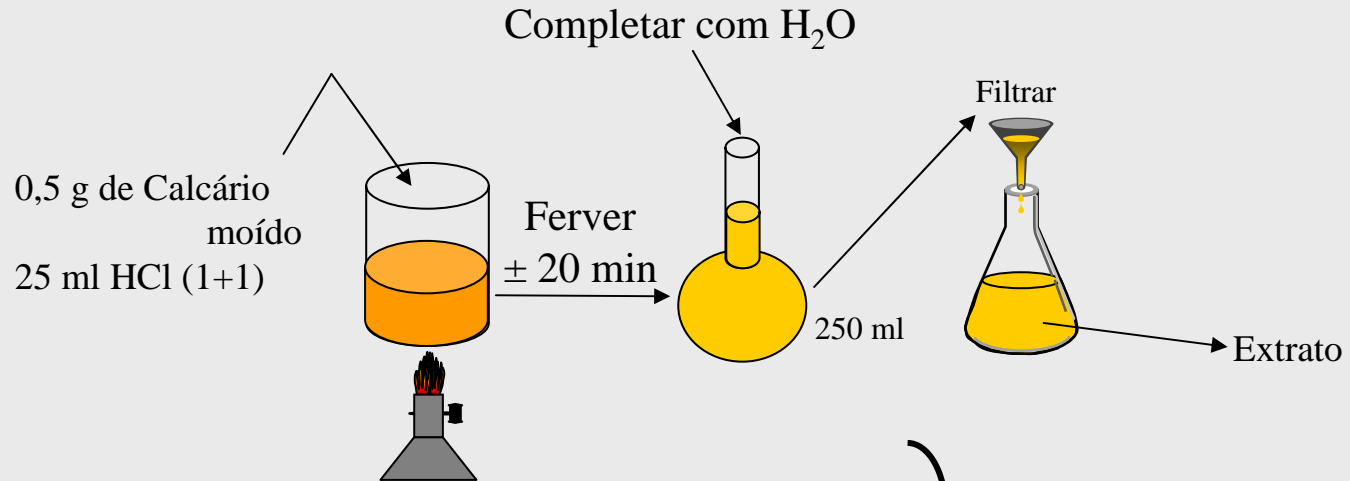


Leitura em fotômetro de chama

$$\% K_2O = \frac{\text{Leitura fotômetro}}{\text{peso amostra}}$$

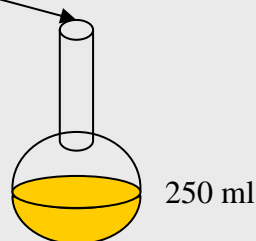


DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO



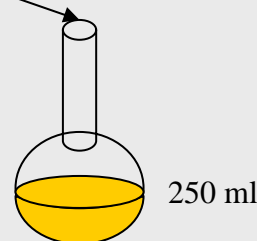
Determ. Ca%

- 5 ml do extrato
- 100 ml de H₂O
- 4 ml NaOH 20%
- 3 ml KCN 5%
- 10 gotas de trietanolamina
- 5 gotas do indicador calcon

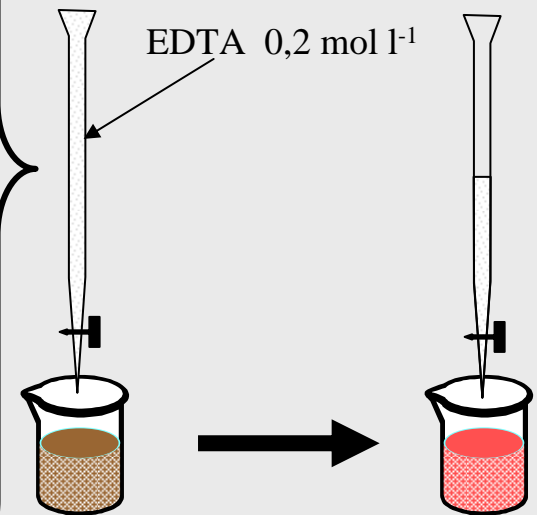


Determ. Ca + Mg%

- 5 ml do extrato
- 100 ml de H₂O
- 5 ml solução tampão pH 10
- 3 ml KCN 5%
- 10 gotas de trietanolamina
- 5 gotas do indicador ericromo negro



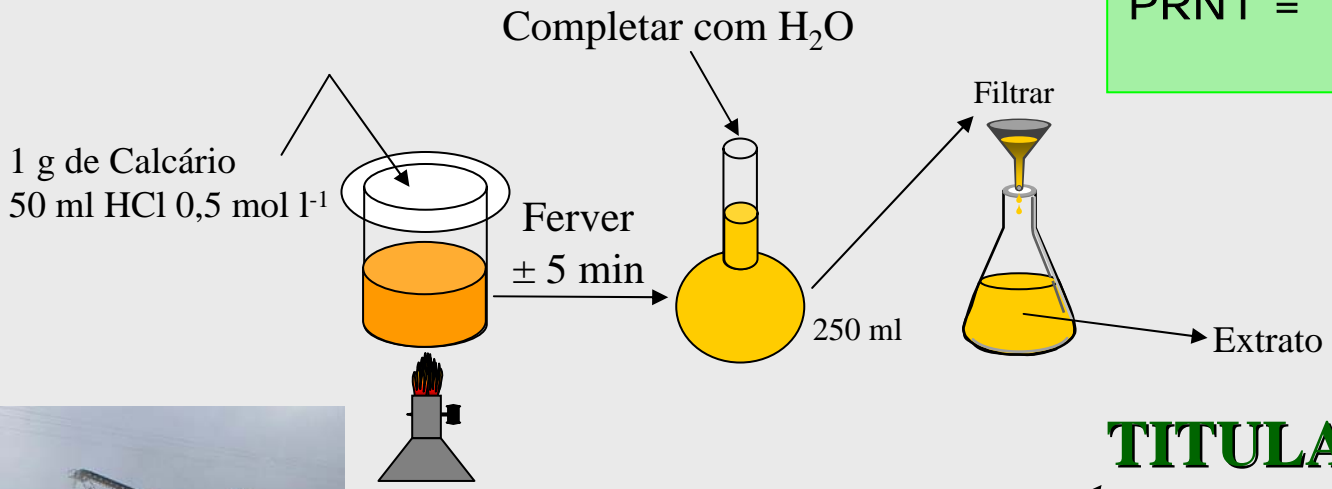
TITULAÇÃO



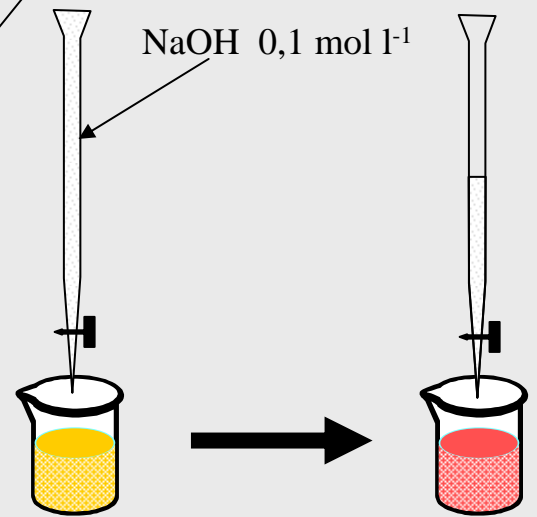
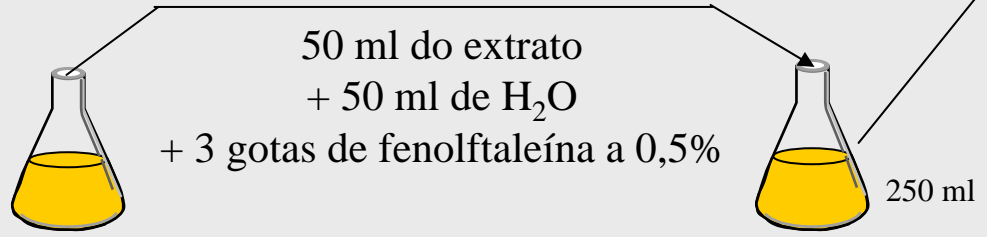
$$\text{PN calculado} = \% \text{CaO} \times 1,79 + \% \text{MgO} \times 2,48$$

DETERMINAÇÃO DO PODER DE NEUTRALIZAÇÃO (PN)

$$PRNT = \frac{PN \times RE}{100}$$



TITULAÇÃO



$$RE(\%) = \%F_{10-20} \times 0,2 + \%F_{20-50} \times 0,6 + \%F_{<50} \times 1,0$$

TOLERÂNCIAS

1. NATUREZA FÍSICA DO PRODUTO:

1.1. Granulado: retido na peneira de 1 milímetro (ABNT nº 18) e até 5% para o percentual garantido passante na peneira de 4 milímetros (ABNT nº 5)

1.2. Mistura de grânulos: até 8% para o percentual garantido retido na peneira de 1 milímetro (ABNT nº 18) e até 5% para o percentual garantido passante na peneira de 4 milímetros (ABNT nº 5)

1.3. Microgranulado: até 5% para o percentual garantido retido na peneira de 1 milímetro (ABNT nº 18)

1.4. Pó: até 5% para o percentual garantido passante na peneira de 2 milímetros (ABNT nº 10)

1.5. Farelado: até 5% para o percentual retido na peneira de 0,5 milímetro (ABNT nº 35) e até 5% para o percentual passante na peneira de 3,36 milímetros (ABNT nº 6)

1.6. Farelado grosso: até 5% para o percentual retido na peneira de 1,0 milímetro (ABNT nº 18) e até 5% para o percentual passante na peneira de 4,8 milímetros (ABNT nº 4)

TOLERÂNCIAS

Para "DEFICIÊNCIA", os limites de tolerância não poderão ser superiores a:

a) Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P_2O_5), Óxido de Potássio (K_2O), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S):

- até 15%, quando o teor do elemento for igual ou inferior a 5 %;
- até 10 % quando o teor for superior a 5 % até 40%, sem exceder a 1 unidade;
- até 1,5 unidade quando o teor do elemento for superior a 40%;

b) Na somatória de N e/ou P_2O_5 e/ou K_2O :

- até 5%, sem exceder 2 unidades da garantia total do produto;
- mistura granulada: até 5% para o percentual garantido

TOLERÂNCIAS

c) Para os micronutrientes:

1. quando produzidos ou comercializados em misturas:

- até 20%, quando o teor do elemento for igual ou inferior a 1%;
- até 15%, quando o teor do elemento for superior a 1% até 5%;
- e até 10%, quando o teor do elemento for superior a 5%;

2. quando produzidos ou comercializados isoladamente ou quando se tratar dos fertilizantes minerais simples constantes do Anexo II: até 10% dos teores garantidos desses nutrientes, sem exceder a 1,0 unidade.

TOLERÂNCIAS

§ 2º Para "EXCESSO", os limites de tolerância não poderão ser superiores a:

a) *para os fertilizantes para aplicação via solo:*

1. para **Boro (B)**, até 1 vez o teor declarado, quando produzido ou comercializado em misturas, e até $\frac{1}{4}$ do valor declarado quando produzido ou comercializado isoladamente;
2. para **Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Cobre (Cu)**, até 3 vezes o teor declarado desses nutrientes, quando produzidos ou comercializados em misturas com macronutrientes primários, e até $\frac{1}{4}$ do valor declarado, quando produzidos ou comercializados isoladamente;
3. para **Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Cobre (Cu)** produzidos em misturas de micronutrientes ou em misturas de micronutrientes com macronutrientes secundários, até 2 vezes o teor declarado destes nutrientes.

b) *para os fertilizantes para fertirrigação, foliar, hidroponia e para semente, para macronutrientes e micronutrientes, até $\frac{1}{4}$ dos teores declarados.*

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- a) CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES
- b) PRESENÇA COMPOSTOS NOCIVOS
- c) ACIDEZ E ALCALINIDADE

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

a) Concentração de nutrientes

Importante:

a) Custos de transporte, armazenamento e aplicação

b) Micronutrientes ou macro secundários

Ex: { - Alta concentração: MAP, DAP, SFT
- Baixa concentração: SFS

b) Compostos nocivos

a) Biureto (uréia) { - solo < 1,5 %
- foliar < 0,3 %

b) Tiocianatos $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ < 1 %

c) Percloratos (Salitre do Chile) < 1 %

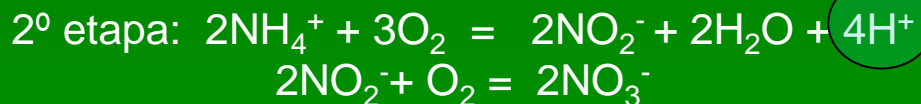
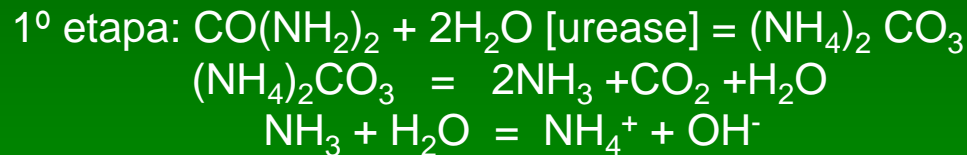
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

c) Acidez e Alcalinidade

Nitrogenados:



b) Formas Amídicas:



c) Formas Nítricas

alcalinizam

NO_3^- absorvido

HCO_3^-
 OH^- } formas liberadas

100 kg de:	kg CaCO ₃ necessários para neutralizar
Amônia anidra (82% de N)	148
Sulfato de amônio (21% de N)	110
DAP (16% de N)	88
MAP (10% de N)	60
Nitrato de amônio (16% de N)	60
Nitrocálcio (10% de N)	28
Sulfonitrato de amônio (19% de N)	84
Uréia (45% de N)	84
Cálcio Cianamida (20% de N)	-63
NaNO ₃	-29
KCl	0
KNO ₃	-26
K ₂ SO ₄ .MgSO ₄	0
SSP - Superfosfato Simples	0
TSP - Superfosfato Triplo	0

Fonte: Tisdale & Nelson (1975); Pierre, 1993

PODER ACIDIFICANTE DE ALGUNS ADUBOS

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

c) Acidez e Alcalinidade

Fosfatados: são rapidamente absorvidos, adsorvidos ou precipitados.
Baixa concentração na solução.

- a) Fosfatos acidulados - Não afetam o pH
- b) Fosfatos naturais e insolúveis - alcalinizam o meio

Potássicos: caráter neutro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Adubos com Ca e Mg:

- carbonatos
- silicatos
- óxidos
- hidróxidos

ALCALINIZADORES

Adubos com S:

- SO_4^- - base fraca (não altera o pH)
- S - acidificam (corretivos de alcalinidade)

Adubos c/micronutrientes : não apresentam efeito sobre o solo, pequenas quantidades aplicadas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



a) ESTADO FÍSICO

b) GRANULOMETRIA

c) DENSIDADE

d) CONSISTÊNCIA OU DUREZA

e) FLUIDEZ

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

a) Estado físico:

- a) Sólido (Ex: NPK)
- b) Líquido (Ex: Aquamônia, URAN)
- c) Gasoso (Ex: NH_3)



(a)

(b)



(c)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

b) Granulometria: Refere-se ao Tamanho e Forma dos grânulos que constituem os adubos.

- Interfere nos fenômenos de "superfície":
 - solubilidade
 - higroscopicidade
 - empedramento

Ad. pouco solúveis  grânulos pequenos

Ad. higroscópicos e muito solúveis  grânulos grandes

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

c) Densidade:

- Pouca importância nos adubos sólidos
Ex: Uréia (sacaria = 40 kg ou > volume)

- Importante para adubos fluidos.

Afeta → fluidez e viscosidade → dosagem

Fertilizantes líquidos: relação com fluidez e utilizado nas transformações de garantia peso/peso para peso/volume

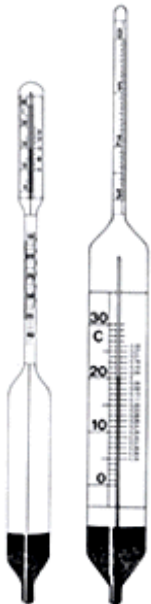
Ex.:
a) Uran = $1,326 \text{ g.cm}^{-3}$
b) Sulfuran = $1,26 \text{ g.cm}^{-3}$
b) Aquamônia = $0,89 \text{ g.cm}^{-3}$



DETERMINAÇÃO RÁPIDA DE N EM AQUAMÔNIA

Fonte: KORNDÖRFER (1986)

DENSIDADE	TEORES DE NITROGÊNIO NA AQUAMÔNIA								
	TEMPERATURA - °C								
	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0
0,9045	21,7	21,6	21,5	21,3	21,2	21,1	21,0	20,8	20,7
0,9050	21,6	21,5	21,3	21,2	21,1	21,0	20,8	20,7	20,6
0,9055	21,5	21,3	21,2	21,1	21,0	20,8	20,7	20,6	20,5
0,9060	21,3	21,2	21,1	21,0	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3
0,9065	21,2	21,1	21,0	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2
0,9070	21,1	21,0	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1
0,9075	21,0	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,0
0,9080	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,0	19,8
0,9085	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,0	19,8	19,7
0,9090	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,0	19,8	19,7	19,6



DENSÍMETRO PARA DETERMINAÇÃO DE N EM AQUAMÔNIA: Densímetro com termômetro interno (escala 0 – 50 oC) para petróleo e seus derivados líquidos (intervalo 0,01); escala de 0,900 – 0,950 (Empresa produtora INCOTERM)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

d) *Consistência ou dureza dos grânulos:* Consiste na resistência dos grânulos à quebra.

- *Resistência à quebra dos grânulos (transporte)*
 - *Mudança na granulometria*
- Quebra Mudança na Granulometria

Fatores que afetam a consistência:

- Natureza: DAP > Consistência
- Processo de granulação;
- Produtos aglutinantes;

- ✓ Resistência a compressão;
- ✓ Resistência a abrasão;
- ✓ Resistência ao impacto.

Mole - Quando o grão pode ser rompido ao ser comprimido entre os dedos indicador e polegar;

Mediamente Duro - Quando pode ser rompido ao comprimirmos sobre uma superfície dura e com o dedo indicador;

Duro - Quando não se rompe, mesmo comprimido sobre uma superfície dura e com o dedo indicador.

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Valores típicos de resistência a compressão (dureza) para grãos de aproximadamente 2,5mm.

FERTILIZANTES	DUREZA (kg)
Nitrato de Amônio (perolado)	1,0
Sulfato de Amônio (cristais)	1,5
MAP	5,8
DAP	4,0
Superfosfato Triplo	1,3
Superfosfato Simples	1,1
KCI	5,8

RESISTÊNCIA AO IMPACTO

Valores de resistência ao impacto
(produtos importados)

FERTILIZANTES	% DE FRAGMENTAÇÃO
Uréia (perolada)	10,5
Nitrato de Amônio (perolado)	4,5
MAP	1,0
DAP	0,8
Superfosfato Triplo	0,6
KCL	3,6

RESISTÊNCIA AO ABRASÃO

Porcentagens de degradação dos fertilizantes mais utilizados

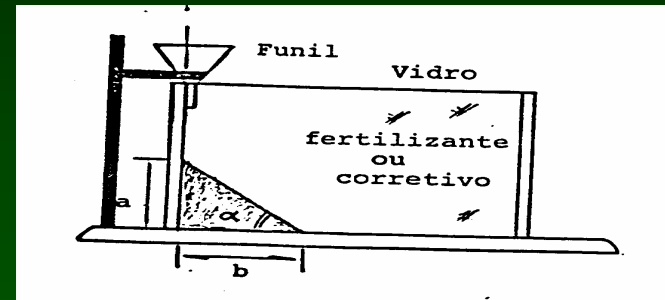
FERTILIZANTES	RESISTÊNCIA À ABRASÃO: % DEGRAD
Nitrato de Amônio (perolado)	7,0
Sulfato de Amônio (cristais)	2,5
MAP	0,8
DAP	0,2
Superfosfato Triplo	1,6
Superfosfato Simples	13,0
KCl	3,8

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

e) *Fluidez:* Capacidade de livre escoamento do adubo (depende do ângulo de repouso).

ADUBOS SÓLIDOS

- a) Higroscopicidade
- b) Forma do grânulo
- c) Características da superfície
- d) Uniformidade granulométrica



ÂNGULO DE REPOUSO: ângulo entre o piso e a superfície da pilha tomada pelo produto quando descarregado no silo ou Na plantadeira. Mede tendência de escoamento.

ADUBOS LÍQUIDOS

- a) Viscosidade
- b) Natureza da mistura (solução ou suspensão)



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

- a) SOLUBILIDADE
- b) HIGROSCOPICIDADE
- c) EMPEDRAMENTO
- d) ÍNDICE SALINO

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

a) SOLUBILIDADE

Nitrogenados e Potássicos:

- a) Altamente solúveis
- b) P/ diminuir solubilidade:
 - * revestimento do grânulo
 - * inibidores da nitrificação
 - * inibidores da urease.

*** alta solubilidade em água → perdas acentuadas (volatilização, lixiviação, etc.)**

Observação: necessidade de linhas de pesquisa → obtenção de produtos de solubilidade intermediária. Lenta liberação de nutrientes (“Slow release”). Ex.: uréia revestida com enxofre (SCU) ou uréia protegida com formaldeído.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

a) SOLUBILIDADE

FOSFATADOS: (+ problemáticos)

1. Solúveis: (SSP, TSP, MAP, DAP) possuem:
 - uma fração solúvel H_2O
 - uma fração solúvel cit.N.NH₄.
2. Insolúveis:(fosf. nat., termof., bicalcico, far. ossos)
 - adota-se solubilidade ác.cít 2% -
1:100

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

FERTILIZANTES	Produto de solubilidade (g/100 mL água) a 20°C
Ácido fosfórico	45,7
Ácido bórico	5
Cloreto de cálcio	60
Cloreto de potássio	34
DAP	40
MAP	22
Gesso	0,241
Nitrato de amônio	190
Nitrato de potássio	31
Sulfato de amônio	73
Sulfato de potássio	11
Superfosfato simples	2
Superfosfato triplo	4
Sulfato de manganês	105
Sulfato de zinco	75
Sulfato de cobre	22
Uréia	100

PRODUTO DE SOLUBILIDADE (P_s): é a quantidade máxima do fertilizante ou corretivo (em gramas) que conseguimos dissolver em 100 mL de água.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

b) Higroscopicidade e deliquescência:

Umidade Crítica - *umidade do ar ambiente a partir da qual uma substância passa a absorver água*
> U.C. < higroscopicidade

1. Conseqüências da higroscopicidade

- * reduz a fluidez
- * reduz a resistência grânulos
- * reduz teor nutrientes
- * facilita empedramento

2. Prevenção da higroscopicidade

- * granulação
- * revestimento de grânulos (caulim; parafina; fosfatos naturais; S; uréia formaldeído)

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

c) Empedramento: é a cimentação das partículas de um adubo formando uma massa de > dimensão que as partículas originais.

1. Conseqüências do empedramento

- * dificulta o manuseio e a aplicação.

2. Fatores que provocam empedramento

- * higroscopicidade
- * pressão de empilhamento
- * tempo de armazenagem
- * tamanho e forma das partículas

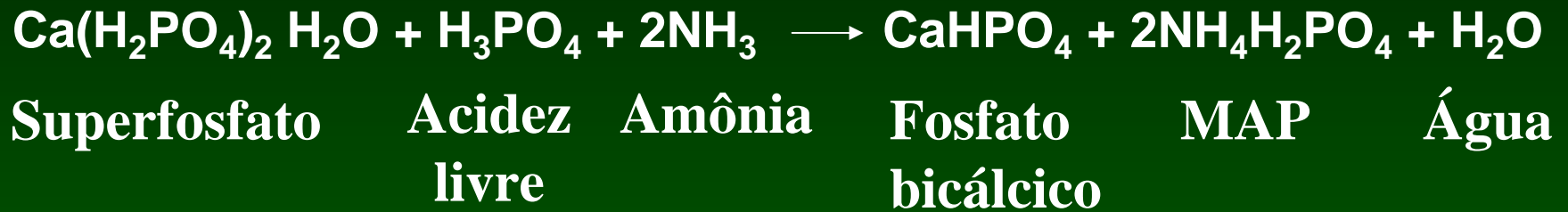
3. Prevenção do empedramento

- * revestimento dos grânulos
- * granulação
- * secagem
- * anti- empedrante

Como evitar o empedramento



Amoniação de Superfosfato



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

d) ÍNDICE SALINO: é a medida da tendência dos adubos em aumentar a pressão osmótica da solução do solo comparada à de igual peso de nitrato de sódio, cujo valor é igual a 100.

1. Conseqüências do índice salino elevado

- * retarda o crescimento

2. Causas do índice salino

- * natureza do adubo
- * quantidade aplicada
- * teor umidade do solo

Solução: fertilizantes com alto índice salino devem ser aplicados parceladamente. Ex.: KCl, nitrato de amônio, uréia

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

d) ÍNDICE SALINO

Índice salino de diversos fertilizantes, calculados em relação ao nitrato de sódio tomado como índice 100.

FERTILIZANTES	Índice Salino
Nitrato de sódio	100
Nitrato de amônio	105
Sulfato de amônio	69
MAP	30
DAP	34
Nitrocálcio	61
Uréia	75
Amônia anidra	47
Superfosfato simples	8
Superfosfato triplo	10
Cloreto de potássio	116
Sulfato de potássio	46
Nitrato de potássio	74

COMPATIBILIDADE DAS MISTURA DE ADUBOS

As misturas podem ser:

- A) Compatíveis
- B) Semi-compatíveis
- C) Incompatíveis

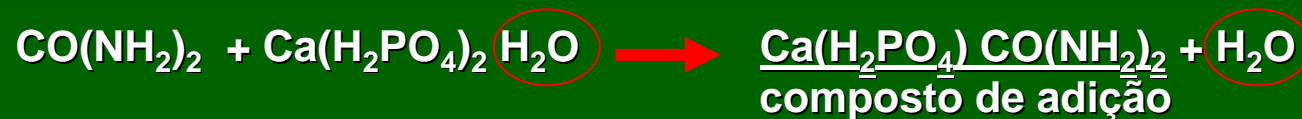
COMPATIBILIDADE DAS MISTURA DE ADUBOS

A) Compatíveis: não traz alterações em suas características físicas e/ou químicas

Ex1: Uréia + KCl

B) Semi-compatíveis: misturar um pouco antes da aplicação.

Ex1: Uréia + Superfosfato



COMPATIBILIDADE DAS MISTURA DE ADUBOS

C) Incompatíveis: não podem ser misturados

Ex1.: Uréia + Termofosfatos - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Ex2: Fontes de cálcio + fontes contendo sulfato (fertirrigação)

$\text{CaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ Incompatível, pela formação de CaSO_4 (insolúvel)

Ex3: Uréia + Nitrato de amônio (UR = 18,1%)

Ex4: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{KCl}$ (UR = 22%)

Ex5: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (DAP) \longrightarrow $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (MAP) + NH_3 \longrightarrow $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + CaHPO_4 + H_2O
 $\text{NH}_3 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ \longrightarrow insolúvel água (sol.CNA)

Segregação

É a separação das partículas, por ordem de tamanho, durante os processos de fabricação, transporte e aplicação.

variação < 10% = boas misturas

variação > 20% = misturas segregadoras

Com a movimentação e trepidação do produto (adubo) as partículas se separam e se acomodam seletivamente por ordem de tamanho.

-origem: ≠ Tamanho

≠ Densidade

≠ Forma

‘FORMA’

influi na fluidez e empedramento.

-compromete a homogeneidade do produto.