

## DETERMINAÇÃO DA UMIDADE EM FERTILIZANTES E SEMENTES COM BASE NO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES<sup>1</sup>

Francisco de A.F. de Mello<sup>2</sup>  
Orson Mureb Jacob<sup>3</sup>

### RESUMO

No presente trabalho é feita uma comparação entre o método gravimétrico para determinação de umidade em fertilizantes e sementes e um método baseado no princípio da imersão de Arquimedes, para o caso de fertilizantes, não havendo necessidade desta no caso de sementes. A conclusão a que se chegou é de que ambos os processos fornecem resultados comparáveis.

### INTRODUÇÃO

Ao que parece, MAIBORADA (1957) foi o primeiro a empregar o método da imersão para determinar o conteúdo de umidade de um solo. Posteriormente, WILDE & SPYRIDAKIS (1962), trabalhando com solos arenosos de Wisconsin, Estados Unidos da América do Norte, verificaram que o método referido dava resultados concordantes com determinações gravimétricas.

A principal vantagem apresentada pelo método de imersão, segundo WILDE & SPYRIDAKIS (1962), reside no fato de possibilitar a determinação do conteúdo de umidade de um solo em trabalhos de campo, em que o uso do método gravimétrico seria difícil, porque requer uma estufa com controle termostático, e é muito mais demorado (MELLO, não publicado).

MELLO (não publicado) apresentou uma fórmula para a determinação acima citada e deduziu duas outras: a primeira, baseada no princípio da imersão, para a determinação da umidade em fertilizantes solúveis em água; a segunda, que dispensa a imersão, para fertilizantes granulados, sementes e solos.

---

<sup>1</sup> Entregue para publicação em 30.12.68.

<sup>2</sup> Cadeira de Química Agrícola da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

<sup>3</sup> Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

1 - Fórmula para a determinação da umidade em fertilizantes solúveis em água:

$$u = \left[ 1 - \frac{dx_1}{y' (d-d_1)} \right] 100$$

em que

u = percentagem de umidade do adubo

d = densidade do adubo

$x_1$  = peso da amostra seca em um líquido em que ela é insolúvel (o mais simples é uma solução saturada do próprio adubo), representa a diferença entre o peso da amostra seca e o impulso que ela recebe quando imersa no líquido considerado.

$y'$  = peso da amostra cuja umidade se quer determinar.

$d_1$  = densidade do líquido em que o adubo é insolúvel.

2 - Fórmula para a determinação da umidade em sementes, fertilizantes granulados e solos:

$$u = \left( 1 - \frac{vd}{y'} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

em que

u = percentagem de umidade nas sementes, adubo ou solo.

v = volume das sementes, adubo ou solo (método do anel).

d = densidade das sementes, adubo ou solo (neste caso, densidade aparente).

3 - Determinação da umidade em fertilizantes solúveis em água.

Dois métodos foram utilizados para esta determinação: o método gravimétrico, por secagem em estufa a 100-105°C e o método empregando a fórmula (1). Para o emprego deste método foram feitas as seguintes determinações:

Determinação de  $d_1$  - determinado por meio de densímetro nas soluções saturadas dos adubos.

Determinação de d - pesou-se pequena quantidade p de cada adubo seco a 100-105°C passando-a para uma proveta graduada em 0,5 ml. A seguir foi adicionado um volume conhecido de solução saturada do próprio adubo. A diferença entre o volume de solução colocada na proveta e o lido na mesma fornece o volume do adubo v.

$$d = \frac{p}{v}$$

Determinação de  $x_1$  :  $x_1 = y - v_1 d_1$ , sendo  $y$  o peso de uma amostra que, quando úmida, no estado natural era  $y'$ . O seu volume  $v_1$  foi determinado como explicado acima. Evidentemente,  $x_1$  pode ser determinado por meio de uma balança analítica previamente adaptada e usando-se um peso  $y'$  da amostra do fertilizante.

Determinação de  $y'$  - Em balança analítica.

A densidade do adubo  $d$  foi às vezes determinada pelo processo do picnometro. Para isso, enchia o picnometro com uma solução saturada do adubo, fechava-se com cuidado e enxugava-se bem, exteriormente e pesava-se. A seguir, colocava-se no picnometro um peso conhecido do adubo seco (2 g) e pesava-se novamente. A diferença entre as duas pesagens fornecia o volume da solução deslocada. Dividindo-se o peso revelado pela diferença entre as duas pesagens referidas pela densidade  $d_1$  da solução saturada obtinha-se o volume deslocado da mesma por 2 g do adubo. Dividindo-se agora o peso de adubo tomado (2 g) pelo seu volume obtém-se a densidade do mesmo.

4 - Determinação da umidade em sementes.

Dois métodos foram utilizados para esta determinação: o método gravimétrico, por secagem em estufa a 100-105°C e o método empregando a fórmula (2). Para o emprego deste método as sementes não devem sofrer variações sensíveis de volume após secagem. As seguintes determinações foram feitas:

Determinação de  $y'$  - Feita em balança analítica.

Determinação da densidade - Feita num aparelho vibrador. Este consiste essencialmente de uma proveta graduada em 0,2 ml de pequeno diâmetro montada sobre um vibrador. Para se determinar a densidade das sementes toma-se um peso  $p$  de uma porção de sementes previamente secas a 100-105°C e coloca-se na proveta já contendo certa quantidade de um volume conhecido de areia fina. Deposita-se sobre as sementes a areia restante e liga-se o vibrador. Após alguns segundos a areia se acomoda definitivamente não havendo mais variação em seu volume. A diferença  $v$  entre o volume agora lido na escala da proveta e o volume inicial da areia fornece o volume das sementes. A densidade das mesmas é dada pela fórmula

$$d = \frac{p}{v}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

## A - Determinação da umidade em adubos.

Foram feitas duas séries de ensaios e os resultados foram analisados estatisticamente em separado. Os resultados obtidos se encontram no Quadro 1.

QUADRO 1 - Teores percentuais de umidade encontrados nos adubos, pelo método gravimétrico e pelo método proposto.

Adubo	1º Ensaio		2º Ensaio	
	Método		Método	
	Gravi- métrico	Proposto	Gravi- métrico	Proposto
Salitre potássico	6,8	6,3	6,8	6,4
Salitre do Chile	3,5	3,0	3,5	3,5
Cloreto de potássio	3,0	3,0	2,3	2,0
Sulfato de amônio	3,7	3,3	3,3	3,3
Superfosfato simples	3,3	3,1	3,3	3,1
Sulfato de potássio	1,3	1,3	3,1	3,1
Patent Kali	23,0	19,0	21,0	17,0

A análise estatística dos dados revelou, para o primeiro ensaio, um coeficiente de correlação  $r = 0,999$  e o teste  $t$  um valor igual a 50,17. Portanto a correlação e o teste  $t$  foram altamente significativos, sendo este superior a 1%.

Em relação ao segundo ensaio, o coeficiente de correlação foi  $r = 0,998$  e o teste  $t$  revelou um valor igual a..... 35,29, isto é, superior a 1%.

## B - Determinação da umidade em sementes.

Foram também feitas duas séries de ensaios, sendo os resultados analisados estatisticamente em separado. Os resultados obtidos se encontram no Quadro 2.

QUADRO 2 - Teores percentuais de umidade encontrados em sementes pelo método gravimétrico e pelo método proposto.

Sementes	<u>1º Ensaio</u>		<u>2º Ensaio</u>	
	<u>Método</u>		<u>Método</u>	
	Gravi- métrico	Proposto	Gravi- métrico	Proposto
Cassia Septofilla	6,2	6,0	6,4	6,1
Arroz Pratao	7,5	7,1	7,6	7,2
Milho Híbrido	5,8	5,8	5,7	5,5
Poncinus	6,1	6,0	6,0	6,0
Milho Azteca	5,9	5,7	5,9	5,7
Limão Cravo	5,4	5,9	5,5	5,0
Caqui	6,6	6,4	6,4	6,5

No primeiro ensaio o coeficiente de correlação foi significativo com um valor  $r = 0,933$ ; o teste  $t$  revelou uma significância superior a 1% ( $t = 5,79$ ). Em relação ao segundo ensaio, os resultados foram semelhantes, isto é,  $r = 0,956$  e  $t = 7,24$ , ambos altamente significativos.

Portanto, pelo que se observa através dos resultados expostos, obtidos com a execução de ensaios simples, o método proposto pelos autores se revelou tão sensível quanto o método gravimétrico. Como se observa nas fórmulas (1) e (2) muitos dos dados utilizados podem ser considerados constantes e conhecidos previamente. Então, o emprego dos métodos ora estudados pode se tornar simples e rápidos.

Moisture determination in fertilizers and seeds  
by Arquimedes Principle

SUMMARY

Moisture determination in fertilizers by the application of Archimedes Principle drive the author to the following equation

$$u = \left[ 1 - \frac{dx_1}{y' (d-d_1)} \right] \cdot 100$$

were

- u = moisture in percentage
- d = fertilizer density
- x<sub>1</sub> = difference between the sample dry weight and the buoyed up by a force equal to the weight of the displaced fluid (saturated solution of the fertilizer)
- y' = sample weight
- d<sub>1</sub> = density of the fluid.

For seeds the following equation was obtained

$$u = \left( 1 - \frac{vd}{y'} \right) \cdot 100$$

were

- u = moisture in percentage
- v = seeds volume
- d = seeds density
- y' = seeds weight

The application of both formulas showed straight correlation with the usually method in store at 100-105°C.

## LITERATURA CITADA

- MELLO, F.A.F. no prelo. Determinação da umidade em solos, fertilizantes e sementes, com base no princípio de Arquimedes. Entregue para publicação nos Anais da ESALQ.
- WILDE, S.A. & D. M. SPYRIDAKIS. 1962. Determination of soil moisture by the imersion method. Soil Sci., 94:132-133.
- MAIBORODA, N.M. 1957. Determination of soil moisture by hydric method. Pochwovedenie, 8: 101-103.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Prof. Edmar José Kiehl pela cessão do aparelho vibrador para a determinação do volume das sementes.





