

**Étude comparative de méthodes
pour la détermination du phosphore total
dans différents types d'andosols**

J.A. Pérez MENDEZ, F. Gutierrez JEREZ, E. Fernández CALDAS

I. Trujillo Jacinto del CASTILLO

Étude comparative de méthodes pour la détermination du phosphore total dans différents types d'andosols

J.A. Pérez MENDEZ, F. Gutierrez JEREZ, E. Fernández CALDAS

I. Trujillo Jacinto del CASTILLO

INTRODUCTION.

De nombreuses méthodes ont été proposées pour déterminer le phosphore total du sol. Dans certains cas, les échantillons de sols sont soumis à une fusion alcaline avec du carbonate de soude ou $\text{CO}_2\text{Li}_2/\text{BO}_3\text{H}_3$ (qui permet de déterminer la quantité de silice dans l'extrait), et dans d'autres cas, on procède à une attaque acide en utilisant isolément les acides HF, HClO_4 , HNO_3 , H_2SO_4 ou leurs mélanges. La méthode la plus efficace doit permettre de minéraliser les phosphates organiques, et en outre de solubiliser tous les phosphates minéraux figurant dans le sol.

En accord avec les résultats obtenus par différents chercheurs, la fusion alcaline se trouve parmi les techniques les plus satisfaisantes (Sherrell et Saunders, 1966 ; Syers et al., 1967 ; Sommers et Nelson, 1972). Grâce à celle-ci, on réalise une attaque profonde qui libère tous les phosphates occlus et inclus (Syers et al., 1967), ainsi que le P qui est substitué à Si dans les silicates des roches ignées et métamorphiques (Cescas et al., 1970), ce qui ne peut être obtenu, en général, au moyen d'une attaque acide.

Les attaques acides présentent, de plus, l'inconvénient de pertes possibles de phosphate pendant la digestion et celui d'une manipulation malaisée du matériel de laboratoire nécessaire. Cependant ces derniers inconvénients ont pu être éliminés avec un « réacteur à pression », qui assure non seulement la conservation quantitative de l'échantillon, mais encore présente l'avantage de la simplicité en réussissant à détruire complètement le sol en 45 minutes, quand on utilise un mélange HF/ HNO_3 (Ximenez Herraiz, 1975).

Comme les fusions alcalines sont difficilement obtenues au moyen de procédés relativement longs et ennuyeux, qui ont besoin d'une certaine habileté et l'utilisation d'un matériel coûteux et fragile, un grand nombre de chercheurs ont utilisé les attaques acides pour déterminer le phosphore total. Nous savons en effet que la digestion avec HClO_4 est une méthode très couramment utilisée. La récupération du phosphore grâce à cette dernière méthode, est généralement incomplète, spécialement sur des sols volcaniques, où sont fréquentes les inclusions d'apatite ; de telles inclusions ont été trouvées encore dans les résidus du sol restant après la digestion (Syers et al., 1967).

Le contenu en phosphore total représente une valeur utilisée fréquemment comme référence, en relation avec le contenu phosphore de chacune des fractions organiques et minérales, sous lesquelles se présente cet élément dans les sols. En tenant compte

de l'originalité, de l'efficacité et de la précision de la technique du « réacteur à pression » que nous avons utilisée pour la première fois dans des études sur le phosphore du sol, nous avons estimé qu'il serait très intéressant de comparer les valeurs fournies au moyen de l'attaque par le HF/HNO₃, réalisée dans un réacteur à pression, à celles obtenues après la digestion avec HClO₄, puisqu'il s'agit d'une méthode très utilisée par d'autres auteurs. Après avoir vérifié l'efficacité de cette dernière méthode, cette étude nous permettra de pouvoir réaliser une analyse plus rigoureuse de nos données comparées à celles que l'on trouve dans la littérature spécialisée.

Bien que les méthodes commentées aient été développées et utilisées pour déterminer le phosphore total, il existe une série de procédés pour étudier le phosphore des sols, tels que la détermination du phosphore organique et le fractionnement des phosphates dans lesquels on obtient des valeurs de phosphore qui, dans certains cas, ont été utilisées pour exprimer le contenu total de phosphore des sols. Parmi ces techniques, figurent celles de Steward et Oades (1974), Harrap (1963), Saunders et Williams, modification de Walker et Adams (1958), Mehta et al. (1954), ainsi que celle de Krivonosova (1972), qui consiste à fractionner les phosphates organiques. Les valeurs de phosphore total fournies par ces méthodes seront confrontées à celles obtenues au moyen de la méthode du « réacteur à pression ».

MATERIEL.

En vue de cette étude nous avons sélectionné une série de sols représentatifs des différents types d'Andepts trouvés à Ténérife :

- I. Andosols Vitriques = Vitrandepts : Zabagu et Chinyero.
- II. Andosols Vitriques complexes = Vitrandepts évolués : Izaña et Portillo.
- III. Andosols Désaturés = Dystrandepts : Aguamansa I et Aguamansa II.
- IV. Antergrades Andosols = Sol brun oligotrophe : Manantiales et Pico del Inglés.

Dont les caractéristiques écologiques physico-chimiques et minéralogiques ont été présentées par Fernandez Caldas, Tejedor Salguero (1975) et Cabezas Viaño (1975). Voir tableau en annexe.

METHODES.

Les attaques ou extractions destinées à rendre soluble le phosphore existant dans les sols, ont été réalisées d'après les méthodes suivantes :

a) Attaque par HF/HNO₃ dans un réacteur à pression (Ximenez Herrais, 1975). Nous avons appliqué cette technique avec succès à l'analyse des sols, et elle offre des garanties suffisantes pour attaquer et rendre solubles les composés de phosphore inclus ou occlus difficiles à libérer.

b) Extraction par digestion avec l'acide perchlorique (Jackson, 1964).

c) Extraction avec HCl 1M/NaOH 0,5 N, ultrasons/NaOH 0,1 N ; méthode Steward et Oades (1974).

d) Extractions avec Na₂EDTA 5% (w/v)/NaOH 0,5 N. 1h/NaOH 0,5 N, 90 °C. 8h. ; méthode d'Harrap (1963).

e) Extractions avec HCl 37%, NaOH 0,5 N. 1h/NaOH 0,5 N. 90 °C., 8h. ; méthode de Mehta et de ses collaborateurs (1954).

f) Extractions avec H₂SO₄ 1 N, avant et après calcination ; méthode de Saunders-Williams (1955).

g) Extractions avec Ac. Acétique + Anh. Acétique + H_2SO_4 , 5 : 5 : 1 / NaOH 0,1 N., 40 °C., lh. deux-trois fois; méthode de Krivonosova (1972).

Nous avons déterminé analytiquement le contenu en phosphore des différents extraits obtenus dans notre travail, en suivant les instructions données par M. K. John (1970) qui utilise l'acide ascorbique pour réduire le complexe phosphomolybdique. En effet, cette méthode élimine, en grande partie, les inconvénients découlant de l'utilisation d'autres réducteurs.

RESULTATS ET DISCUSSIONS :

COMPARAISON DES METHODES.

1. ATTAQUE PAR LE MELANGE HF/HNO₃.

Les valeurs de phosphore total obtenues par l'utilisation du mélange HF/HNO₃, selon la technique décrite, sont les plus élevées et nous pouvons par conséquent les prendre comme référence pour les autres résultats (Tableau 1).

2. ATTAQUE AVEC HClO₄.

Les valeurs obtenues au moyen de la dissolution par l'acide perchlorique par rapport à celles fournies par l'attaque du HF/HNO₃ sont comprises entre 57 % et 100 %, (Tableau 1), les plus bas pourcentages d'extraction correspondant aux horizons (B) et (B)/C des sols peu évolués, tandis que les valeurs les plus élevées se trouvent dans les horizons en surface.

On observe, d'autre part, des pourcentages qui approchent 100 % dans les sols évolués, du groupe IV Intergrades Andosol-Sol brun oligotrophe.

En ce qui concerne les autres groupes, le pourcentage d'extraction est très semblable.

Le taux d'extraction peu élevé du phosphore dans ces sols, au moyen de la méthode dissolution par l'acide perchlorique, est dû, probablement, à la présence d'inclusions d'apatite dans le matériau d'origine, en plus des pertes possibles de phosphates pendant la dissolution (volatilisations produites par chauffage excessif, temps trop long d'attaque, etc.), (Martin, 1964), attaque incomplète.

Des inclusions d'apatite sont très communes dans les minéraux les plus importants des roches ignées. En particulier dans les xénolites, quartz, verres volcaniques, oxydes de Fe-Ti, feldspaths plagioclases, biotite, muscovite, chlorite, hypersthène, ilménite et augite (Cescas, 1970 ; Syers et al., 1967 ; Syers et Walker, 1969, Walker et Adams, 1976). Au cours de l'étude minéralogique des sols étudiés (Cabezas Viaño, 1975) nous avons trouvé les minéraux suivants : augite, hypersthène, biotite, titanite, magnétite et ilménite dans la fraction dense ; et dans la fraction légère abondent les verres volcaniques et les feldspaths calcosodiques, ainsi qu'un pourcentage relativement considérable d'altérites pouvant contenir des inclusions de phosphate.

L'influence de ces inclusions sur l'extraction du phosphore semble évidente, parce qu'on observe une relation inverse entre la proportion de minéraux primaires et la dissolution du phosphore. Les valeurs les plus basses (de l'ordre de 57 %) correspondent aux horizons (B)/C, plus riches en minéraux primaires.

La plus grande efficacité de l'attaque des sols du groupe des Intergrades par le HClO₄ est due au degré d'évolution avancée qui a facilité la libération des phosphates occlus dans des minéraux primaires du type de l'hypersthène et des plagioclases (Syers et Walker, 1962).

J.-A. PEREZ MENDEZ, F. GUTIERREZ JEREZ, E. FERNÁNDEZ CALDAS
I. TRUJILLO JACINTO DEL CASTILLO

Cependant, malgré cette profonde altération on n'extrait pas la totalité du phosphore, ce qui est dû probablement aussi à la persistance de minéraux primaires (comme la magnétite), relativement résistants, qui ne libèrent pas le phosphore occlus (Syers et Walker, 1969; Walker et Adams, 1976), et d'autre part, à l'occlusion de phosphates par des concrétions et couches d'oxydes ou par des minéraux secondaires formés durant l'évolution du sol (Sommer et Nelson, 1972).

TABLEAU 1. — Comparaison des méthodes de dosage du phosphore total
(en % de P)

Profil	Hor.	Hf/HNO ₃	HClO ₄	Ultrasons	Krivososova	Mehta	Harrap	Calcination
ZABAGU	A	4.469	3.324(74.3)	3.175(71.0)	3.692(82.5)	3.906(87.4)	2.294(51.3)	2.213(49.5)
	(B)	4.551	3.441(75.6)	3.326(73.0)	3.885(85.3)	3.855(85.3)	2.957(64.9)	1.733(38.0)
	(B)/C	3.360	2.303(68.5)	1.895(56.3)	2.094(62.3)	2.619(77.9)	1.715(51.0)	1.253(39.2)
CHINYERO	A	4.240	2.968(70.0)	2.782(65.5)	3.096(93.0)	-	-	-
	(B)	2.236	1.278(57.1)	1.331(59.5)	1.624(72.6)	-	-	-
IZANA	A	2.750	2.090(76.0)	2.473(85.9)	2.423(88.1)	2.569(93.4)	2.106(76.5)	2.233(81.2)
	(B)	1.674	1.242(74.1)	1.168(69.7)	1.361(81.3)	1.618(96.6)	1.352(68.8)	1.012(60.0)
	(B)/C	848	583(68.7)	795(93.7)	695(81.9)	882(104.0)	353(41.6)	436(51.4)
PORTILLO	A ₀	2.544	-	1.987(98.1)	-	-	-	-
	A ₁	2.695	2.117(78.5)	2.200(81.6)	2.423(89.9)	-	-	-
	(B)	2.220	1.554(70.0)	1.596(71.8)	1.852(83.4)	-	-	-
	(B)/C	1.070	620(57.9)	736(68.7)	991(92.6)	-	-	-
AGUAMANSA	A	2.655	2.034(76.6)	1.977(74.4)	2.249(84.7)	-	-	-
	I (B)	2.398	1.638(68.3)	1.462(60.9)	2.107(87.8)	-	-	-
	(B)/C	1.110	643(57.9)	396(35.6)	-	-	-	-
AGUAMANSA	A	2.331	1.831(78.5)	1.752(75.1)	2.053(88.0)	2.360(101.2)	1.801(77.2)	1.516(65.4)
	(B) ₁	2.280	1.653(72.5)	1.518(66.5)	2.174(95.3)	2.280(100.0)	1.707(74.8)	1.282(56.2)
	(B) ₂	2.360	1.829(77.5)	1.669(70.7)	2.053(86.9)	2.459(104.1)	1.915(81.1)	1.032(43.7)
	(B)/C	3.190	2.262(70.9)	2.221(69.6)	2.728(85.5)	2.744(86.0)	2.510(78.6)	-
MANANTIALES	A	1.870	1.705(91.1)	1.210(64.7)	1.166(62.3)	1.614(86.3)	1.136(60.7)	1.100(58.8)
	(B)	2.255	2.117(93.8)	1.356(60.1)	755(33.4)	1.796(79.6)	1.320(58.5)	1.202(53.3)
	(B)/C	2.234	1.744(78.0)	689(30.8)	-	1.599(71.5)	908(40.6)	749(33.5)
PICO	A ₁₁	1.457	1.457(100.0)	841(69.5)	918(75.8)	-	-	-
INGLES	A ₁₂	1.350	1.053(78.0)	551(40.8)	591(43.7)	-	-	-
	B ₂₁	1.835	1.404(76.5)	358(19.5)	-	-	-	-
	B ₂₂	2.106	1.512(82.3)	473(25.7)	-	-	-	-

COMPARAISON DE METHODES POUR PHOSPHORE TOTAL

D'après ces deux méthodes, la détermination du contenu en phosphore total des sols présente, dans notre cas, un coefficient de corrélation de 0.9640, hautement significatif (Tableau 2).

TABLEAU 2. — Coefficients de corrélation

	HF/HNO ₃	HClO ₄	Ultrasons	Krivososova	Mehta	Harrap	Calcina- tion
HF/HNO ₃							
HClO ₄	0.96 ^{xx}						
Steward-Oades Ultrasons	0.90 ^{xx}	0.89 ^{xx}					
Krivososova	0.93 ^{xx}	0.87 ^{xx}	0.96 ^{xx}				
Mehta	0.97 ^{xx}	0.94 ^{xx}	0.96 ^{xx}	0.97 ^{xx}			
Harrap	0.87 ^{xx}	0.84 ^{xx}	0.91 ^{xx}	0.91 ^{xx}	0.93 ^{xx}		
Ignifion	0.75 ^x	0.76 ^x	0.87 ^{xx}	0.77 ^x	0.81 ^x	0.82 ^x	

xx nivel de significacion 0.1%

x " " " 1.0%

3. METHODES MEHTA ET KRIVONOSOVA.

Parmi les techniques utilisées pour l'étude du phosphore organique, celles qui présentent les plus grandes valeurs absolues de phosphore total correspondent aux procédés utilisés par Mehta et ses collaborateurs (1954), et Krivososova (1972). Ces valeurs sont même plus élevées que celles obtenues au moyen de l'attaque par HClO₄, sauf dans les Intergrades Andosol-Sol brun oligotrophe (Tableau 1).

Ces valeurs exprimées en pourcentage de la quantité extraite par HF/HNO₃, oscillent entre 70 % et 104 % en ce qui concerne la méthode Mehta, et entre 33 % et 95 % en ce qui concerne celle de Krivososova (Tableau 1).

Dans ces deux méthodes, les pourcentages inférieurs correspondent aux sols les plus évolués (Intergrade Andosol-Sol brun oligotrophe), où l'on observe en outre, les plus grandes différences.

Les hautes valeurs élevées obtenues au moyen de ces méthodes ne doivent pas nous surprendre si nous tenons compte du fait que les traitements chimiques auxquels sont soumis les échantillons, assez semblables dans les deux techniques, consistent en :

a) Un traitement acide (HCl à 37 % dans la technique de Mehta, et acide acétique + anhydride acétique + acide sulfurique dans celle de Krivososova) qui, outre l'extraction des cations d'échange tels que Ca, Mg, Fe et Al, constituant des ponts entre les radicaux des phosphates, la matière organique et les substances minérales (Harrap, 1963), attaque les revêtements de différente nature qui empêchent l'extraction postérieure des phosphates (Mehta, 1954).

b) L'extraction alcaline (NaOH dans les deux cas) qui, outre l'extraction des phosphates organiques, agit sur les phosphates de Fe et Al (Robinson, 1967 ; Jackson, 1970).

Nous attribuons les petites différences existant entre les valeurs de phosphore total dans les deux méthodes aux faits suivants : le traitement acide de la méthode Krivososova ne peut être aussi efficace que celui du procédé de Mehta (c'est la raison pour laquelle on observe les plus grandes différences dans les Intergrades Andosol-Sol brun oligotrophe, présentant, en proportion, plus de couches et de concrè-

tions d'oxydes), d'autre part l'extraction alcaline n'est pas aussi énergique puisque dans la technique de Mehta la seconde attaque est beaucoup plus prolongée et se réalise à une plus haute température.

L'efficacité de la méthode de Mehta par rapport au type de sol suit la séquence :

Intergrades / Vitrandepts / Vitrandepts évolués / Dystrandepts, cette efficacité correspond étroitement, dans le cas des Dystrandepts, à la méthode du HF/HNO₃.

Nous observons la même tendance dans le procédé de Krivonosova, mais à un degré moins élevé.

Entre les valeurs obtenues par HF/HNO₃ et celles fournies par ces méthodes nous observons des coefficients de corrélation de 0.97 et 0.93, respectivement, significatifs à 0,1 % (Tableau 2).

Les procédés de Mehta et de Krivonosova, et tout spécialement le premier, fournissent des valeurs acceptables quand il s'agit de déterminer le phosphore total contenu dans des Andosols tandis qu'il convient de considérer avec la plus grande réserve les valeurs obtenues au moyen de la méthode de Krivonosova dans des sols du type Intergrade Andosol-Sol brun oligotrophe.

4. METHODE DE STEWARD-OADES.

Les valeurs de phosphore total correspondant à la méthode de Steward-Oades (1974) sont assez semblables à celles obtenues au moyen de l'attaque par HClO₄ (en faisant omission de celles des Intergrades Andosol-Sol brun oligotrophe, nettement inférieures). Les tendances à la diminution vers la base du profil sont plus accusées dans les Intergrades (Tableau 1).

En ce qui concerne le traitement chimique, nous pouvons affirmer que cette technique présente des caractéristiques similaires à celles appliquées par Mehta et Krivonosova, avec la particularité, cependant d'être beaucoup moins énergique, même dans le cas où elle est aidée par un traitement physique tel que l'application d'ultrasons pendant l'extraction alcaline.

Le pré-traitement acide avec le HCl 1 N dans la méthode de Steward-Oades, n'est pas assez efficace pour libérer et dissoudre certains cations et phosphates inorganiques, et par conséquent les valeurs fournies par cette méthode ne correspondent pas au contenu réel des sols.

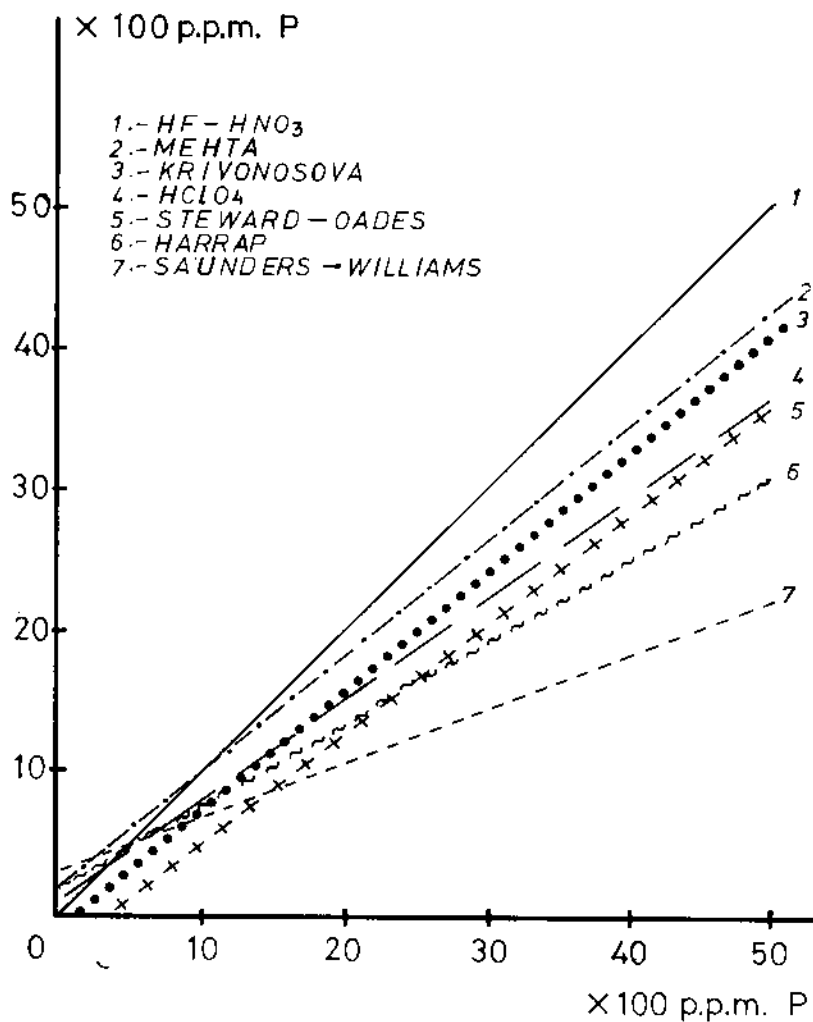
Si nous comparons cette méthode à celle de HF/HNO₃, nous observons qu'elle est significative à 0,1 % ($r = 0.9000$) (Tableau 2).

5. METHODE HARRAP.

L'hypothèse selon laquelle le **pré-traitement acide** serait nécessaire pour que l'extraction de la totalité du phosphore contenu dans les sols soit plus effective, est confirmée par les valeurs encore plus basses obtenues à l'aide de la méthode Harrap dans laquelle ce pré-traitement a été remplacé par l'action complexante de Na₂EDTA.

Ainsi, quand on compare aux valeurs de phosphore total, les valeurs issues des procédés de Mehta et d'Harrap, qui se différencient uniquement dans le pré-traitement cité et présentent des valeurs similaires de phosphore organique (Pérez Méndez, 1976), on observe une grande différence attribuable à une extraction moins importante des phosphates inorganiques à cause du pré-traitement moins efficace.

Entre la méthode utilisant HF/HNO₃ et la technique d'Harrap il existe un coefficient de corrélation de 0.8710 significatif à 0,1 %.

GRAPHIQUE 1

6. METHODE DE SAUNDERS ET WILLIAMS.

Les valeurs de phosphore total obtenues par la méthode de Saunders-Williams ont été utilisées par divers chercheurs comme valeurs correspondant au contenu réel (Syers *et al.*, 1967 ; Urijo et Keseba, 1975). Elles sont comparables à celles obtenues au moyen d'autres procédés dans certains sols modérément altérés et fertilisés (Walker et Adams, 1958).

Cependant, en utilisant cette méthode, nous avons obtenu des valeurs réellement basses qui, comparées à celles fournies par la méthode HF/HNO₃, oscillent entre 33 % et 65 %, avec une valeur exceptionnelle de 81 %, alors que les valeurs les plus hautes correspondent aux horizons superficiels (Tableau 1).

Ceci est certainement dû à une plus grande proportion de phosphates organiques dans ces horizons, ce qui explique, en plus, la valeur exceptionnellement élevée de l'horizon A du profil Izaña, contenant 30 % de matière organique (17,47 % de C).

Les faibles rendements atteints sont également logiques puisque l'extraction à l'aide du H₂SO₄ (1 N) doit seulement inclure les phosphates inorganiques les plus solubles (le phosphore lié au calcium extrait par l'acide et une partie du phosphore non occlusif, Sha *et al.*, 1968), mais en aucun cas ne doit inclure les phosphates de Fe, Al et Ca moins solubles ou retenus plus fortement.

Cette méthode présente un indice de corrélation de 0.7540 significatif à 1 %, qui prouve sa plus faible efficacité.

CONCLUSION.

L'observation des courbes de régression des valeurs de phosphore total obtenues au moyen des diverses méthodes, montre l'efficacité, les similitudes et les différences existant entre toutes ces techniques (Graphique 1).

On observe, de cette façon, que tous ces procédés fournissent des valeurs qui concordent assez bien pour de faibles quantités allant jusqu'à 1.000 ppm., tandis que pour des valeurs supérieures, il existe de plus grandes divergences, ce qui met en évidence les degrés d'efficacité de l'échelonnement dont nous avons déjà parlé, de HF/HNO₃, et des méthodes de Mehta, Krivonosova, de HClO₄, Steward-Oades, d'Harrap et de calcination.

A l'intérieur de cet échelonnement, l'extraction du phosphore en fonction du contenu du sol suit la même tendance dans les méthodes : Mehta, Krivonosova et Steward-Oades, c'est-à-dire, dans celles qui consistent à soumettre les échantillons à une **extraction acide puis alcaline**, quoiqu'on observe une plus grande extraction du phosphore quand le traitement acide est plus énergique.

Si nous n'utilisons pas la méthode d'extraction la plus complète du phosphore total, c'est que la méthode Mehta est plus rapide, et qu'elle donne des valeurs suffisamment approchées de celles obtenues par l'extraction fluorhydrique pour les problèmes que nous avons à étudier.

(Reçu pour publication août 1977.)

Profil	Horizon	Profondeur cm	pH	% C	% N	Granulométrique				Amorphes			
						% Sable	% Limon	% Argile	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% SiO ₂	A1/Al+Si	
Zabagu	A	0- 20	6.81	4.90	0.50	28.3	34.0	18.6	12.65	8.04	3.2	0.81	
	(B)	25- 40	6.91	2.77	0.23	32.7	36.6	14.0	7.39	8.27	4.0	0.67	
	(B)/C	40- 60	7.00	0.93	0.07	59.3	22.3	6.9	6.91	8.41	4.0	0.66	
Chinyero	A	0- 15	6.75	9.46	0.37	34.4	32.8	10.6	4.06	3.57	3.4	0.57	
	(B)	15- 50	7.40	1.12	0.04	41.3	35.4	14.6	4.42	6.58	7.1	0.41	
Izana	A	0- 15	4.90	17.47	1.54	20.1	29.6	10.0	3.14	3.44	1.7	0.67	
	(B)	15- 25	5.15	3.78	0.38	35.4	17.3	32.2	4.42	5.53	3.4	0.58	
	(B)/C	25- 90	5.50	0.92	0.11	24.3	34.0	32.4	2.39	7.27	4.2	0.39	
Portillo	Ao	0- 20	5.50	5.46	0.53	37.5	29.5	16.0	6.12	4.30	3.0	0.69	
	A1	20- 40	5.15	4.25	0.42	31.7	33.8	17.6	7.35	5.75	3.5	0.70	
	(B)	60-140	5.46	3.05	0.31	37.4	29.1	20.7	7.35	5.31	4.0	0.67	
	(B)/C	140-170	5.65	1.11	0.13	42.1	30.9	18.8	4.39	5.49	4.3	0.53	
Aguamansa I	A	0- 28	6.15	8.00	0.52	15.3	32.9	25.9	11.96	6.80	3.3	0.80	
	(B)	28- 40	6.50	1.64	0.13	14.1	34.3	32.4	12.17	14.74	6.1	0.69	
	(B)/C	40- 68	6.75	0.63	0.05	12.3	23.3	50.0	3.13	16.48	8.8	0.28	
Aguamansa II	A	0- 30	6.15	6.68	0.40	14.7	34.8	26.7	13.35	8.24	2.8	0.84	
	(B)1	30- 65	6.00	2.66	0.18	11.3	39.4	31.9	16.17	8.84	6.2	0.74	
	(B)2	65- 95	6.40	2.21	0.19	8.7	39.7	31.1	16.79	13.82	5.3	0.78	
	(B)/C	> 95	6.40	1.42	0.11	14.0	33.4	36.0	16.77	9.68	5.2	0.78	
Manantiales	A	0- 40	5.60	7.03	0.86	4.9	34.8	37.3	6.40	15.30	2.6	0.73	
	(B)	40- 60	5.55	5.29	0.52	1.9	25.9	54.3	6.88	16.40	3.8	0.67	
	(B)/C	60-120	5.40	1.91	0.18	1.7	18.0	68.9	6.22	17.70	5.5	0.56	
Pico del Ingles	A11	0- 35	4.75	8.54	0.81	8.0	35.7	30.3	4.71	12.61	6.6	0.44	
	A12	35- 45	4.75	3.39	0.35	7.1	25.2	52.5	3.46	12.73	6.6	0.37	
	B21	45- 80	4.75	1.64	0.16	9.6	20.1	58.2	2.78	13.88	6.5	0.32	
	B22	80-200	4.45	1.03	0.07	7.4	20.7	59.2	2.70	13.75	9.3	0.24	

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF METHODS FOR THE DETERMINATION OF TOTAL PHOSPHORUS IN DIFFERENT TYPES OF ANDOSOLS

The total phosphorus in eight different andosol profiles of Canary Islands, was determined using seven methods. Some are specific such as; the attack by a mixture HF/HNO₃ (Ximenez Herrais, 1975) in a pressure reactor, and digestion with HClO₄ (Jackson, 1964); and others non specific for total phosphorus, but nevertheless used for the study of phosphorus in soils; such as, the methods of Mehta (1954), Harrap (1963), Steward-Oades (1972), Saunders-Williams (1955) and Krivonosova (1972).

The results obtained by the attack HF/HNO₃, give the highest values of all the methods used, while the HClO₄ digestion largely used to determine total P in soils, gives even lower values than those obtained by the methods of Mehta and Krivonosova, used respectively for organic phosphorus and organic phosphate fractions.

The procedures of Mehta and Krivonosova give acceptable values in the determination of total phosphorus in Canary Andosols, while the other methods give values which are too low.

Study of the regression lines of the total phosphorus values obtained by the various methods as against the attack by HF/HNO₃, shown in Graph n° 1, give us an overall idea of the effectiveness, trends, similarities and differences between all methods.

It can also be that all methods should be good if the soils contain up to 1.000 ppm of total phosphorus, while for higher values great differences are shown by the various methods.

The content of phosphorus decreases according to the sequence : Vitrandepts, Evolved Vitrandepts, Dystrandeps and Intergrades Andosols-Brown Earths oligotrophic.

Bibliographie

- CABEZAS VIANO O. (1975). — Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
CESCAS M.P., TYNER E.H. et SYERS J.K. (1970). — J. of Soil Sci. 21 : 78-84.
FERNANDEZ CALDAS E., TEJEDOR SALGUERO M.L. (1975). — Caja General de Ahorros. Santa Cruz de Tenerife.
HARRAP F.E.G. (1963). — J. of Soil Sci. 14 : 82-87.
JACKSON M.L. (1964). — In Chemistry of soils : F.E. Bear Ed. Van Nostrand Reinhold Company.
JOHN M.K. (1970). — Soil Sci. 109 : 214-220.
KRIVONOSOVA G.H. (1972). — Agrokimiya. 6 : 143-147.
MARTIN J.K. (1964). — N.Z.J. Agric. Res. 7 : 723-735, 736-749, 750-760.
MEHTA N.C., LEGG J.O., GORING C.A.I., BLACK C.A. (1954). — Soil Sci. Soc. Am. Proc. 443-449.
PEREZ MENDEZ J.A. (1976). — Tesis Doctoral. Universidad de la Laguna.
ROBINSON G.W. (1967). — Los Suelos. Origen, clasificacion, constitucion. Ed. Omega.
SAUNDERS W.M.H., WILLIAMS E.G. (1955). — J. of Soil Sci. 6 : 254-267.
SHAL R., SYERS J.K., WILLIAMS J.D.H., WALKER T.W. (1968). — N.Z.J. Agric. Res. 11 : 184-192.
SHERELL C.G., SAUNDERS W.M.H. (1966). — N.Z.J. Agric. Res. 9 : 972-979.
SOMMER L.E., NELSON D.W. (1972). — Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36 : 902-904.
STEWART J.H., OADES J.H. (1972). — J. of Soil Sci.
SYERS J.K., WALKER T.W. (1969). — J. of Soil Sci. 20 : 57-60, 318-324.
URIYO A.P., KESEBA A. (1975). — Geoderma, 13 : 201-210.
WALKER T.W., ADAMS A.F.R. (1958). — Soil Sci. 65 : 307-318.
WALKER T.W. SYERS J.K. (1976). — Geoderma, 16 : 1-19.
XIMENEZ HERRAIZ L. (1975). — Afinidad XXXII (326) 391-394.