

ESTUDIO MINERALÓGICO DE UN SUELO PERTENECIENTE AL FUNDO VIVERO FRUTÍCOLA MOTUPE LAMBAYEQUE, USANDO TÉCNICAS ANALÍTICAS Y COMPLEMENTARIAS

MINERALOGICAL STUDY OF A SOIL BELONGS TO MOTUPE NURSERY FARM, LAMBAYEQUE BYANALYTICAL AND COMPLEMENTARY TECHNIQUES

Alejandro Trujillo¹, Mirian Mejía², Jorge Bravo³,
María Ceron⁴, Eleazar Rufasto⁵.

RESUMEN

Los materiales liberados durante el proceso de intemperización del suelo pueden ser removidos del sistema en el proceso de drenaje del agua o pueden reaccionar en el sistema para formar una variedad de productos cristalinos o amorfos. Los productos de reacción que se observan comúnmente, son los minerales de arcilla y los óxidos e hidróxidos de aluminio y hierro. La caracterización de estos materiales es de vital importancia porque son ellos quienes reflejan de mejor manera los efectos a largo plazo del entorno químico y de los mecanismos de drenaje del suelo. Además, estos materiales tienen marcada influencia en muchas propiedades del suelo. En el presente trabajo se reportan los resultados de la caracterización mineralógica y elemental de una muestra de suelo proveniente del Fundo Vivero Frutícola Motupe, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, para lo cual se hace uso de las técnicas de Fluorescencia de rayos X (FRX), difracción de rayos X (DRX) y espectroscopia Mössbauer por transmisión (EMT). Se incluye además los procedimientos de análisis de rutina como pH, conductividad eléctrica, porcentaje de carbonatos y bicarbonatos. Se analizó la muestra en bruto Mo06. DRX permitió la identificación de Cuarzo, Illita, Ortoclasa y Albita en la muestra en bruto. EMT permitió identificar, en la muestra en bruto, un sexteto adjudicado a la Hematita, un doblete central que podría ser adjudicado a un óxido de hierro en estado superparamagnético y dos dobletes adjudicados a la Illita. La composición química fue determinada haciendo uso de FRX. Se detectaron Hierro y Silicio como elementos mayoritarios y Azufre, Cloro, Potasio, Calcio, Titanio, Vanadio, Cromo, Manganeso, Níquel, Cobre, Zinc, Rubidio, Estroncio y Zirconio como elementos minoritarios.

Palabras clave.- Difracción de rayos X, Espectroscopia Mössbauer, Fluorescencia de rayos X, Súper paramagnetismo.

ABSTRACT

The products derived from the weathering process of soils can be removed from this system by the process of water drainage or they can react in this system by forming a variety of crystal or

¹Docente de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ²Docente de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ³Docente de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ⁴Docente de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ⁵Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

amorphous products. The reaction products that are most commonly observed are the clay minerals, the oxides and hydroxides iron and aluminum. The characterization of these materials is of vital importance because they reflect at its best the long term effects of the chemical environment and draining mechanisms of soils. Moreover, they have a marked influence on many soil properties. This paper reports the results of the elemental and mineralogical characterization of a soil sample from the Motupe orchard and nursery farm that belongs to the Pedro Ruiz Gallo National University, Lambayeque, using X-ray Fluorescence (XRF), X-ray Diffraction (XRD) and Transmission Mössbauer Spectroscopy (EMT) techniques were used. Other routine soil analysis were also applied such as texture, pH, electrical conductivity and percent content of carbonates and bicarbonates. The Mo06 sample bulk was tested. By XRD was identified. Quartz, Illite, Orthoclase and Albite. In the bulk sample by TMS was identified a sextet attributed to Hematite, a central doublet that could be assigned to an iron oxide in the super paramagnetic state and two doublets assigned to the Illite. The chemical composition, for elements with atomic number higher than 13, was determines by XRF. Iron and silicon were determine to be the major components, and Sulfur, Chlorine, Potassium, Calcium, Titanium, Vanadium, Chrome, Manganese, Nickl, Copper, Zinc, Rubidium, Strontium and Zirconium as minor components. Number larger than 13, and Zinc, Rubidium, Strontium and Zirconium as minor components.

Keywords.- X ray diffractometry, Mössbauer spectroscopy, X-ray fluorescence, Super paramagnetic.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de los materiales liberados durante el proceso de meteorización es importante porque son estos materiales los que proporcionan mayor información sobre los efectos a largo plazo del entorno químico y del drenaje en el suelo; además, tienen marcada influencia en muchas de sus propiedades [1].

La muestra en estudio proviene de un suelo perteneciente al fundo vivero frutícola Motupe, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. En este trabajo se estudia en detalle la parte bruta de la muestra proveniente de la posición de muestreo en las coordenadas WGS84: X=638439 m Y=9312552 m. (Figura 1).

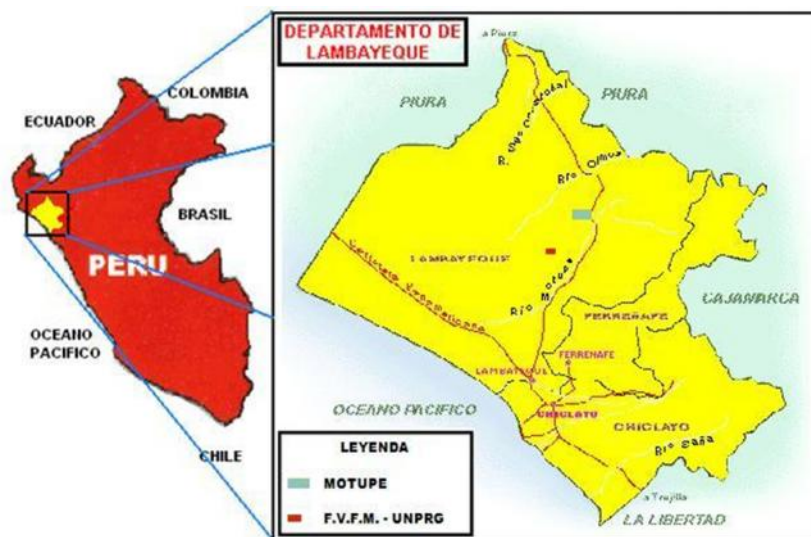


Fig. 1 Ubicación de la zona de estudio.

EXPERIMENTAL

Se han tomado 53 puntos de muestreo a superficie (0.0 – 0.40 m). Las muestras fueron codificadas con las letras Mo y el número correspondiente al punto de extracción. Se analizó la muestra en bruto correspondiente al punto de muestreo 06 y se codificó como Mo06.

Preparación de las muestras

Las muestras en bruto fueron secadas al aire libre y luego tamizadas en malla de 2 mm. Se llevaron a cabo los análisis físicos y químicos de rutina: porcentaje de saturación (% Sat), conductividad eléctrica (C.E), pH, carbonatos (CO₃), bicarbonatos (HCO₃), sulfatos (SO₄). Estas medidas fueron llevadas a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Esta información se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis físico químicos de rutina.

ph	8,47
C.E (mS/cm)	4.75
Sat (%)	34
CO ₃ (cml/l)	0,00
HCO ₃ (cml/l)	2,10
SO ₄ (cml/l)	17,99
CaCO ₃ (%)	0,5

Para analizar las muestras por EMT y DRX, éstas fueron molidas en un mortero de ágata con el propósito de obtener una muestra en polvo de tamaño de grano suficientemente fino y uniforme [2]. Para procesar las muestras por FRX, estas muestras fueron empastilladas y colocadas en el equipo correspondiente.

Difracción de rayos X

Se empleó un difractómetro marca Brucker, que utiliza una radiación de Cu-K α , en un goniómetro

vertical y con monocromador. Los difractogramas cubrieron el rango entre 5° y 65°, se utilizó un paso 2 θ de 0.02° y un tiempo de conteo de 2 segundos por cada incremento de 2 θ .

Espectroscopia Mössbauer

Se utilizó un espectrómetro convencional de señal sinusoidal en la modalidad de transmisión que trabaja con una fuente radioactiva de Co⁵⁷ en una matriz de rodio con una actividad estimada de 5 mCi. Las medidas a temperatura de ambiente se llevaron a cabo en el Laboratorio de Arqueometría de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los espectros fueron ajustados haciendo uso del programa NORMOS [3]. La muestra fue colocada en un porta muestras circular de 1.7 cm. de diámetro interior. Se emplearon 220 mg de muestra en polvo para lograr un adecuado espesor óptico.

Fluorescencia de rayos X.- El equipo de fluorescencia de rayos X corresponde a un equipo portátil de FRX marca APMTEK con un tubo de rayos X con ánodo de plata que opera con voltajes de hasta 30 kV y corrientes de hasta 100 μ A. Este equipo detecta elementos con número atómico mayor que 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se observa los resultados por DRX de la muestra Mo06 en bruto cuyas fases estructurales corresponden al Cuarzo, Illita, Ortoclasa y Albita.

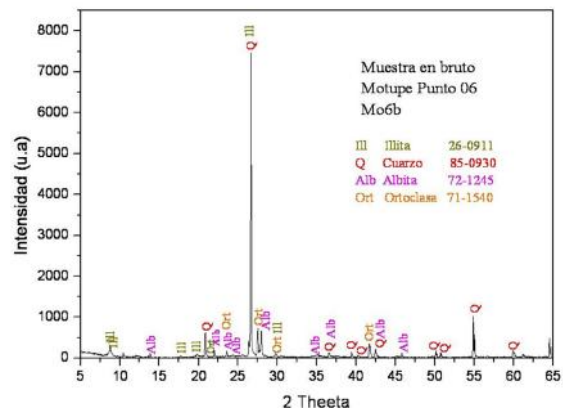


Fig. 2 Difractograma de rayos X de la muestra Mo06.

En el espectro Mössbauer tomado a temperatura de ambiente, (Figura 3), se puede apreciar un sexteto magnético adjudicado a la Hematita, un doblete adjudicado a algún óxido en estado superparamagnético y dos dobletes adjudicados a la Illita.

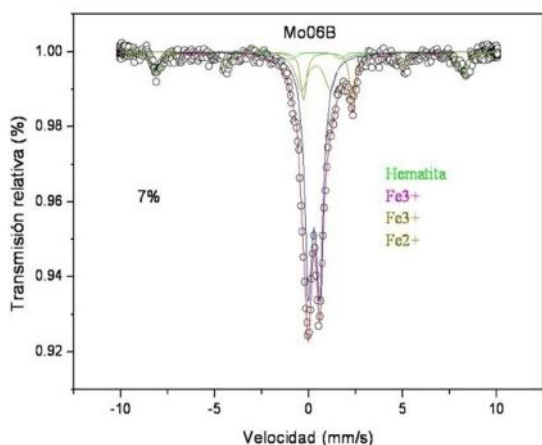


Fig.3 Espectro Mössbauer a temperatura ambiente de la muestra Mo06 en bruto.

En la Figura 4 se aprecia el espectro de FRX correspondiente a esta misma muestra; aquí se puede apreciar en forma cualitativa la composición química y en la Tabla 2 se presenta los resultados del análisis cuantitativo.

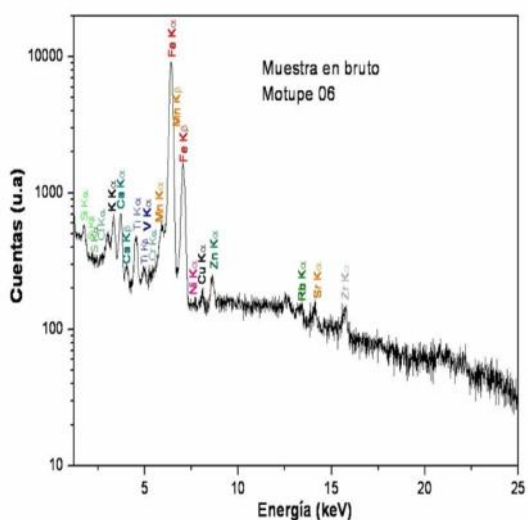


Fig. 4 Espectro de fluorescencia de rayos X de la muestra Mo06 en bruto.

Tabla 2. Abundancia de elementos en la muestra Mo06 en bruto.

Elemento	Abundancia
Si	27,00
S	0,099
Cl	0,300
K	1,800
Ca	1,200
Ti	0,520
V	0,010
Cr	0,025
Mn	0,162
Fe	4,200
Ni	0,008
Cu	0,010
Zn	0,020
Rb	0,025
Sr	0,014
Zr	0,040

En la Tabla 3 se presentan las fichas ICDD (Internacional Centre for Diffraction Data) de las muestras analizadas por difracción de rayos X.

Tabla 3. Fichas ICDD de las muestras analizadas por difracción de rayos X.

MUESTRA Mo06	
Fases	Código
Illita	[26-0911]
Cuarzo	[85-0930]
Albita	[72-1245]
Ortoclasa	[71-1540]

En la Tabla 4 se presentan los parámetros hiperfinos de la muestra Mo06 en bruto [4]. La Tabla 5 muestra las áreas totales y parciales y de absorción resonante para cada uno de estos minerales.

Estas áreas proporcionan una idea de la abundancia relativa de hierro presente en cada uno de estos minerales.

Tabla 4. Parámetros hiperfinos de los minerales identificados en la muestra Mo06 en bruto.

MUESTRA Mo06			
		ISO (mm/s)	QUA BHF (mm/s) (T)
Hematita	Fe ³⁺	0.254	-0.259 50.71
Oxido superparamagnético	Fe ³⁺	0.280	0.600
Illita	Fe ³⁺	0.373	1.525
	Fe ²⁺	1.029	2.611

Tabla 5. Porcentajes de absorción y áreas de absorción resonante de las muestras estudiadas.

MUESTRA Mo06		
	Porcentaje de absorción (%)	Área de absorción (mm/s)
Hematita	13.428	0.019901
Oxido Superparamagnético	60.741	0.090024
Illita	15.777	0.023383
	10.054	0.014901
	100,00	0.148209

CONCLUSIONES

Por EMT observamos la presencia del óxido de hierro Hematita, que pasa desapercibido a la difracción de rayos X por encontrarse en muy baja concentración. Existe un doblete que se sospecha pertenezca a algún óxido en estado súper paramagnético y que no se aprecia por DRX debido a que se encontraría en estado amorfo y baja concentración. Los óxidos de hierro súper paramagnéticos enmascaran su comportamiento magnético a temperatura ambiente [5]. El efecto súper paramagnético frecuentemente es exhibido por algunos óxidos de hierro con tamaño de grano de dimensiones nanométricas. La relajación súper paramagnética puede ser impedida disminuyendo la temperatura. [6]; por esto, la presencia de óxidos de hierro en estado súper paramagnético se puede corroborar tomando el espectro a temperatura de nitrógeno o helio líquido. Por EMT también se han podido identificar dos sitios de hierro que se encontrarían en la estructura de la Illita.

Los resultados obtenidos por DRX nos permiten identificar los minerales mayoritarios presentes, es decir, que se encuentran aproximadamente en una proporción no menor al 5% y que no son amorfos; se identificó la presencia de Cuarzo, Illita, Ortoclasa y Albita.

Por FRX se han identificado el Hierro y Silicio como elementos mayoritarios y Azufre, Cloro, Potasio, Calcio, Titanio, Vanadio, Cromo, Manganeso, Níquel, Cobre, Zinc, Rubidio, Estroncio y Zirconio como elementos minoritarios. Los resultados del análisis físico químico de rutina nos permiten conocer algunas propiedades básicas del suelo estudiado. El valor de pH=8,47 nos permite afirmar que se trata de un suelo alcalino. El porcentaje de calcáreo (carbonatos y bicarbonatos) es muy bajo; por lo tanto, se trata de un suelo no calizo. Los resultados de las medidas de conductividad eléctrica evidencian un suelo salino.

El valor de pH obtenido para esta muestra es un indicador de la presencia de carbonatos; Lo que no se ve en esta muestra, sin embargo, es que en condiciones de alcalinidad la solubilidad de los elementos aprovechables por las plantas es baja y, por lo tanto, el aprovechamiento por parte de las mismas es deficiente. El desabastecimiento de los micro nutrientes se manifiesta por la clorosis en

las hojas, pobre crecimiento de las plantas y bajo rendimiento de frutos.

La clorosis es una condición fisiológica anormal en la que las hojas no tienen coloración verde habitual, por el contrario, la coloración se torna blanquecina, verde pálido o amarilla. Generalmente esta condición anormal se manifiesta cuando se tienen elevados valores de pH. Según se aprecia en la Tabla 3, en la muestra en estudio la medida de pH es 8.47, sin embargo, la concentración de calcio es muy baja. Aún en estas condiciones no favorables no se han apreciado rasgos físicos en las plantas o frutos que hagan suponer un bajo abastecimiento de los micro nutrientes.

El valor alto de pH podría hacer suponer que elementos favorables para los cultivos, como el Hierro y el Zinc no serían asimilados por las plantas. Sin embargo, la solubilidad de estos elementos estaría controlada por la presencia de la Hematita, pues los óxidos de Fe^{3+} controlan la solubilidad del Hierro y del Zinc. [6]. La presencia de Cobre estaría relacionada con alguna técnica de manejo utilizada para estos terrenos.

A pesar que no todas las condiciones son favorables para la captación de nutrientes por las plantas; la presencia de otros minerales como las arcillas podrían estar contribuyendo a que la disponibilidad de los micronutrientes sea más efectiva, pues las arcillas, por sus características particulares, actúan como catalizadores de muchas reacciones en diversos entornos. Además las arcillas son las responsables de la capacidad de intercambiar cationes [7].

AGRADECIMIENTOS

El grupo de trabajo agradece al Laboratorio de difracción de rayos X de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por haber colaborado muy

gentilmente en la toma de los difractogramas de rayos X. Así mismo se agradece al Laboratorio de Arqueometría de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la toma de los espectros Mössbauer y de fluorescencia de rayos X. Agradecemos también al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque por llevar a cabo los análisis de rutina y por haber proporcionado las muestras para el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. **Birkeland, P. W.**, "Soils and geomorphology". Third Edition. (Oxford University Press. New York Oxford 1999).
2. **Bravo, J; Cerón, M; Mejía, M; Huaypar, Y; Fabián, J; Trujillo, A.**, "Manual de procedimientos de ensayos de Laboratorio". (Facultad de Ciencias Físicas. UNMSM. 2003).
3. **Brand, R. A.**, "NORMOS Mossbauer Fitting Program". (1995).
4. **Stevens, J; Kharanov, A; Miller, J; Pollac, H. Mössbauer.**, "Mineral Handbook". (Mössbauer Effect Data Center. University of North Caroline at Asheville. Asheville North Caroline. 1998.)
5. **Cornell, R. M., Schwertmann, U.**, "The Iron oxides, Structure, Properties, Reactions, Occurrence and Uses. Weinheim". (New York. VCH Publisher. New York. USA. 1996).
6. **Rivera, P; Etchevers, J; Hidalgo, C; Castro, B; Rodríguez, J; Martínez, A.**, "Dinámica del hierro y zinc aplicados en soluciones ácidas a suelos calcáreos". (Terra Latinoamericana. Universidad autónoma Chapingo. Mexico. 2003).
7. **Fuentes, J.**, "El suelo y los fertilizantes"; 5ta edición, Ed. Mundi Prensa, Madrid. 1999.

Correspondencia: aletruj@yahoo.com