

# NIVELES Y FINURA DE DIATOMITA EN PROPIEDADES QUÍMICAS DE SUELO ÁCIDO ALTOANDINO EN INVERNADERO - AYACUCHO

**Marhleni Cerda Gómez**

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Agrarias  
Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - Área de Investigación en Suelos  
E-mail: Marhleni.cerda@unsch.edu.pe

## RESUMEN

La diatomita o "Quicato", existe como fuente natural de sílice en Ayacucho, caracterizado por su elevado contenido de silicio y muy poco contaminante, se torna interesante usarlo en agricultura, debido a los múltiples beneficios que actualmente se atribuye al silicio, pues es considerado nutriente benéfico o "protector". Sin embargo la diatomita posee elevada porosidad y superficie específica por lo cual se relaciona con la capacidad tanto de almacenar agua como de intercambiar cationes, esta última propiedad podría influir en la eficiencia de uso de nutrientes, abonos aplicados, pH del suelo, etc. Se experimentó en condiciones de laboratorio la aplicación de dosis de diatomita (0, 500, 750, 1000 kg.ha-1) de dos grados de finura (30 y 60 mesh) en dos suelos ácidos altoandinos (Chiara y Quinua) a fin de evaluar sus efectos sobre el pH, fósforo disponible, capacidad de intercambio (CIC) y cationes cambiabiles. Luego de incubar manteniendo a capacidad de campo los suelos durante seis meses, se encontró que los tratamientos no muestran diferencias significativas en el pH, sodio, capacidad de intercambio de cationes, calcio, magnesio y potasio cambiabiles, sin embargo los tres últimos parámetros muestran ligera superioridad numérica con 750 -1000 kg.ha-1 de diatomita de 30 mesh en ambos suelos. El fósforo disponible aumentó significativamente (26.79%) respecto al testigo, con 1000 kg.ha-1 de diatomita (30 mesh) en Chiara e igual dosis en Quinua con aumentos de 28.31 a 43.15% usando diatomita de 30 y 60 mesh, respectivamente.

Palabras clave: Diatomita, grado de finura, pH, CIC, fósforo disponible.

## DIATOMITE LEVELS AND FINESSE IN CHEMICAL PROPERTIES OF HIGH ANDEAN ACID SOIL IN GREENHOUSE – AYACUCHO

### ABSTRATC

The diatomite or "Quicato", exists as a natural source of silica in Ayacucho, characterized by its high content of silicon and very little pollutant, becomes interesting to use in agriculture, due to the multiple benefits currently attributed to silicon, as it is considered a beneficial nutrient or "protective". However, the diatomite has high porosity and specific surface so it is related to the ability to both store water and exchange cations, the latter property could influence the efficiency of nutrient use, fertilizers applied, soil pH, etc. The application of diatomite doses (0, 500, 750, 1000 kg.ha-1) of two degrees of finesse (30 and 60 mesh) in two high Andean acid soils (Chiara and Quinua) was experimented under laboratory conditions in order to evaluate their effects on pH, available phosphorus, exchange capacity (EC) and changeable cations. After incubating the soils at field capacity for six months, it was found that the treatments do not show significant differences in pH, sodium, cation exchange capacity, calcium, magnesium and potassium exchangeable, however the last three parameters show slight numerical superiority with 750 -1000 kg.ha-1 of 30 mesh diatomite in both soils. Available phosphorus increased significantly (26.79%) with respect to the control, with 1000 kg.ha-1 of diatomite (30 mesh) in Chiara and the same dose in Quinua with increases from 28.31 to 43.15% using 30 and 60 mesh diatomite, respectively.

Keywords: Diatomite, degree of finesse, pH, EC, available phosphorus.

## INTRODUCCIÓN

Los suelos son la base de todo sistema productivo, muestran múltiples características variables y en general poseen carencias naturales marcadas de fósforo, sobre todo en suelo ácido o alcalino, donde además las fuentes aplicadas son afectadas por mecanismos de fijación físico química, provocando menor eficiencia de fuentes solubles, por ende menor disponibilidad de este macronutriente. De este modo permanentemente como parte del manejo, los suelos reciben abonos orgánicos e inorgánicos o encalantes, acidificantes y mejorar algunas propiedades edáficas, con el objetivo de obtener incrementos en los rendimientos. En esta búsqueda incesante de mejora de la productividad, actualmente se da mucha importancia al uso de silicio, con varios beneficios sobre la planta como lo refieren Matychenkov, (2008) y

Snyder et al. (2006). Una fuente importante de sílice es la diatomita, cuyo uso se investiga no solamente en las plantas -al contener sílice amorfo- también por su efecto en el suelo, dado que influye en la capacidad de almacenamiento de agua -al poseer mayor porosidad-, sobre la capacidad de intercambio catiónico -al poseer elevada superficie específica- y por esa misma razón influye -sobre todo en suelo ácido- en la mayor eficiencia del abono fosfatado; se atribuye al silicio un efecto mejorador de pH del suelo fundamentalmente en suelo ácido degradado y en consecuencia en la disponibilidad de otros nutrientes. Ayacucho, cuenta con esta fuente natural de sílice comúnmente denominado "Quicato" en la zona de "Quicapata" y "Tambillo", los que a decir de Verdeja et al.

(1992) y Ramírez, (2012), poseen elevado contenido de silicio y muy poco contaminante; dichos estudios no obstante, fueron orientados hacia las posibilidades de emplear como filtros, pintura, etc. Sin embargo, dada la pureza, el uso de este recurso en la actividad agrícola podría ser factible, tal como en otras latitudes del mundo se va comprobando diversas fuentes de sílice natural, con efectos positivos. En tal sentido, se propuso investigar el uso agrícola de diatomita en condiciones de laboratorio, aplicando diferentes niveles y grados de finura a dos suelos ácidos altoandinos de Ayacucho, para evaluar sus efectos sobre las características químicas como la reacción del suelo, capacidad de intercambio catiónico, contenidos de calcio, magnesio, potasio, sodio cambiables y fósforo disponible.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Materiales

Se recolectaron, prepararon y analizaron dos suelos de la zona altoandina de Chiara y Quinua de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho. En cada suelo se incubó en condiciones de laboratorio, 21 macetas de dos kg de capacidad, durante seis meses conteniendo niveles crecientes de diatomita (0, 500, 750, 1000 kg.ha<sup>-1</sup>) de dos grados de finura (30 y 60 mesh). Durante este período se mantuvo la humedad del suelo a capacidad de campo. Se analizaron en 42 muestras de suelos el pH, CIC, P disponible, calcio, magnesio, potasio y sodio cambiables. Los datos fueron evaluados a través del análisis de varianza, pruebas de contraste de Duncan, haciendo uso del programa Infostat.

### Métodos

El análisis de la caracterización de suelos se realizó con protocolos de acuerdo a las normas de levantamiento de suelos. La determinación de la capacidad de intercambio de cationes se realizó con acetato de amonio 1N pH 7. Las determinaciones de cationes cambiables se realizaron por absorción atómica y el fósforo disponible por Olsen modificado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Características de los suelos

El análisis de caracterización de suelos (cuadro 3.1) muestra la naturaleza ácida de ambos suelos, valorados como muy fuertemente ácidos, libres de sales y carbonatos; de muy elevado contenido de materia orgánica, se trata de suelos orgánicos; el fósforo disponible es muy bajo (menor a 3.1 ppm); el potasio es medio en el suelo de Chiara y bajo en Quinua, con una CIC total medio a alto, en ambos suelos debido al contenido de materia orgánica. La acidez cambiante es muy alta en el suelo de Quinua con un porcentaje de saturación de aluminio e hidrogeno de 72.90. Los contenidos muy bajos de calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables es propio de las zonas altoandinas, debido al material parental tipo volcánico andesítico y/o riódacítico que da origen a estos suelos, además de las elevadas precipitaciones en ambas zonas.

**Tabla 1.** Características físicas y químicas de los suelos altoandinos.

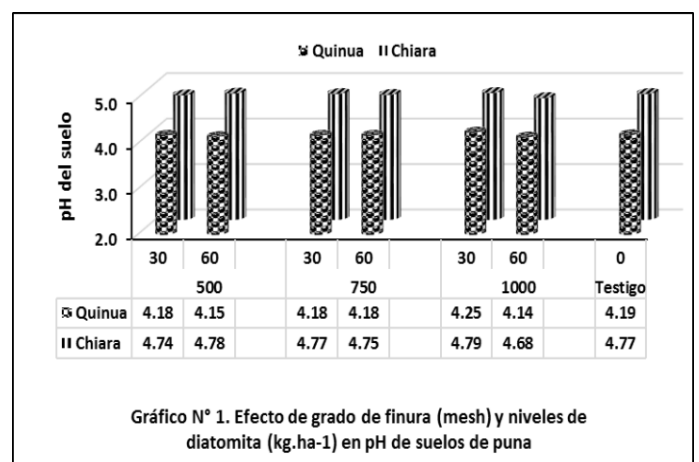
Característica	Chiara	Quinua
pH (1:1)	4.72	4.03
C.E (dS.m <sup>-1</sup> )	0.03	0.07
CO <sub>3</sub> (%)	0.00	0.00
Nt (%)	0.88	0.63
MO (%)	18.00	13.99
P (ppm)	2.62	3.10
K (ppm)	91	42
Clase textural	orgánico	orgánico
CIC (meq/100g)	23.09	23.04
Ca (meq/100g)	2.12	0.65
Mg (meq/100g)	0.36	0.22
K (meq/100g)	0.33	0.11
Na (meq/100g)	0.15	0.12
Al+H (meq/100g)	0.28	2.96

Fuente: Laboratorio de análisis Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB.

Debido a sus características intrínsecas, los suelos altoandinos poseen la condición de baja disponibilidad de nutrientes como el fósforo, calcio, magnesio, dado que desde el material parental puede no contener mucho, además de encontrarse en proceso de evolución, que debido al clima suele ser muy lento.

### 2. Efecto en el pH del suelo

La aplicación de diatomita en dosis de 500 a 1000 kg.ha<sup>-1</sup> y de ambos grados de finura (30 y 60 mesh de diámetro) no muestra diferencia estadística significativa en su efecto sobre el pH de los suelos, todos se mantienen en la condición de fuertemente ácido (Gráfica 1).



**Gráfico N° 1.** Efecto de grado de finura (mesh) y niveles de diatomita (kg.ha<sup>-1</sup>) en pH de suelos de puna

Nuestros resultados difieren de los de Prakash et al. (2016), quienes encuentran que sube el pH del suelo mineral con 0.91% de materia orgánica, al emplear 300 kg.ha<sup>-1</sup> de diatomita. De igual manera Kumar et al. (2016), refiere a Liang et al. (2007) y Accioly et al. (2009), con las mismas respuestas, al usar una fuente de sílice 400 kg.ha<sup>-1</sup>. En nuestro caso no es tan evidente, solo una ligera diferencia en el suelo de Quinua con el aporte de 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de diatomita de 30 mesh de diámetro, probablemente debido al elevado contenido de materia orgánica, que actúa como tampón y evita el incremento del pH, naturalmente no se espera que se comporte como una enmienda alcalina, la subida del pH, obedece a la reacción que el silicio provoca con el Al, Fe, presentes en el suelo, por ello la importancia que tiene esta aplicación, en vista de que disminuiría la toxicidad del Al y Fe; así como también favorecería a la liberación de los fosfatos con estos elementos o simplemente favorecería a la eficiencia de uso de los abonos fosfatados en los suelos ácidos.

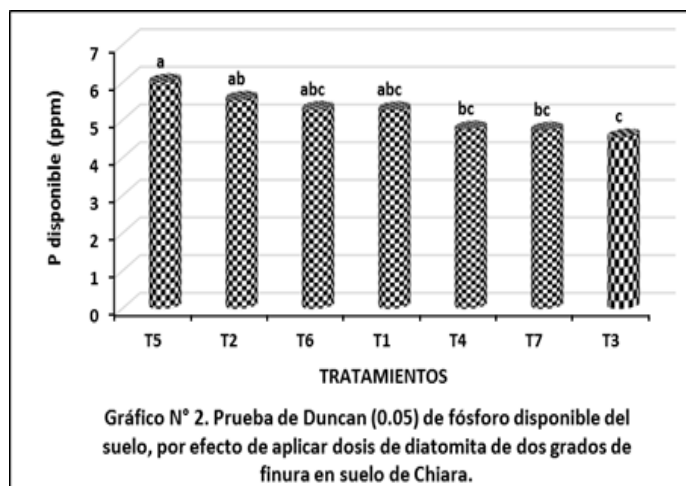
### 3. Efecto en el fósforo disponible

El contenido de fósforo (P) disponible muestra diferencia significativa en el suelo de Chiara y en el de Quinua altamente significativa, indicando las diferencias existentes en los efectos de las dosis de diatomita aplicada en ambos grados de finura, así los gráficos N° 2 y 3, de la prueba de contraste Duncan al nivel (0.05), muestra que la aplicación de 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de diatomita de 30 mesh de diámetro permitió mayor contenido de fósforo disponible en 26.79% respecto al testigo en el suelo de Chiara. En tanto que en el suelo de Quinua, la misma dosis (1000 kg.ha<sup>-1</sup>) de diatomita pero de 60 mesh, incrementó en 43.15% el fósforo disponible respecto al testigo, sin diferenciarse de la diatomita más gruesa, que aumentó 28.31% (30 mesh), ocupando los primeros lugares en relación a las otras dosis empleadas. En este último suelo la disponibilidad del fósforo probablemente esté muy ligada al aluminio cambiante, dado que la acidez cambiante alcanza el 72.90%. Al respecto Kumar et al. (2016), refieren a Lima-Filho et al. (1999) quienes revelan que la aplicación de silicato al suelo, permiten reacciones químicas con el calcio, aluminio y hierro ligados a los fosfatos, formando sus propios silicatos, consecuentemente los fosfatos ligados a estos elementos son desprendidos como iones a la solución del suelo. De otro lado el mismo autor señala que además de estas reacciones de intercambio de fosfato, el anión silicato puede desplazar al anión fosfato de los sitios de adsorción de óxidos, o pueden ocuparlos preferencialmente, en consecuencia el fosfato está disponible.

**Tabla 2.** Análisis funcional de la varianza de fósforo disponible, por efecto de dosis de diatomita de dos grados de finura, en suelo de Chiara.

	GL	SC	CM	Fc
Tratamiento	6	4.8205	0.8034	3.44*
Error	14	3.2739	0.2339	
Total	20	8.0945		

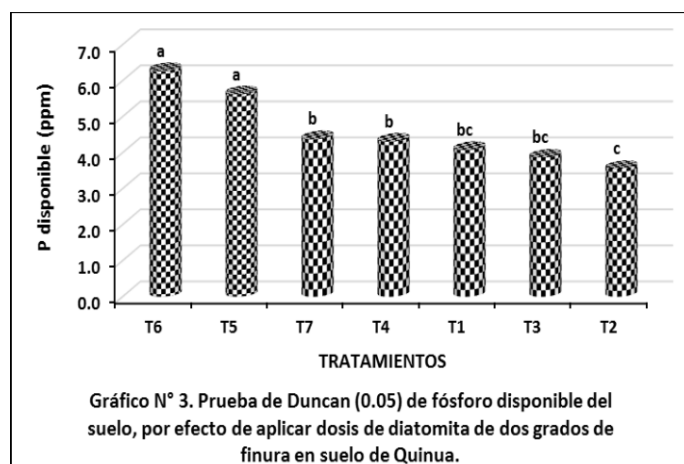
CV = 9.35



**Tabla 3.** Análisis funcional de la varianza de fósforo disponible, por efecto de dosis de diatomita de dos grados de finura, en suelo de Quinua.

	GL	SC	CM	Fc
Tratamiento	6	17.647	2.9412	20.52**
Error	14	2.0064	0.1433	
Total	20	19.6534		

CV= 8.26



### 4. Efecto en los cationes intercambiables (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>)

Los niveles de cationes cambiante (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>), no muestran diferencia significativa por efecto de la aplicación de diatomita. No obstante existen diferencias numéricas así, en el suelo de Chiara (Gráficas N° 4 y 5), el aporte de 750 kg.ha<sup>-1</sup> de diatomita de 30 mesh incrementa en 12.90 y 27.77% los contenidos de calcio y magnesio, respectivamente. En el suelo de Quinua, los incrementos del orden de 9.72 y 11.11% se producen con la mayor dosis de diatomita (1000 kg.ha<sup>-1</sup>; 30 mesh). Similar resultado encontró Anitha (2015), al aplicar 750 kg.ha<sup>-1</sup> de diatomita en suelo ácido. Probablemente la diatomita sea capaz de almacenar cationes divalentes en su superficie en vista de que para el intercambio de los iones, existen adsorciones de fuerzas electrostáticas fuertes y débiles que tiene su significado físico, por sus parámetros dinámicos y termodinámicos importantes en el intercambio de cationes (Rui, 2011).



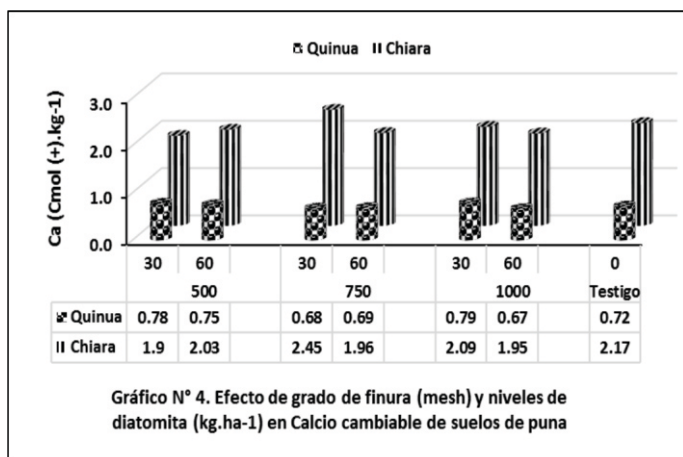


Gráfico N° 4. Efecto de grado de finura (mesh) y niveles de diatomita (kg.ha-1) en Calcio cambiante de suelos de puna

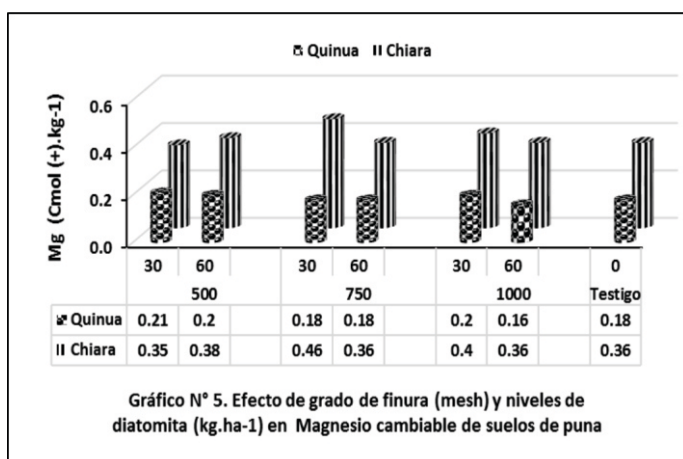


Gráfico N° 5. Efecto de grado de finura (mesh) y niveles de diatomita (kg.ha-1) en Magnesio cambiante de suelos de puna

En el caso del potasio intercambiable el comportamiento es similar al de calcio y magnesio, sin efecto estadísticamente diferente, no obstante se observa en el gráfico N° 6, para el suelo de Chiara, un ligero aumento de K equivalente a 25.80%, respecto del testigo, cuando se aplica alta dosis de diatomita de 30 mesh. Al respecto Lima Filho et al. (1999), mencionado por Kumar et al. (2016), afirman que los silicatos presentes poseen buenas propiedades de adsorción y promueve la disminución de lixiviación de K y otros nutrientes móviles desde la superficie del suelo.

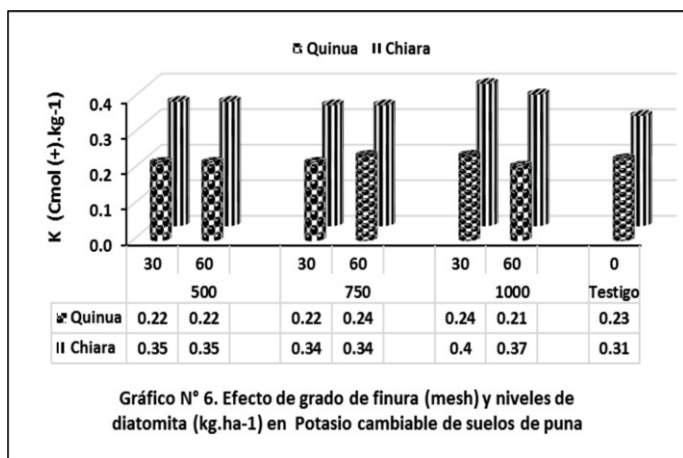


Gráfico N° 6. Efecto de grado de finura (mesh) y niveles de diatomita (kg.ha-1) en Potasio cambiante de suelos de puna

En cuanto al sodio cambiante, igualmente no existe diferencia significativa entre tratamientos, inclusive los contenidos son muy similares en ambos suelos.

## 5. Efecto en la capacidad de intercambio de cationes.

No se encontró efecto estadístico significativo entre tratamientos al evaluar la capacidad de intercambio de cationes en ambos suelos, los niveles de CIC varían en rangos muy estrechos entre sí.

Se concluye que aplicar hasta 1000 kg.ha-1 de diatomita de 30 y 60 mesh a dos suelos ácidos altoandinos, no muestran efecto significativo en el pH, sodio, capacidad de intercambio de cationes, calcio, magnesio, potasio cambiables, sin embargo en los tres últimos parámetros, se observa diferencia numérica superior al aplicar 750 y 1000 kg.ha-1 de diatomita de 30 mesh en suelo de Chiara y Quinua, respectivamente. El fósforo disponible aumenta significativamente en 26.79% con la dosis de 1000 kg.ha-1 de diatomita de 30 mesh en Chiara; igual nivel en Quinua, los incrementos altamente significativos fueron de 28.31 a 43.15% respecto al testigo, con los diámetros de 30 y 60 mesh, respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anitha, M.S. (2015). *Evaluation of different diatomite compounds on soil properties, growth and yield of aerobic rice*. Thesis Doctor of Philosophy in soil science and agricultural chemistry. University of Agricultural Science, Bengaluru. India.
- Brady, N. y Weil, R. (2005). *The nature and properties of soils*. 14 ed. Columbus, Ohio. Pearson Prentice hall.
- Bustamante, J., (1998). *Geología, evaluación comparativa y cuantificación de reservas de los depósitos de diatomitas en la región de Arequipa*. Tesis Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de San Agustín. Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Arequipa.
- Datnoff, L. E., Rodríguez F. Á., Seebold, K. W. (2007). *Silicon and Plant Disease*. In: Datnoff, L., Elmer, E., Huber, D. editors. *Mineral Nutrition and Plant Disease: The American Phytopathological Society*. pp. 233-246.
- Exley, C. y Birchall, J. (1992). *Hydroxyaluminosilicate formation in solutions of low total aluminum concentration*. *Polyhedron* 11(15), 1901-1907.
- Gasho, G. J. (2001). *Silicon sources for agriculture*. In: Datnoff L, Snyder G, Korndorfer G, editors. *Silicon in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier. p 197-208.
- Heathera, C. y Carolec, P. (2007). *Silica in plants: Biological, Biochemical and Chemical Studies*. *Annals of Botany* 100,1383-1389.
- Hodson, M. y Evans, D. (1995). *Aluminium/silicon interactions in higher plants*. *Journal of Experimental Botany*. 46,161-171.
- Khraisheh, M.A.M., Al-degs, Y.S., y McMinn, W.A.M. (2004). *Remediation of wastewater containing heavy metals using raw and modified diatomite*. *Chemical Engineering Journal*. 99, 177-184.
- Kumar, T. D., Pratap, S.V., Ahmed, P., Kumar, Ch. D. y Mohan, P.S. (2016). *Silicon in plants: Advances and future*



prospects. CRS Press.

Lorenz, W. y Gwosdz, W. (2004). *Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción*. Hannover: Schweizerbart'sche.

Ma, J., Takahashi, E. (2002). *Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan*. Amsterdam: Elsevier. p 281.

Madeira, M., Auxtero, E. y Sousa, E. (2005). *Cation and anion exchange properties of Andisols from the Azores, Portugal, as determined by the compulsive exchange and the ammonium acetate methods*. Geoderma 117, 225–241.

Manrique, L.A, Jones, C.A, Dyke, P.T. (1991). *Predicting cation exchange capacity from soil physical and chemical properties*. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 787–794.

Matichenkov, V., Bocharnikova, E. (2001). *The relationship between silicon and soil physical and chemical properties*. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndorfer GH, editors. *Silicon in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier. p 209-219.

Matychenkov, V. (2008). *Silicon containing a mixture for the activation of the plant natural protection mechanisms against stresses*. Patent Application Publication. United States.

Mitani, N., y Ma, J. F. (2005). *Uptake system of silicon in different plant species*. J. Exp.Bot. 56, 1255–1261.

Porta, J., López, M. y Roquero, C. (2003). *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.

Prakash, N.B., Anitha, M.S. y Sandhya, K. (2016). *Behaviour of different levels and grades of diatomite as silicon source in acidic and alkaline soils*. Department of soil science and agricultural chemistry, UAS, GKVK, Bengaluru, 560065, India.

Ramírez, J. F. (2012). *Evaluación geológica de diatomitas en la Cuenca Ayacucho y sus implicancias económicas*. Tesis Ingeniero geólogo. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.

Round, F.E., Crawford, R.M. y Mann, D.G. (1990). *Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, p- 747.

Rui, L. (2011). *Kinetics of cation adsorption on charged soil mineral as strong electrostatic force presence or absence. Sec 2. Global Change, Environ Risk Assess sustainable land use*. J. Soils Sediments. 11, 53-61.

Schindler, P. W., Furst, B., Dick, R., y Wolf, P. U. (1976). *Ligand properties of surface silano groups. I. Surface complex formation with Fe<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, and Pb<sup>2+</sup>*. J. Colloid interface Sci. 55, 469-475.

Snyder, G., Matychenkov, V., Datnoff, E. (2006). *Silicon In: Handbook of plant Nutrition*. Massachusetts University, p 551-568.

Vassileva, M., Vassilev, N. y Azcór. (1998). *Rock phosphate solubilization by Aspergillus niger on olivecake-based medium and its further application in soil- plant system*. W J Microb Biotech, 14: 281-284.

Verdeja, L., Vásquez, E., Barranzuela, J. (1993). *Materias primas minerales no metálicas: las diatomitas en el Perú*. Minería, N° 220-221, Febrero 1993, p. 8-17.

Wu, J., Yang, Y.S., Lin, J. (2005). *Advanced tertiary treatment of municipal wastewater using raw and modified diatomite*. Journal of Hazardous Materials B127, 196–203.