

TOBAS CON NOTABLES CONTENIDOS DE POTASIO EN LA REGIÓN HABANA - MATANZAS. CARACTERÍSTICAS Y PERSPECTIVAS DE USO.
TUFF BEARING OUTSTANDING VALUES OF POTASSIUM IN HAVANA - MATANZAS REGION. CHARACTERISTICS AND USE PERSPECTIVE.

Esther María González Rodríguez ⁽¹⁾, Virginia González Acosta ⁽²⁾, Rolando Batista González ⁽²⁾ y † Miguel García Saborit

Asociados a la Formación Chirino, del Arco Volcánico del Cretácico, existen varios depósitos de tobas con notables contenidos de potasio ($K_2O > 1,32\%$) y de cationes de potasio intercambiables. Estas tobas se evaluaron con el fin de definir sus características mineralógicas y petrográficas, así como la relación con alteraciones hidrotermales y tectónicas (tanto de las tobas, propiamente dichas, como de los complejos rocosos circundantes, donde también es característica la existencia de aguas minero-medicinales). La presencia de potasio permitió el mapeo por radiometría. Así, se logró precisar los valores en el canal de potasio que las caracterizan. Asimismo, esta investigación está encaminada a establecer un patrón de los aspectos geológicos, geofísicos, hidrográficos y del relieve de las zonas donde se localiza esta litología y su extrapolación hacia otras regiones con características geológicas similares. Según la composición química, se tomaron muestras representativas sometidas a ensayo como fuentes de potasio en fertilizantes naturales, con resultados positivos.

Palabras clave: Tobas, fertilizante orgánico – mineral, fuente de potasio.

Associated to Chirino Formation, from the Cretaceous Volcanic Arc, there are several tuff deposits bearing significant contents of potassium ($K_2O > 1.32\%$) and exchangeable cations. Such tuffs were evaluated in order to define their mineralogical and petrographic characteristics, and the relationship to the tectonic and hydrothermal alterations (both the tuffs themselves, and the surrounding rocky complexes, in which the existence of mineral and medicinal waters is characteristic). The presence of potassium allowed mapping by radiometry. Thus, it was possible to specify values in the potassium channel featuring them. Also, this research aims to establish a pattern of geological, geophysical, hydrographic and relief aspects for those areas where this lithology is located, and its extrapolation to other regions with similar geological characteristics. According to the chemical composition, representative samples taken were tested as natural sources of potassium for fertilizers, with positive results.

Keywords: Tuff, potassium source, organic-mineral fertilizers.

Recibido: 11 de mayo del 2015

Aprobado en su forma original: 3 de junio del 2015

- (1) Centro de Investigación del Petróleo U.C.T.B. de Geofísica, sito en Calle 23 No. 105 entre O y P, Municipio Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. CP 1200 Correo electrónico: esther@digicupet.cu
- (2) Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca No 1002 y Línea del Ferrocarril, San Miguel del Padrón. CP 11000. La Habana. Cuba. Correo electrónico: virginia@igp.minem.cu

INTRODUCCIÓN

En la región de estudio existen varios depósitos de tobas asociados a las Formaciones Chirino y La Trampa, del Arco Volcánico del Cretácico. Sin embargo, no todos presentan la misma composición química, ya que algunas áreas se diferencian por su mayor contenido de potasio.

Esta particularidad en su composición química conllevó a que estas rocas fuesen consideradas como posibles fuentes de potasio para fertilizantes, constituidos a partir de formulaciones con minerales enmendantes del suelo. Esto fue corroborado a pequeña escala por un grupo de tecnólogos y especialistas de la rama agrícola. (Bobes, 2003)

Teniendo en cuenta estos resultados y el interés por sustituir las importaciones de sales de potasio, de alta demanda en la agricultura, se planteó la necesidad de evaluar esta materia prima, como fuente de potasio para fertilizantes orgánico- minerales, así como crear un modelo geólogo – geofísico para su extrapolación hacia otras regiones con características geológicas similares.

Ejemplos de estos depósitos se encuentran en las inmediaciones de Madruga, provincia La Habana y en una franja que se extiende desde el CAI Fructuoso Rodríguez hasta el NW de Jovellanos, incluyendo San Miguel de los Baños, en la provincia de Matanzas.

El hecho de presentar estos contenidos de potasio, responde a condiciones particulares geológicas, geomorfológicas, hidrográfica, geofísicas, mineralógicas, y petrográficas, definidas a partir de trabajos de campo y de laboratorio.

En el presente artículo se muestran los resultados de los trabajos realizados, tanto referentes a la composición química, como al resto de los parámetros que caracterizan a estas tobas.

Actualmente, el país no cuenta con depósitos minerales útiles como fuente de potasio. La alta demanda de este mineral en el mercado nacional, unido a que el potasio es uno de los componentes fundamentales en la producción de fertilizantes, una materia prima altamente deficitaria nacionalmente, y de alto costo internacional, se hace necesario valorar la potencialidad de estas tobas potásicas y sus particularidades en cuanto a la distribución y solubilidad del potasio.

El potasio es un elemento elemental en el desarrollo de cultivos como tubérculos, hortalizas, cítricos, girasol y tabaco, No obstante, el empleo de este fertilizante ha estado sujeto a las posibilidades de importación, cuestión que lo ha convertido en un material altamente deficitario y costoso.

Durante años, han sido muchos los intentos realizados, por diferentes entidades, de obtener el potasio soluble a partir de materias primas existentes en el país, a saber: agua de mar, salmueras salinas, feldespatos, caolines y traquitas, así como de algunos subproductos industriales como hollejos de cacao, polvo de cemento y vinaza. Sin embargo, hasta el momento, sin resultados alentadores.

Recientemente, investigadores del Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), realizaron pruebas en las tobas del depósito llamado Hatillo, localizado en la provincia de Matanzas, como fuente mineral, con resultados positivos, con referencia al desarrollo foliar, radicular y al aprovechamiento del agua, respecto al suelo de bajo potasio como testigo en los cultivos valorados.

MATERIALES Y METODOS

Se revisaron los materiales que se relacionan, contentivos de datos de interés seleccionados para este trabajo.

- Informe de la prueba de uso realizada con una muestra de la región San Miguel de los Baños, para su empleo como fuente de potasio en fertilizantes NPK de liberación lenta. (Bobes, 2003).

- Levantamiento aerogammaespectrométrico, a escala 1: 100 000; mapas geológicos, en 1:100 000, mapas topográficos, 1: 25 000; radiómetro SRP-068-01, e Informes de trabajos anteriores realizados en las áreas. (Torres 1991; Cruz, 1995; Pérez, 1997; Rodríguez, 2005).

Del levantamiento espectrométrico se tomaron las anomalías de K y de los mapas geológicos se seleccionaron las áreas de la formación Chirino, de las que se escogieron las de valores máximos (concentraciones de K >1 %), e intermedios (concentraciones de K >0,5 – 1 %),

De los informes se seleccionó información geológica, geofísica, los resultados de análisis químicos, así como las descripciones petrográficas y mineralógicas de las litologías de interés.

La información así obtenida permitió planificar y llevar a cabo los itinerarios geológicos en el territorio de estudio, para la toma de muestras de los afloramientos de tobas y comprobar, mediante la radiometría, los valores de las anomalías de potasio.

Se tomaron muestras representativas de las áreas seleccionadas y se prepararon diferentes formulaciones de fertilizantes de liberación controlada, a partir del empleo de las propiedades enmendantes del suelo de los productos naturales y fuentes orgánicas, como: zeolita, roca fosfórica y materia orgánica (turba, humus, entre otros) en condiciones de macetas. (Velázquez, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados obtenidos permitió definir las particularidades geomorfológicas, geológicas y geofísicas de estas tobas, que se distinguen del resto de los depósitos conformados con similares litologías, por los notables contenidos de potasio.

Se analizaron los aspectos siguientes:

Relieve

En las regiones de estudio, las rocas de interés afloran en las partes más bajas del terreno, con un relieve ondulado hasta suavemente colinoso.

Figuras 1 y 2.

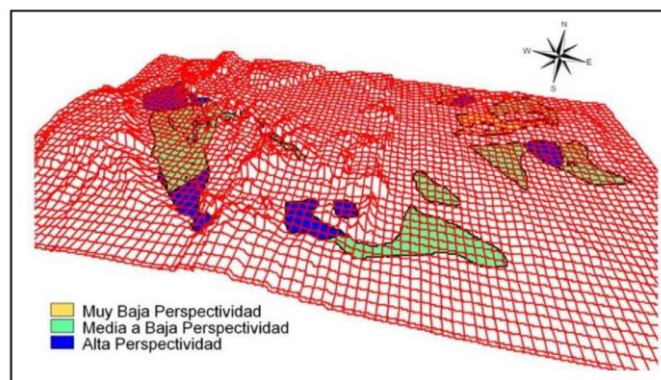


Figura 1. Sector San Miguel de los Baños. Vista 3D de las áreas perspectivas

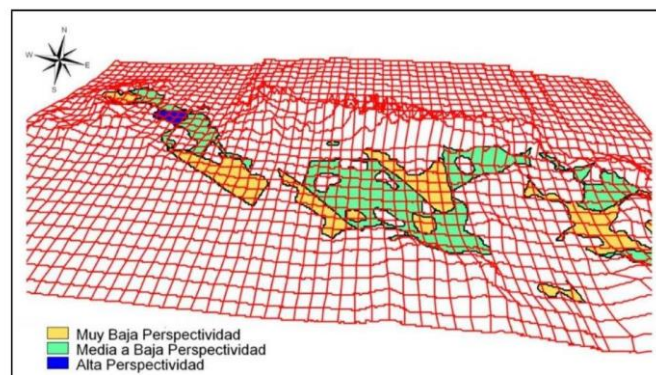


Figura 2. Sector Madruga. Vista 3D de las áreas perspectivas

Características geológicas

Las áreas se caracterizan por la presencia de secuencias serpentinitico – ultrabásicas y clástico – vulcanógenas. Entre ellas, la de mayor interés es la Formación Chirino del Cretácico Inferior Albiano- Cenomaniano. Figuras 3 y 4. El contacto de estas secuencias con las ofiolitas y las rocas sedimentarias del Paleógeno – Neógeno que las rodean es de carácter tectónico.

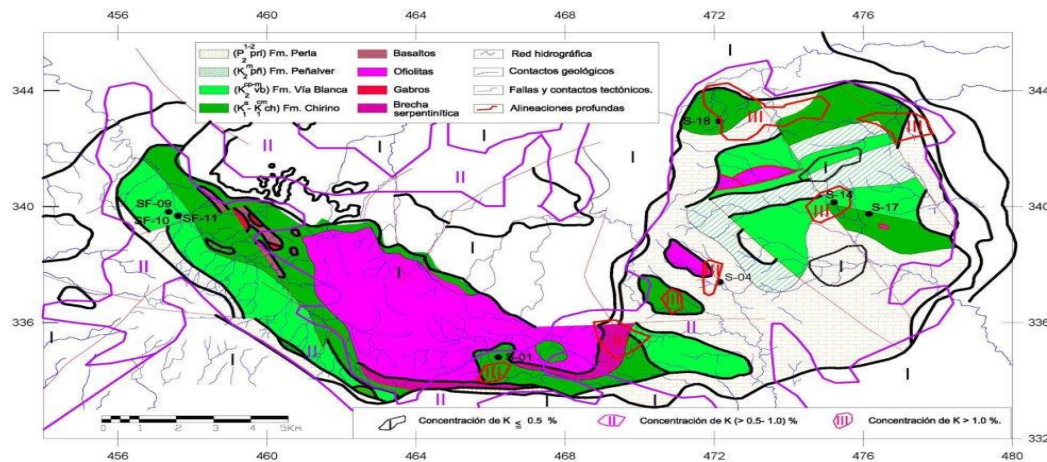


Figura 3. Mapa con la Geología, Tectónica, Hidrología, Geofísica y el muestreo. Sector San Miguel de los Baños

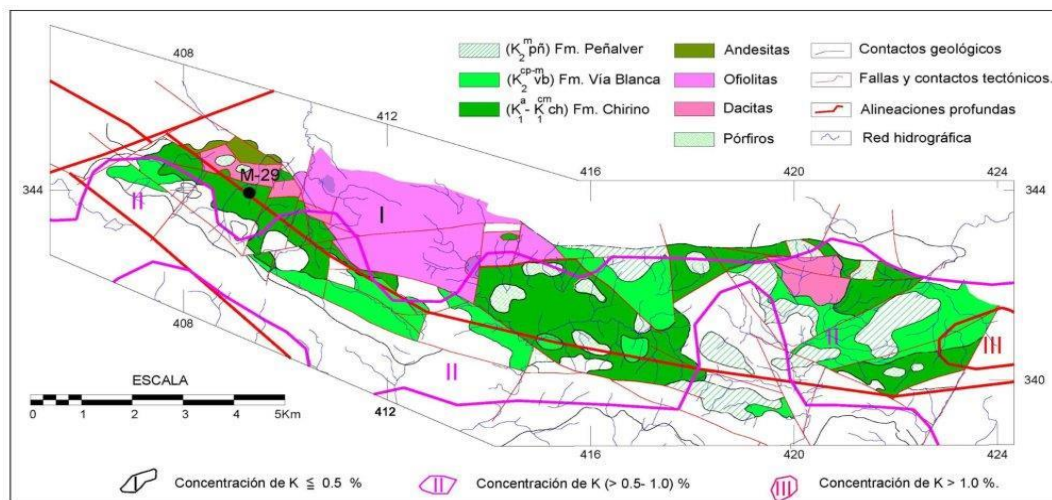


Figura 4. Mapa con la Geología, Tectónica, Hidrología, Geofísica y el muestreo. Sector Madruga

Asociadas a las zonas de trituración producidas durante el sobrecorrimiento de las rocas del margen continental por las rocas del complejo ultramáfico y posteriormente de las rocas de la cobertura molásico flyschoides sobre las ya existentes, se encuentran zonas de alteración metasomática e hidrotermal representadas por las listvanitas.

Las listvanitas aparecen en toda la zona de contacto entre las rocas ultrabásicas y las rocas vulcanógeno-sedimentarias, afectando ambos complejos rocosos.

En el caso del área de Madruga, estas mismas alteraciones han afectado tanto las

andesitas como las dacitas, convirtiéndolas en rocas secundarias, por lo que en ocasiones se confunden fácilmente con verdaderas cuarcitas secundarias. Figura 3

Tectónica

Como rasgos de la tectónica actual que se aprecia en la zona, en todo el territorio se observan varias fallas con una dirección predominante de N – NW a S – SE, que afectan y desplazan los complejos rocosos que la constituyen, con una incidencia considerable en los depósitos de la formación en estudio, (Fm Chirino). Figuras 3 y 4.

Características hidrogeológicas

Dentro de las rocas vulcanógeno – sedimentarias, la red fluvial se ajusta al sistema de fracturas, con una infiltración predominante sobre el escurrimiento superficial.

Las aguas con mayor incidencia en las formaciones vulcanógeno-sedimentarias, tienen su origen a partir de la infiltración de las aguas pluviales sobre el macizo ofiolítico, donde se filtran y circulan hacia el cuerpo de listvanitas, y directamente sobre ellas. Figuras 3 y 4

Estas corrientes de aguas, transportan sales muy solubles, como NaCl, MgSO₄, KCl y CaSO₄, que son depositadas en el material tobáceo. Como las tobas presentan minerales porosos, sirven de reservorio a los materiales transportados. Asimismo, la capacidad de intercambiar cationes de algunos minerales, sin cambiar su estructura, puede favorecer la retención de cationes, como Ca, Na, Mg y K en las tobas.

En las zonas de alteración hidrotermal, de indudable conexión con la presencia de valores elevados de potasio, se localizan yacimientos de aguas minerales y minero-medicinales. (Pérez, 1990, 1995, 1996)

Características Geofísicas

Las áreas donde se enmarcan las rocas de la formación Chirino, se encuentra, en su totalidad, dentro de los valores intermedios de las anomalías aerogammaespectrométricas

(concentraciones de $k > 0,5 - 1 \%$), que en varias zonas alcanzan máximos valores (concentraciones de $k > 1 \%$). Figuras 3 y 4

Estas anomalías de potasio fueron comprobadas con la radiometría pedestre, con la obtención de valores de hasta 12 Mr/h. Se observa una correlación directa entre los mayores valores con las tobas más vítreas, o con mayores contenidos de minerales zeolíticos y montmorillonita, así como en los lugares donde hay presencia de minerales de potasio, o hidromicáceos, entre otros.

Composición mineralógica

Se aprecia un predominio de las tobas constituidas por elevados porcentajes de fracción vítrea que, en la mayoría de los casos, aparece alterado a zeolita o montmorillonita, principalmente.

También se detectaron algunos minerales con incidencia en las particularidades químicas de estas tobas, por ejemplo: feldespato tipo sanidina, hidrómica — como producto de la alteración de las formas fibrosas del vidrio—, litoclastos, con textura traquítica, y biotita. (Tabla 1).

Tabla 1. Muestras representativas del área de estudio, con su composición química, mineralógica y los valores de radiometría.

Área	Nº muestra	Tipo de muestra	Nombre por petrografía	% vidrio	% cristales	% litoclastos	Radiometría Mr/h	% K ₂ O	K (meq/100g)
San Miguel de los Baños	71-76	Surco/trinchera	Toba vitrocrystaloclástica,				10-12	10,4-12.9	
	S-01	Afloramiento	Toba zeolitizada, presencia de sanidina.				6-10	13,32	1.07
	S-14	Afloramiento	Toba vitrocrystaloclástica, raros cristales de biotita, Litos de roca volcánica efusiva microlítica-orientada (traquítica), zeolita, montmorillonita.	60	15-20,	3-5	5.5 - 7	1,99	7.65
	S-17	Afloramiento	Toba de ceniza fina vitrocrystalolitoclástica, con zeolita y montmorillonita.	45-50	25	10	6- 6.5	1,96	1.46
	SF-11	Afloramiento	Toba vitrocrystaloclástica, presencia de hidromica y zeolita.	70	7-10	3-5	7	4,05	2.13
	SF-10	Afloramiento	Arenisca tobácea o toba de ceniza fina				5.5	2,32	10.54
	SF-9	Afloramiento	Toba de ceniza fina vitrocrystalina, con clorita, zeolita, montmorillonita.	70-75	10		5. - 5.6	1,32	9.07
	S-18	Afloramiento	Toba de cenizas gruesa cristalovitrolitoclástica.				6.5	2,74	0.57
	S-04.	Afloramiento	Toba de ceniza fina vitrocrystaloclástica, presencia de biotita, zeolita, montmorillonita.	70-75	10-15		6.5-7	1,55	0.5

Área	Nº muestra	Tipo de muestra	Nombre por petrografía	% vidrio	% cristales	% litoclastos	Radiometría Mr/h	% K ₂ O	K (meq/100g)
Madrugá	M.29	Afloramiento	Toba vitrocrystaloclástica con zeolita y arcilla.	80	5-7		6 - 7	2,56	1.87

De acuerdo con los valores resultantes en la tabla, se puede plantear que en el sector San Miguel de los Baños existen valores notables de intercambio catiónico de potasio. Este hecho posibilita considerar el uso de esta materia prima como fuente de potasio en fertilizantes. Además, se presentan los mayores valores de K₂O, coincidiendo en las muestras de mayor contenido con la presencia del feldespato potásico tipo sanidina, o con la hidrómica.

Se debe señalar además que, de forma general, no existe una relación directamente proporcional entre el contenido de K₂O y el K⁺ intercambiable, lo cual se aprecia en las muestras S-01, 71-76 y SF-11.

En particular, con respecto a los contenidos de potasio intercambiable, se observa una

relación directa con el porcentaje de vidrio volcánico, por lo que los valores más altos coinciden con las variedades más vítreas.

A partir de los resultados de los análisis químicos y petrográficos, se seleccionaron muestras representativas que fueron sometidas a pruebas para la obtención de un fertilizante orgánico mineral, proceso en el que las tobas aportarían el potasio. Las muestras seleccionadas fueron S-09, S-10, S-14 y M-29, S-01 y 71-76.

En todos los casos y con todos los tratamientos empleados, resultó positivo (Velázquez, et al. 2006) aunque hubo algunos tratamientos con los que se obtuvo una mayor solubilización del potasio. Cabe señalarse que, de todas las muestras, la de mejor respuesta agronómica fue la M-29.

CONCLUSIONES

1. Del análisis de las características geológicas, geofísicas e hidrogeológicas expuestas en los diferentes mapas y la composición química y petrográfica de las muestras, conjuntamente con los resultados de las pruebas de uso como

fertilizante orgánico-mineral de liberación controlada, se puede decir que:

2. Se define el patrón para la búsqueda de estos depósitos, basado en las particularidades siguientes:

FACTORES	PARTICULARIDADES EN LAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN
<i>Relieve</i>	Las rocas de interés se localizan en las partes más bajas del terreno. Presentan un relieve ondulado hasta suavemente colinoso.
<i>Geología</i>	El principal interés en este estudio se centra en la Fm Chirino. Presencia de listvanitas. Las alteraciones hidrotermales que le dan origen, afectan tanto a las ofiolitas como a las rocas vulcanógenas.
Tectónica	Fuerte actividad tectónica en todo el territorio. Se observa una incidencia considerable en los depósitos de la formación Chirino.
<i>Hidrografía</i>	Predominio de la infiltración sobre el escurrimiento superficial. Las aguas que se escurren sobre las listvanitas, sobre las rocas carbonatadas y las ofiolitas se acumulan en las rocas vulcanógenas. Presencia de yacimientos de aguas minero-medicinales asociados a las alteraciones hidrotermales.
<i>Mineralogía</i>	Presencia de las tobas con mineralización zeolítica o sólido poroso (vidrio y montmorillonita), así como de minerales portadores de potasio.
<i>Geofísica</i>	Las áreas donde yace la Fm. Chirino se encuentra, en su totalidad, dentro de los valores medios de aero-gamma-espectrométrica, si bien en varias zonas llega a los máximos valores. Se comprobó por radiometría pedestre en afloramientos de tobas principalmente con diferente grado de zeolitización y pelitización.

2.1 De las 5 muestras utilizadas en las pruebas de uso, 71-76; S-01, y M-29, que mostraron los mayores contenidos de potasio y los resultados más promisorios en las pruebas de uso como fertilizantes, se encuentran prácticamente en la zona de alteración hidrotermal, que afecta no sólo al cuerpo de rocas ultrabásicas, sino también a las rocas vulcano – sedimentarias de la Formación Chirino.

2.2 Los resultados obtenidos de las pruebas agronómicas permiten concluir que las tobas con contenidos de K₂O mayor de 1,30 % son factibles para ser empleadas como fuente de potasio en formulaciones con minerales enmendantes del suelo.

2.3 Las áreas investigadas son perspectivas para la prospección de esta materia prima. Su aprovechamiento permitiría ahorrar al país los altos costos de importación de ese producto.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Nacional de Información Geológica del Instituto de Geología y Paleontología – Servicio Geológico de Cuba, por la revisión y corrección de estilo preliminar del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bobes L., Montejo E., Bugallo F., Velázquez M., Camporredondo Desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de minerales industriales. Artículo. Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica. La Habana, Cuba
- Fidel Cruz V. 1995. Informe Exploración Orientativa y Detallada de Tobas Zeolitizadas Olimpo. Oficina Nacional de Recursos Minerales. Ministerio de la Industria Básica. La Habana. Cuba.
- Pérez L., Gorobiets O, Vega P. 1990. Informe de Prospección y Exploración Orientativa de aguas minerales en la región de Madruga. Oficina Nacional de Recursos Minerales. Ministerio de la Industria Básica. La Habana, Cuba.
- Pérez L, Áreas del Toro J, Stout Smith R. 1995. Informe de Exploración Orientativa y Detallada de las aguas minero - medicinales y naturales de San Miguel de los Baños. Oficina Nacional de Recursos Minerales. La Habana, Cuba.
- Pérez L., Bosch M., Pérez J. 1996 Informe Trabajo Temático Productivo. Regionalización hidrogeológica de las aguas minerales de las provincias C. de la Habana, La Habana, Matanzas e Isla de la Juventud. Oficina Nacional de Recursos Minerales. Ministerio de la Industria Básica. La Habana. Cuba.
- Pérez R.B. 1997. Informe Trabajo Temático Productivo. Regionalización hidrogeológica de las aguas minerales de las provincias C. de la Habana, La Habana, Matanzas e Isla de la Juventud. Oficina Nacional de Recursos Minerales. Ministerio de la Industria Básica. La Habana. Cuba
- Rodríguez A. 2005. Inf. EOD. Vidrio Tosca. Instituto de Geología y Paleontología. Ciudad Habana.
- Torres T., Molina R., Rodríguez A. 1991. La Habana y Matanzas. Oficina Nacional de Recursos Minerales. Ministerio de la Industria Básica. La Habana. Cuba.
- Velázquez Garrido M., Febles González J. A., Villavicencio B., Rivas Verdugo M.C., Frómeta García M. 2006. Posibilidades de utilización agrícola de las tobas potásicas en la región occidental de Cuba. Informe de la prueba de uso en fertilizantes naturales de liberación lenta naturales de liberación lenta. Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica. La Habana, Cuba.