



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Uso de zeolita y estiércol vacuno para el mejoramiento del suelo e incremento del rendimiento pecuario

Use of zeolite and cattle manure for soil improvement and increase of livestock yield

Wilfredo Espinosa Aguilera¹ , Tuly Díaz Ercia² , Osvaldo Arteaga Rodríguez¹ 

¹ Unidad Científico Tecnológica de Base, Instituto Nacional de Suelos, Cienfuegos, Cuba

² Centro Universitario Municipal de Manicaragua, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 04/05/2022
Aceptado: 04/09/2022

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflicto de intereses.

CORRESPONDENCIA

Wilfredo Espinosa-Aguilera
espinosaw48@nauta.cu



cag034222381

RESUMEN

Debido a lo compactado que queda el estiércol vacuno en las vaquerías, se usa muy poco en las áreas de pastos y forrajes por lo que se obtienen bajos rendimientos agrícolas y producción de leche. Este trabajo se desarrolló durante cinco años en cinco vaquerías de la Empresa Pecuaria “El Tablón”, Cienfuegos mediante la fabricación y aplicación al suelo de abono organomineral natural (Zeofert) con el objetivo de incrementar el rendimiento de los pastos y forrajes. Para la preparación del Zeofert se utilizaron las excretas vacunas frescas depositadas por los animales sobre el piso de las naves de sombra y se mezcló con partículas de 1-3 mm de roca zeolítica natural (Fertisol). El abono descompactado obtenido (2 362 t) se aplicó manualmente en 94,5 ha de pastos y forrajes a una dosis de 25 t ha⁻¹. Los resultados mostraron que la aplicación del Zeofert al suelo incrementó significativamente el rendimiento de *Panicum maximum* Jacq. cultivar ‘Común’ (pasto natural) y *P. maximum* cultivar ‘Likoni’ (pasto guinea) en un 52 % y de *Pennisetum purpureum* Schum. (king grass) cultivar ‘CT-115’ en un 77 %, mientras que se incrementó la producción de leche en un 20 %, todo respecto al control. Fue restablecido el retorno de nutrientes al suelo, con incremento significativo de los contenidos de P₂O₅, K₂O, materia orgánica y los valores de pH. Se sustituyó el uso de 99, 124 y 116 t de NH₄NO₃, supersulfato sencillo y KCl como fertilizantes químicos equivalentes, respectivamente. Se recomienda la utilización de esta tecnología en aquellas unidades que tengan ganado vacuno en condiciones estabuladas o semiestabuladas.

Palabras clave: abono, fertisol, nutrientes, Zeofert

ABSTRACT

Due to the compacting of cow manure in the dairy farms, it is rarely used in the pasture and forage areas, resulting in low agricultural yields and low milk production. This work was developed during five years in five dairy farms of the “El Tablón” Livestock Enterprise, Cienfuegos, through the manufacture and application to the soil of natural organo-mineral fertilizer (Zeofert) with the objective of increasing the yield of pasture and forage. For the preparation of Zeofert, fresh cow dung deposited by the animals on the floor of the shaded sheds was used and mixed with 1-3 mm particles of natural zeolitic rock (Fertisol). The obtained decompacted manure (2,362 t) was applied manually on 94.5 ha of pasture and forage at a rate of 25 t ha⁻¹. The results showed that the application of Zeofert to the soil significantly increased the yield of *Panicum maximum* Jacq. cultivar ‘Common’ (natural grass) and *P. maximum* cultivar ‘Likoni’ (guinea grass) by 52 % and of *Pennisetum purpureum* Schum. (king grass) cultivar ‘CT-115’ by 77 %, while milk production was increased by 20 %, all with respect to the control. The return of nutrients to the soil was restored, with a significant increase in the contents of P₂O₅, K₂O, organic matter and pH values. The use of 99, 124 and 116 t of NH₄NO₃, simple supersulfate and KCl were substituted as equivalent chemical fertilizers, respectively. The use of this technology is recommended in those units that have cattle in stabled or semi-stabled conditions.

Keywords: fertilizer, fertisol, nutrients, Zeofert

INTRODUCCIÓN

El problema fundamental en las vaquerías de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Tabloncito” perteneciente a la Empresa Pecuaria “El Tablón”, localizada al Noreste de la provincia de Cienfuegos, es la baja producción de leche, pastos y forrajes que se obtienen en sus vaquerías. La causa fundamental es el poco uso de la aplicación del estiércol vacuno descompuesto en sus áreas de producción debido a las dificultades que se crean para su manejo y aplicación, por lo compactado que queda éste en el proceso de descomposición tradicional. Por tal motivo, resulta muy difícil aplicarlo y la mayoría de las veces es vendido a otras empresas y exportado con gran cantidad de nutrimentos (N, P, K y Ca), lo que provoca el empobrecimiento del suelo al no existir retorno de nutrientes al mismo.

Además, hay que tener en cuenta la gran cantidad de nutrientes solubles como el NH₄⁺, P₂O₅, K₂O, Ca⁺⁺, y microelementos presentes en las orixcretas que se pierden por los efectos de la volatilización, lixiviación y escorrentías

líquidas, al no estar presente un material adsorbente para el momento en que defeca el animal. Teniendo en cuenta las disponibilidades en estas vaquerías de cantidades suficientes de estiércol vacuno fresco, la posibilidad de obtener suficientes cantidades de roca zeolítica natural con granulometría de 1-3 mm (Fertisol) en la planta trituradora de esta roca en “Tasajeras”, Ranchuelo, Villa Clara y conociendo que las rocas zeolíticas tienen la propiedad de actuar como intercambiador iónico para retener cationes (NH₄⁺, K⁺ y Ca⁺⁺) (Soca y Daza, 2015; Tsintskaladze *et al.*, 2017), así como las propiedades clásicas del estiércol vacuno por su contenido en materia orgánica (NH₄⁺, P₂O₅, K₂O y Ca⁺⁺) (González *et al.*, 2020), y además de contar con la metodología “Uso de la roca zeolítica natural en la fabricación de abono organomineral natural (Zeofert) para incrementar la producción agrícola y de leche en Unidades Pecuarias” (Espinosa y Arteaga, 2008), se decide aplicar esta tecnología con el objetivo de incrementar el rendimiento de los pastos y forrajes.

Tabla 1. Características del suelo de cinco vaquerías típicas antes de aplicar el abono

P ₂ O ₅ ⁽¹⁾ (cg kg ⁻¹)	K ₂ O ⁽²⁾ (cg kg ⁻¹)	M.O. ⁽³⁾ (%)	pH ⁽⁴⁾ (KCl)
4,6	17,3	1,3	5,0

(1): Oniani; (2): Oniani; (3): Walkley- Black; (4): Potenciométrico, relación 1:2,5

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de esta investigación se seleccionaron cinco vaquerías típicas, todas sobre suelo pardo grisáceo (Hernández *et al.*, 2015), cuyas principales características químicas se presentan en la tabla 1.

Se trabajó con vacas productoras de leche F1 (Holstein + Cebú) en condiciones semiestabuladas de la UBPC “Tabloncito” de la Empresa Pecuaria “El Tablón”, Cienfuegos. La precipitación promedio durante estos años fue de 254,3 y 1 381,5 mm en época de seca y lluvia, respectivamente. Como material zeolítico se utilizó la roca zeolítica natural, con una granulometría de 1-3 mm (Fertisol), procedente del yacimiento de “Tasajeras” en San Juan de los Yeras, Villa Clara, Cuba, cuyas características químicas aparecen en la tabla 2.

Para la preparación del compost se siguieron las indicaciones de Espinosa y Arteaga (2008), donde se utilizaron las excretas frescas depositadas diariamente por los animales sobre el piso de las naves de sombra y se mezcló con las partículas de Fertisol en una proporción de 3:1 (estiércol fresco: roca zeolítica), con base peso fresco. Para lograr la proporción, se tuvo en cuenta la cantidad de estiércol fresco que depositaron los animales sobre el piso durante el tiempo de permanencia en la nave de sombra, que según Espinosa y Arteaga (2008)

debe ser de 12 y 9 kg vaca⁻¹ día⁻¹ en época de seca y lluvia, respectivamente.

El Fertisol fue esparcido de forma uniforme sobre el piso cada 7 días, después de la limpieza de éste. De esta forma, los animales durante el transcurso de la semana con sus patas realizaron de forma natural la mezcla del estiércol fresco con el fertisol. Al término de cada semana, se raspó el piso con una pala de tracción animal y esta mezcla se depositó en el estercolero de cada vaquería para su proceso de descomposición durante 45 días a la intemperie y sin removerlo. El abono organomineral natural (Zeofert) a medida que era obtenido se aplicó manualmente en áreas de cada vaquería, una sola vez de forma superficial a *Panicum maximum* Jacq. cultivar ‘Common’ (pasto natural) y a *P. maximum* cultivar ‘Likoni’ (guinea ‘Likoni’), mientras que a *Pennisetum purpureum* Schum. (king grass) cultivar ‘CT-115’ se le aplicó localizado en el plantón a una concentración de 25 t ha⁻¹ en ambas formas (Espinosa y Arteaga, 2008). Para su traslado y aplicación, se utilizó un carretón de tracción animal y se paleó el abono manualmente.

Para medir el efecto de la aplicación del abono sobre los pastos y forrajes, se midió el rendimiento en un área de 14 m² repetidos diez veces en cada área por una vez en época de seca y lluvia, respectivamente. Estos resultados se

Tabla 2. Características químicas del Fertisol

Elemento	Contenido
NH ₄ ⁺	0,004 cMol (NH ₄ ⁺) kg ⁻¹
P ₂ O ₅	17,2 cg kg ⁻¹
K ⁺	15,3 cMol (K ⁺) kg ⁻¹
Ca ⁺⁺	73,0 cMol (Ca ⁺⁺) kg ⁻¹
Mg ⁺⁺	12,0 cMol (Mg ⁺⁺) kg ⁻¹
Na ⁺	0,19 cMol (Na ⁺) kg ⁻¹
C.I.C	119,6 cMol (+) kg ⁻¹

compararon con áreas que no habían recibido el Zeofert. Los muestreos de suelo se realizaron seis meses después de la aplicación del Zeofert una vez por año, tanto de las áreas que habían recibido el abono como en las áreas controles; para esto se tomaron 15 muestras de cada área distribuidas por todo el terreno, a una profundidad de 20 cm y fueron llevadas al laboratorio de suelo para los análisis correspondientes. El Zeofert se analizó por el método de extracciones sucesivas.

El efecto sobre la producción de leche se comenzó a medir después de un año de iniciado el estudio; para esto se tuvo en cuenta la leche producida en las cuatro vaquerías donde se realizó el experimento y se comparó el resultado con otra vaquería de la misma zona

pero que no recibió ningún tipo de tratamiento. Para realizar el conteo de moscas, se utilizó el método de situar un cartón amarillo de 0,5 x 0,5 m (previamente untado con azúcar) sobre el piso y contar durante 30 min las moscas que se posaban sobre él. Esta observación se realizó siempre a la misma hora una vez en época de seca y una vez en época lluvia, tanto en la nave con presencia de Fertisol como en una que no tenía Fertisol.

Los resultados obtenidos en las mediciones del rendimiento y los análisis de suelo se sometieron a un ANOVA completamente aleatorizado en el que se empleó la prueba de Tukey para la comparación de las medias, con una confiabilidad del 95 %, mediante el uso del programa estadístico SPSS, versión 15.0.

Tabla 3. Fertisol aplicado, número de aplicaciones realizadas sobre el piso de las diferentes vaquerías y Zeofert producido durante cinco años

Parámetros	Años					Total
	1	2	3	4	5	
Cantidad de aplicaciones al piso	141	225	262	254	140	1 022
Fertisol aplicado (t)	146	344	351	316	124	1 282
Zeofert producido (t)	293	688	701	631	249	2 562

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se presentan por años el número de aplicaciones de Fertisol que se realizaron sobre el piso de las cuatro vaquerías, la cantidad de Fertisol aplicado y el Zeofert producido durante estos cinco años. En esta tabla se destaca la fabricación de 2 562 t de Zeofert ya descompuesto y seco.

Durante los años de ejecución de este trabajo se aplicaron 2 362 t de Zeofert a diferentes áreas de pastos y forrajes (Tabla 4), con lo cual fueron beneficiadas un total de 94,5 ha de suelo, con más de 20 años en explotación sin recibir ningún tipo de abono. La aplicación de

este abono fue posible hacerla manualmente con relativa facilidad porque el Zeofert se caracterizó físicamente por ser un producto descompactado que no se adhiere a la ropa ni a los instrumentos de trabajo, no presenta olor desagradable y al humedecerse no se compacta.

Los contenidos de nutrientes que presentó este abono, así como las cantidades de los mismos que retornaron al suelo con la aplicación de las 2 362 t se muestran en la tabla 5. Estas aplicaciones fueron equivalentes a haberse aplicado 99 t de NH_4NO_3 , 124 t de Superfosfato Sencillo y 116 t de KCl, como fertilizantes químicos equivalentes con lo que se evitó el uso de

Tabla 4. Zeofert aplicado en diferentes áreas de pastos y forrajes

Cultivos	Zeofert aplicado (t)	Área beneficiada (ha)
<i>P. maximum</i> (pasto natural)	548	21,92
<i>P. maximum</i> (guinea 'Likoni')	446	18,64
<i>P. purpureum</i> (king grass 'CT-115')	1 348	53,92
Total	2 362	94,48

Tabla 5. Características químicas del Zeofert y cantidad de nutrimentos aportados al suelo en las 2 362 t aplicadas

Indicadores	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
% del elemento	1,51	1,03	3,15	2,01
Nutrientes aportados (t)	35,65	24,32	74,40	-
Fertilizante equivalente (t)	99 NH ₄ NO ₃	124 SS	116 KCl	-

estas grandes cantidades de fertilizantes químicos tóxicos. Al respecto, Salas *et al.* (2018) plantearon que una alternativa sostenible para mitigar los efectos ambientales negativos de los fertilizantes y mejorar la calidad organoléptica y nutricional de los cultivos es el uso de abonos originados de estiércol bovino. También, la zeolita ayudó a la incorporación y retención de nutrientes de este abono (Tsintskaladze *et al.*, 2017), por lo que este trabajo permitió restablecer el reciclaje de nutrientes dentro de la UBPC y sustituir las aplicaciones de fertilizantes químicos por abonos orgánicos ecológicos.

En la tabla 6 se muestra como las aplicaciones de Zeofert al suelo incrementó significativamente el rendimiento por encima del 50 % en el caso del pasto natural y la guinea 'Likoni', que habían recibido la aplicación de forma superficial sobre el suelo. Sin embargo, cuando la aplicación se realizó de forma localizada en el plantón del king grass 'CT-115', el rendimiento se incrementó en un 77 % respecto al área que no recibió ninguna aplicación. Esto pudo deberse a que cuando se realizó la aplicación de forma localizada del abono, las partículas de zeolita tuvieron mejor contacto con el suelo. Esta respuesta positiva del incremento del rendimiento está dada, fundamentalmente, por el aporte de N, P₂O₅, K₂O y Ca⁺⁺ que recibió el suelo con la

aplicación de las 25 t ha⁻¹ de Zeofert, nutrientes que se encuentran solubles en el estiércol vacuno aplicado y retenidos en las partículas de zeolitas. Según Acosta (2014) y Tsintskaladze *et al.* (2017) se liberan paulatinamente a medida que los cultivos lo requieran, mientras que el área control llevaba más de 20 años extrayéndosele nutrientes sin recibir ningún aporte, lo que hace que el suelo esté muy esquilado y sus producciones sean bajas.

En este sentido, Lira *et al.* (2017) señalan que la zeolita tiene beneficios en el crecimiento y rendimiento de algunos cultivos a cielo abierto y mejoran la producción de pepino. Utilizando esta misma tecnología, pero en un experimento de campo en un área de 1 ha, Espinosa *et al.* (2011) obtuvieron un 51 % de incremento en el rendimiento del frijol negro y más recientemente, Espinosa *et al.* (2021), haciendo este mismo estudio sobre el cultivo del tomate (var. 'Campbell 28'), lograron un incremento del rendimiento del 38 %. De igual forma, González *et al.* (2020) lograron incrementos en el rendimiento del tomate, pero en áreas pequeñas o a nivel de experimentos de campo.

En la tabla 7 se presenta la respuesta de la producción de leche (L vaca⁻¹ día⁻¹) durante el desarrollo del estudio, en la que se puede apreciar que en las vaquerías con aplicaciones de Zeofert se incrementaron como promedio 0,80 L vaca⁻¹ día⁻¹, lo que representa un incremento promedio del 20,3 %, respecto a la

Tabla 6. Incremento de los rendimientos de los pastos y forrajes con aplicaciones de Zeofert

Condición	Pasto natural	Guinea 'Likoni'	King grass 'CT-115'
Sin Zeofert	8,23 ^b	27,27 ^b	44,51 ^b
Con Zeofert	11,27 ^a	41,72 ^a	78,78 ^a
ES ±	1,048*	2,398*	2,164*
% Incremento	52	53	77

(a, b) Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

Tabla 7. Respuesta de la producción de leche durante el desarrollo del proyecto

Años	Épocas	Estudios	Leche	Incremento
			(L vaca ⁻¹ día ⁻¹)	(L vaca ⁻¹ día ⁻¹)
2do	Lluvia	Vaquería sin Zeofert	4,85	-
		Vaquerías con Zeofert	5,38	0,5 (11)
3ro	Seca	Vaquería sin Zeofert	3,61	-
		Vaquerías con Zeofert	4,21	0,6 (17)
	Lluvia	Vaquería sin Zeofert	5,17	-
		Vaquerías con Zeofert	6,28	1,11 (21)
4to	Seca	Vaquería sin Zeofert	3,45	-
		Vaquerías con Zeofert	4,36	0,91 (26)
	Lluvia	Vaquería sin Zeofert	3,82	-
		Vaquerías con Zeofert	4,54	0,72 (19)
5to	Seca	Vaquería sin Zeofert	3,2	-
		Vaquerías con Zeofert	3,89	0,69 (21)
	Luvia	Vaquería sin Zeofert	3,94	-
		Vaquerías con Zeofert	5,02	1,08 (27)
Valor promedio				0,80 (20,3)

(%) Incremento en la producción de leche

vaquería control. Se observa, dentro de cada año, como durante las épocas de lluvia el incremento de producción de leche (L vaca⁻¹ día⁻¹) fue superior a las épocas de seca.

También se observa que, a partir de la época de lluvia del tercer año, dicha producción promedio comienza a decrecer y no se recupera hasta la época de lluvia del quinto año. Esta recuperación fue debido a que, tanto en la

vaquería control como en las vaquerías con Zeofert, fueron reemplazadas en igual cantidad las vacas con periodos largos de ordeño por vacas de reciente producción. El incremento de la producción de leche por la aplicación de Zeofert al suelo está dado porque las vacas de estas vaquerías consumieron mayor cantidad de pastos y forrajes. Además, en estas unidades donde se aplicó el Fertisol, las vacas permanecieron en un ambiente más seco y con

Tabla 8. Efecto de las aplicaciones de Zeofert sobre los indicadores químicos del suelo

Indicadores	Área	
	Sin Zeofert	Con Zeofert
P ₂ O ₅ (cg kg ⁻¹)	4,3 ^b ES ±3,008*	11,72 ^a
K ₂ O (cg kg ⁻¹)	16,3 ^b ES ±1,642*	27,5 ^a
Ca ⁺⁺ (cmol kg ⁻¹)	4,8 ^b ES ±0,320*	5,4 ^a
M.O. (%)	1,4 ^b ES ±0,097*	1,96 ^a
pH (KCl)	4,4 ^b ES ±0,007*	5,2 ^a

(a, b) Letras distintas en la misma fila difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

poca presencia de moscas y sin temor a resbalar en el piso, lo que hace que el animal llegue a la sala de ordeño sedado y como hay pocas moscas molestándolas baje más leche a la ubre.

El efecto de las aplicaciones de Zeofert sobre algunos parámetros químicos del suelo se presentan en la tabla 8, donde se aprecia que la aplicación de las 25 t ha⁻¹ de este compuesto incrementó significativamente los contenidos de N, P₂O₅, K₂O, Ca⁺⁺, M.O y los valores de pH respecto a las áreas que no recibieron Zeofert. Esto está dado, fundamentalmente, por la riqueza de estos elementos presentes en el Zeofert (Tabla 4).

La influencia positiva que produjo las aplicaciones de Fertisol al piso de las vaquerías sobre la ausencia de moscas se muestra en la tabla 9, en la que se aprecia que el número de moscas sobre el piso, en las unidades con Fertisol, disminuyeron en más de un 47 % en ambas épocas del año. Esto puede estar dado porque las partículas de Fertisol absorben mucha humedad (Tsintskaladze *et al.*, 2017), y mantienen el piso seco, lo que hace muy difícil

el medio para que las moscas vengan a poner sus huevecillos.

CONCLUSIONES

La aplicación al suelo de 25 t ha⁻¹ de Zeofert incrementa el rendimiento de los pastos y forrajes en más de un 50 % y la producción de leche (L vaca⁻¹ día⁻¹) en un 20 %. La aplicación al suelo de 25 t ha⁻¹ de Zeofert incrementa significativamente los contenidos de N, P₂O₅, K₂O, Ca⁺⁺, M.O. y los valores de pH. Con la fabricación y aplicación de las 2 362 t de Zeofert se logra mejorar el suelo en 94,5 ha y sustituir la aplicación de 99 t de NH₄NO₃, 124 t de Superfosfato Sencillo y 116 t de KCl como fertilizantes químicos equivalentes. La aplicación de Fertisol al piso de las vaquerías disminuye la presencia de moscas en más de un 47 %. Se recomienda la utilización de esta tecnología en aquellas unidades que tengan ganado vacuno en condiciones estabuladas o semiestabuladas.

Tabla 9. Influencia de las aplicaciones de Fertisol al piso de las vaquerías, sobre la presencia de moscas

Épocas	Condición	Cantidad de moscas	Disminución (%)
Seca (5 épocas)	Sin Fertisol	17	-
	Con Fertisol	8	47
Lluvia (5 épocas)	Sin Fertisol	23	-
	Con Fertisol	12	53

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Wilfredo Espinosa Aguilera: Desarrolló y diseñó las metodologías seguidas en la ejecución del experimento; participó en la creación de los modelos utilizados.

Tuly Díaz Ercia: Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos. Hizo la revisión crítica del borrador.

Oswaldo Arteaga Rodríguez: Fue el responsable de la gestión, coordinación, planificación y ejecución de las actividades de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, L. 2014. Cultivo de plantas medicinales en recipientes. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19 (1): 4-13.

ESPINOSA, W., VERA, M. y VALDEZ, N. 2011. Efecto de la aplicación de zeolita mezclada con estiércol vacuno sobre el rendimiento en grano del frijol común y las propiedades químicas del suelo. *Centro Agrícola*, 38 (2): 21-24.

ESPINOSA, W. y ARTEAGA, O. 2008. *Uso de la Roca Zeolítica Natural en la fabricación de Abono Organomineral Natural (Zeofert) para*

incrementar la producción agrícola y de leche en Unidades Pecuarias. Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana, Cuba, 8 p.

ESPINOSA, W., RÍOS, C. y DÍAZ, T. 2021. Producción ecológica del tomate *Solanum lycopersicum* L. (var. Campbell 28) con el uso de zeolita natural mezclada con estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 48 (1): 23-27.

HERNÁNDEZ, A., PÉREZ-JIMÉNEZ, J. M., BOSCH, D., *et al.* 2015. *Clasificación genética de los suelos de Cuba.* Ediciones INCA, Cuba, 91 p.

LIRA, R. H., ARGELIO, B., FELIPE, M., *et al.* 2017. Gas exchange, yield and fruit quality of *Cucurbita pepo* with zeolite and plastic mulch. *Agrochimia*, 61: 1-17.

SALAS, L., GARCIA, J. L., MARQUEZ, H. C., *et al.* 2017. Yield and nutraceutical quality of tomato fruits in organic substrates. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4 (10): 169-175.

SOCA, M. and DAZA, M. C. 2015. Zeolite and its effect on nitrogen efficiency in rice and corn. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32 (2): 46-55.

TSINTSKALADZE, G., EPRIKASHVILI, L., MOMLADZE, N., *et al.* 2017. Nitrogenous zeolite nano material and the possibility of its application in agriculture. *Annal of Agrarian Science*, 15: 365-369.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](#). Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.