

USO DE LA ZEOLITA NATURAL PARA LA PROTECCIÓN MEDIO AMBIENTAL EN ÁREAS AGROPECUARIAS DE LA CUENCA DEL RIO HANABANILLA.

USE OF NATURAL ZEOLITE FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION IN AGRICULTURAL AREAS OF THE HANABANILLA RIVER BASIN

Wilfredo Espinosa, Unidad Científico-Técnico de Base del Instituto de Suelo, Cuba.maydatm@uclv.edu.cu

Yanoris Bernal, Unidad Científico-Técnico de Base del Instituto de Suelo, Cuba.yanosalsa@yahoo.es

Resumen

Este trabajo se desarrolló durante cinco años, en cinco vaquerías típicas de la Empresa Pecuaria "El Tablón". Cienfuegos. Todas limítrofes con el Rio Hanabanilla. En estas vaquerías se fabricó y utilizó el Abono Organomineral Natural (Zeofert) y se suspendió el lavado diario al piso de las salas de espera para el ordeño, con el objetivo de incrementar ecológicamente los rendimientos agrícolas, mejorar el suelo y eliminar el vertimiento de contaminantes líquidos al Rio Hanabanilla. Para la preparación del Zeofert se esparcieron partículas de Roca Zeolítica Natural sobre el piso de las naves de sombra y las salas de espera para el ordeño y se mezcló con las excretas frescas depositadas por los animales. Se midió el gasto diario de agua y electricidad. El abono obtenido se aplicó de forma manual a los diferentes cultivos a una dosis de 25 toneladas.ha¹. Se concluye que la aplicación del abono orgánico al campo: a) incrementó el rendimiento promedio de los diferentes cultivos más del 52%.b) Se logró el reciclaje de nutrientes al suelo y el mejoramiento químico del mismo en un área de 95 ha. y la aspersion de partículas de zeolita al piso de las salas de espera para el ordeño con la suspensión del lavado diario c) Disminuyó la presencia de moscas en más del 50% en las salas de ordeño. d) Se dejaron de verter 45 625 M³ de líquidos contaminantes con 293 toneladas de estiércol fresco al Rio Hanabanilla. e) Se ahorraron 5.8 Mw de electricidad y 45 600 M³ de agua.

Palabras claves: Zeofert, Zeolita, contaminación, eliminación.

Abstract

The work was carried out over five years, in five typical dairy companies of the Pecuaria Company "El Tablon". Cienfuegos. All bordering the Hanabanilla River. In these dairy farms, the Organomineral Natural (Zeofert) Fertilizer was

manufactured and used and daily washing to the floor of the milking waiting rooms was suspended, with the aim of ecologically increasing agricultural yields, improving soil and eliminating the shedding of liquid contaminants to the Hanillaan River. For the preparation of the Zeofert particles of Natural Zeolitic Rock were scattered on the floor of the shaded naves and the waiting rooms for milking and mixed with the fresh excretas deposited by the animals. Daily water and electricity expenditure was measured. The fertilizer obtained was applied manually to the different crops at a dose of 25 tons.ha¹. It is concluded that the application of organic fertilizer to the field: a) increased the average yield of the different crops by more than 52%.b) The recycling of nutrients to the soil and chemical improvement of the same in an area of 95 ha. was achieved, and the spraying of zeolite particles to the floor of the milking parlors with the suspension of daily washing c) Reduced the presence of flies by more than 50% in milking parlors. d) 45 625 M³ of polluting liquids with 293 tons of fresh manure were discontinued into the Hanabanilla River. e) 5.8 Mw of electricity and 45,600 M³ of water were saved.

Keywords: Zeofert, Zeolite, pollution, disposal.

INTRODUCCION

La UBPC lechera "Tabloncito" pertenece a la Empresa Pecuaria "El Tablón" del Municipio Cumanayagua, Cienfuegos. Esta UBPC se encuentra ubicada exactamente en la Cuenca del Río Hanabanilla el cual lo atraviesa en toda su extensión desde el Sureste hasta el Noroeste. Topográficamente esta UBPC se caracteriza por tener una superficie irregular con pendientes, quebradas y numerosas cañadas, que hacen que todos los afluentes de la zona viertan hacia el Río Hanabanilla y la fuente de abasto de agua para la población de Cumanayagua precisamente está aguas abajo de dichas unidades.

El problema fundamental de estas vaquerías es la contaminación ambiental que se provoca, al escaparse desde sus unidades agua con orinas y excretas en las cuales hay disuelto gran cantidad de elementos químicos y orgánicos que contaminan las aguas del Río Hanabanilla.

Es sabido que: Las rocas zeolíticas poseen varias propiedades físico-químicas muy importantes tales como: intercambiador iónico, absorción de gases y agua, tamiz molecular, etc., que le confieren múltiples usos y aplicaciones por lo fueron llamadas el Mineral del Siglo XX (Malherbe, 1988). Desde el punto de vista agrícola su mayor interés está dado por la elevada capacidad para retener agua, gases y cationes; en caso de estos últimos posee la capacidad de liberarlo paulatinamente, disminuyendo así los riesgos de pérdida por lavado (Casals, 1988). En trabajos efectuados por Miner (1984) encontró que aplicando dosis de 2.44 kg/m² sobre el piso de la vaquería se redujo significativamente la volatilización del NH₄⁺ y los malos olores y que esta mezcla de zeolita con excretas, una vez secadas pueden ser usadas como fertilizante.

Conociendo las propiedades físicas y químicas de la Roca Zeolítica Natural en la absorción de agua, gases y cationes; y sus propiedades antimicóticas y antibacterianas (Triana, 1992; Lonwd. CH; 2003 y Floersch y Floersch 2004) y

contarse con más de 15 años de experiencia sobre el uso de las zeolitas naturales en la Unidad Científico Tecnológica de Base. Suelos de Barajagua en la producción de Abono Organomineral Natural con la mezcla de Roca Zeolítica Natural (RZN) y estiércol vacuno fresco (Espinosa y Col. 2003); es que se decidió a partir del año 2012 realizar este proyecto.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este trabajo se seleccionaron cinco vaquerías productoras de leche con sus respectivas naves de sombra y salas de espera para el ordeño, en la UBPC “El Tabloncito” perteneciente a la Empresa Pecuaria “EL Tablón” con una cantidad promedio de 80 vacas/días en ordeño de la raza Holstein X Cebú y en las cuales se encuentra destruido el sistema de tratamiento de aguas residuales. Como material zeolítico se utilizó la Roca Zeolítica Natural (RZN) procedente del yacimiento de San Juan de los Yeras, Tasajeras, Villa Clara con una granulometría de 1-5 mm, cuyas características químicas aparecen en la Tabla 2.

Para la preparación del Zeofert tanto en las naves de sombra como en las salas de espera para el ordeño se utilizó las excretas frescas depositadas por los animales sobre el piso y se mezcló con las partículas de roca zeolítica en una proporción de 3:1 (estiércol fresco: roca zeolítica) en base a peso fresco. La roca zeolítica fue esparcida de forma uniforme sobre el piso una vez por semana, después de la limpieza de éste; al término de cada semana se raspó el piso con una palita de tracción animal y esta mezcla se depositó en el estercolero de cada vaquería para su proceso de descomposición durante 45 días.

El Abono Organomineral Natural (Zeofert) obtenido se aplicó manualmente a los diferentes cultivos a una dosis de 25 t/ha. Los muestreos de suelo se realizaron un año después de la aplicación del Zeofert mediante la toma de cinco muestras compuestas en cada área. Para medir el efecto de la aplicación del abono sobre los diferentes cultivos, se midió el rendimiento de cada uno de éstos una vez por cosecha y en el caso de los pastos una vez por época en un área de 14 m² repetidos cinco veces y estos resultados se compararon con áreas que no habían recibido el abono.

Para el conteo de mosca se escogió una vaquería en la que se estaba fabricando Zeofert y la vaquería control y se colocó sobre el piso de la sala de ordeño de cada vaquería un papel color amarillo untado con agua azucarada y que tenían un área de 0.25 m² y una vez por mes en cada época del año en horario fijo por la mañana y por la tarde se contaron durante 30 minutos las moscas que se posaban sobre el papel.

Para conocer la cantidad de estiércol que defecan las vacas sobre el piso durante el tiempo de espera para el ordeño; un año antes se ejecutó una etapa investigativa, que consistió en realizar pesajes a las excretas, el peso promedio de las bostas, la cantidad de bostas y el por ciento de vacas que defecaron durante el tiempo de permanencia en espera para el ordeño (doble ordeño) durante las épocas de seca y lluvia; para determinar la cantidad de estiércol

promedio que depositan las vacas durante el tiempo de permanencia en la sala de espera para el ordeño.

Durante los meses de enero, febrero y marzo (época de seca) y los meses de junio, agosto y octubre (época de lluvia) se realizó el pesaje de las bostas excretadas por 10 vacas en cada una de las cinco vaquerías que estuvieron bajo proyecto para un total de 150 pesajes.

Después de conocerse la cantidad promedio de excretas que depositan las vacas durante su permanencia en la sala de espera para el ordeño (durante los dos ordeños); se procedió a la ejecución del proyecto para la suspensión del lavado diario al piso de las salas de espera para el ordeño ; que consistió primeramente en hacer un análisis de los líquidos contaminantes que fluyen desde estas vaquerías al Río Hanabanilla realizado por el Laboratorio Provincial de Aguas del INRH de Cienfuegos (según norma cubana 27-1999) cuyo resultados se pueden apreciar en la Tabla 1.

También se midió el gasto diario del agua que se usa para limpiar el piso de la nave de espera para el ordeño y la cantidad de energía eléctrica diaria que se gasta en elevar el agua hasta los tanques colectores y posteriormente se suspendió el lavado diario al piso de la sala de espera para el ordeño y en su lugar se realizaron aplicaciones semanales de partículas de RZN sobre el piso, utilizando la ecuación obtenida un año anterior en dependencia de la época del año y manteniendo la proporción 3-1 (Estiércol fresco-RZN) recomendada por Espinosa y col. (2017).

Ecuación utilizada:

Época de seca:

$$\text{Cantidad de RZN (Kg.)} = \text{Total de vacas} \times \# \text{ de días} \times 0.193 \text{ Kg}$$

Época de lluvia:

$$\text{Cantidad de RZN (Kg.)} = \text{Total de vacas} \times \# \text{ de días} \times 0.241 \text{ Kg.}$$

Nota: El # de día se refiere a los días que el estiércol va a permanecer en el piso sin limpiar éste.

El Zeofert obtenido en estas salas de esperas semanalmente fue depositado en el estercolero de cada vaquería y aplicado en el campo junto al estiércol de estas unidades.

Tabla 1: Caracterización de las aguas residuales.

Análisis	Unidades de medida	Valores aceptados según Norma Cubana	Valores obtenidos en el muestreo
pH	U	6.0 – 9.0	8.65
Conductividad eléctrica (C.E)	Ms/cm25°	3 500	3890
Nitrógeno Total (Nt)	mg/l	20.0	29.1
Sólidos sedimentables (S.S)	mg/l	5.0	11.0
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	120.0	1919.0
Demanda biológica de oxígeno	mg/l	60.0	952.0

Tabla 2. Características químicas de la Roca Zeolítica Natural utilizada.

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 ⁺	20 CMol (Na ⁺).Kg ⁻¹
C.I.C	112.3 CMol (+).Kg ⁻¹

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se presenta por años el número de aplicaciones de RZN que se realizaron sobre el piso de las naves de sombra de las cuatro vaquerías, la cantidad de RZN aplicada y el Zeofert producido durante estos cinco años. En la que se destaca la fabricación de 2 562 toneladas de Zeofert ya descompuesto y seco.

Tabla 3.- RZN aplicada, número de aplicaciones realizadas sobre el piso de las diferentes vaquerías y Zeofert producido durante estos años.

Parámetros	Años					Total
	1	2	3	4	5	
# Aplic. al piso	141	225	262	254	140	1022
RZN aplicada (t)	146.5	344	351	316	124	1282
Zeofert producido (t)	293	688	701	631	249	2562

Durante los años de ejecución de este trabajo se aplicaron 2 405 toneladas (t) de Zeofert a diferentes cultivos en diferentes áreas (Tabla 4); con lo cual fueron

beneficiadas un total de 95 ha de suelo muy empobrecido por la cantidad de años en explotación sin recibir ningún tipo de abono.

Tabla 4.- Abono Organomineral Natural (Zeofert) aplicado en diferentes áreas de la UBPC a diferentes cultivos.

Cultivos	Abono Aplicado (t)	Área beneficiada (ha)
Col (repollo)	18.5	0.75
Boniato	47.6	2.08
Frijol negro	109.0	4.63
Habichuela	17.7	0.71
Yuca	11.1	0.5
Calabaza	12.6	0.5
Tomate	21.6	0.83
Pepinos	90.0	3.75
Caña	196.0	9.3
Pasto Natural	248.5	10.8
Guinea likoni	20	0.75
King grass y Guinea	95.9	3.74
King grass (CT – 115)	1 516	56.3
TOTAL	2 404.5	94.6

El Zeofert producido se caracterizó físicamente por: Ser un producto muy suelto (descompactado), No presenta olor desagradable, No se adhiere a la ropa e instrumento de trabajo, Retiene gran cantidad de agua y Al humedecerse no se compacta.

Los contenidos de nutrientes que tiene este abono; así como las cantidades de los mismos que retornaron al suelo con la aplicación de las 2 405 toneladas (3), se presentan en la Tabla 5. Estas aplicaciones orgánicas fueron equivalentes a haberse aplicado 101 toneladas de NH_4NO_3 , 124 toneladas de Superfosfato Sencillo (S.S) y 126 toneladas de Cloruro de Potasio (KCl) como fertilizantes químicos. Por lo que este trabajo permitió restablecer el reciclaje de nutrientes dentro de la UBPC; resultados similares reportaron Arteaga y Col. (1997) al realizar trabajos de aplicación de estiércol vacuno sobre diferentes pastos.

Tabla 5.- Características químicas del Zeofert y cantidad de nutrientes aportados al suelo en las 2 405 toneladas aplicadas.

Parámetros	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	M.O	M.S
% del elemento	1.51	1.03	3.15	2.01	27.4	62.3
Cantidad de nutrientes aportados (t)	36.31	24.77	75.75	48.34	-	-
Fertilizante Equivalente (t).	NH_4NO_3 100.9	S.S 123.8	K Cl 126.3	-	-	-

Las aplicaciones de Zeofert al suelo incrementaron los rendimientos de los cultivos varios, pastos y forrajes por encima del 52 % como promedio respecto a las áreas no abonadas. Según se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6.- Incremento de los rendimientos de los diferentes cultivos con las aplicaciones de Abono Organomineral Natural (Zeofert).

Cultivo	Área (ha)	Rend. Hist. ó Control		Rend. Con Abono		% Increment.	Incr. Real (t)
		t/ha	Total	t/ha	Total		
Boniato	3.33	9.59	31.93	15.41	51.31	60.7	19.38
Col (Repollo)	0.75	16.6	12.45	28.4	21.3	71	8.85
Habichuela	0.71	6.6	4.68	11.0	7.8	67	3.13
Frijol Negro	4.63	0.83	3.84	1.39	6.43	68	2.59
Calabaza	0.5	9.21	4.6	19.15	9.57	108	4.97
Tomate	1.58	16.03	25.32	27.41	43.31	71	17.99
Pepino	3.75	7.3	27.37	13.4	50.25	83	22.9
Pasto natural (Por 10)	50	8.23	411.5	11.27	563.5	52	152.0
Pasto natural (Por 4)	18.3	4.8	87.84	7.77	142.2	62	54.3
Guinea L. (Por 5)	11.25	27.27	306.78	41.72	469.4	53	165.6
King grass (Por 9)	22.86	44.51	1017.5	78.78	1800.9	77	783.4
King grass (Por 6)	8.58	53.7	460.74	87.53	751.00	63	290.3
King grass (Por 2)	35.42	38.26	1355.2	64.27	2276.4	68	921.2
King grass (Por 1)	18.2	30.1	547.82	46.35	843.6	54	295.8

() Número de cortes realizados.

Las aplicaciones de Zeofert influyeron de forma positiva sobre todos los parámetros químicos del suelo; al lograr el incremento de estos (Tabla 7).

Tabla 7.- Efecto de las aplicaciones de Zeofert sobre los parámetros químicos del suelo.

Unidades	Parámetros					
	Cg.Kg ⁻¹	Cg.Kg ⁻¹	CMol.Kg ⁻¹	CMol.Kg ⁻¹	%	K Cl
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺⁺	Na ⁺	M.O	pH
Control	4.3	16.3	4.8	0.08	1.4	4.4
Vaq. # 17	8.7	21.2	5.8	0.19	1.9	4.8
Vaq. # 18	9.1	19.4	5.3	0.21	2.0	5.1
Vaq. # 22	12.6	23.1	5.6	0.18	2.1	4.6
Vaq. # 23	14.3	18.6	5.0	0.26	1.8	4.8
Vaq. # 26	13.9	25.2	5.5	0.20	2.0	5.0
Media General con abono	11.72	21.5	5.4	0.21	1.96	4.8

Sobre el efecto positivo que se logra en los contenidos de P₂O₅, K₂O, Ca⁺⁺, M.O y pH, hay muchos Autores como, Caballero y Col. (2000) y Caballero y Col. 2001) que han obtenido resultados semejantes.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arteaga y Col. (1997), Caballero y Col. (2000) en los que realizando estudios sobre manejo y aplicación del estiércol vacuno sobre diferentes pastos encontraron que este es capaz de incrementar los rendimientos en un 19 % en Pangola; 161 % en Brachiaria y un 203 % en Pasto Estrella y que la mejor dosis de aplicación del estiércol vacuno fue la de 25 t/ha incorporado en siembra o un mes antes de la siembra. Por otra parte Espinosa y Yanes (2000) también reportaron un incremento de los rendimientos de la Yuca de un 60 % con el uso del Zeofert.

Las aplicaciones de roca zeolítica al piso de las diferentes naves durante estos años, contribuyó a la disminución de la humedad, malos olores y presencia de insectos en las naves de sombra, lo que trajo por resultado una disminución en la contaminación ambiental y por lo tanto un aumento en la entrega de leche/vacas/día a la hora del ordeño. Resultados que coinciden con lo planteado por: Malherbe (1988); Miner (1984) y Casals (1988).

Tabla 8.- Influencia de las aplicaciones de Zeolita al piso de las unidades sobre la presencia de moscas.

Épocas	Condición	Cantidad de Moscas Valor medio	Disminución de moscas (%)
SECA (4)	Sin Zeolita	43	-
	Con Zeolita	23	53
LLUVIA (3)	Sin Zeolita	49	-
	Con Zeolita	24	48

El peso promedio de las bostas depositadas sobre el piso de la sala de espera para el ordeño en época de seca fue de 1.742 Kg./vaca/defecación (tabla 9) y de un total de 1395 vacas controladas defecaron 619 para un 44.4 % de vacas que excretaron durante este tiempo ; por lo que el peso promedio que se depositó en las salas de esperas para el ordeño en época de seca fue de 0.773 kg de excretas/vacas/días.

Tabla 9.-Peso promedio de la Bostas en las épocas de seca.

Mes	Vaq #	Peso de las Bostas/vacas en una deyección										Total de vacas	Peso de las Bostas (Kg.)	Kg. /Vacas
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1.4	1.7	1.5	1.4	1.8	2.4	1.9	2.0	1.5	1.8	10	17.9	1.8
1	2	1.8	2.0	1.7	1.8	2.2	2.0	1.3	1.3	2.0	1.9	10	17.0	1.7
1	3	1.4	2.1	1.3	1.8	2.0	1.7	1.8	1.7	1.5	2.0	10	17.8	1.8
1	4	2.0	1.6	2.0	1.4	1.8	1.7	1.7	1.9	1.4	1.3	10	16.8	1.7
1	5	1.6	1.5	2.2	1.7	1.9	1.8	1.6	1.6	1.8	1.4	10	17.1	1.7
2	1	1.5	2.2	2.6	1.8	1.4	2.6	1.3	1.9	1.2	2.0	10	18.0	1.9
2	2	2.0	1.8	2.2	1.6	1.9	2.3	1.4	2.0	1.8	1.9	10	18.9	1.9

2	3	2.2	1.9	1.9	1.7	2.0	2.3	1.8	1.6	2.0	1.3	10	18.7	1.9
2	4	1.8	2.0	1.6	1.4	2.0	1.6	1.9	1.9	2.3	1.8	10	18.3	1.8
2	5	1.6	2.4	1.9	1.2	2.6	1.0	1.7	1.3	2.4	2.0	10	18.1	1.8
3	1	1.3	1.8	1.7	1.5	1.8	1.0	2.2	1.9	1.9	2.0	10	16.1	1.6
3	2	1.4	1.4	1.5	1.2	1.7	1.3	1.9	1.2	1.0	2.4	10	15.0	1.5
3	3	1.8	1.9	1.4	1.9	1.5	2.0	1.8	1.0	1.9	2.3	10	17.5	1.8
3	4	1.0	1.9	2.2	1.8	1.3	2.4	1.9	1.3	1.8	1.6	10	17.2	1.7
3	5	1.9	2.0	1.3	1.3	1.0	2.6	1.3	1.8	2.0	1.2	10	16.4	1.6
												Total 150	261.3	media 1.742

El peso promedio de las bostas depositadas sobre el piso de las salas de espera para el ordeño en época de lluvia fue de 2.00kg/animal/ defecación (tabla 10) y de un total de 1844 vacas controladas defecaron 890 para un 48.3% de vacas que excretaron durante este tiempo; por lo que el peso promedio que se depositó en las salas de espera para el ordeño en época de lluvia fue de 0.966 Kg. de excreta/vacas/día. Es de destacar que en nuestra región no se conocen trabajos realizados para determinar la cantidad de estiércol que depositan las vacas durante la espera para el ordeño. Solo Arteaga y Col (1993) determinaron este parámetro pero para conocer la cantidad de estiércol fresco que depositan las vacas durante el tiempo de permanencia en la nave de sombra, que es de 9 y 12 Kg/vaca en lluvia y seca respectivamente.

Al conocerse el peso promedio de excretas/vacas/día se puede calcular la cantidad de partículas de RZN que hay que depositar sobre el piso para una vaca, por varios días manteniendo la proporción de 3:1 estiércol: Roca Zeolítica.(Espinosa y col.2017).

Tabla 10.- Peso promedio de la Bostas en las épocas de lluvia.

Meses	Vaq #	Peso de las Bostas/vacas en una deyección										Total de vacas	Peso de las Bostas (Kg.)	Kg. /Vacas
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Junio	17	2.2	2.4	1.8	1.9	2.5	2.7	2.2	1.8	2.3	2.4	10	22.2	2.2
Junio	18	2.3	2.4	2.0	1.8	2.4	2.7	2.8	1.6	2.4	2.3	10	21.5	2.2
Junio	19	2.8	1.2	2.4	1.8	2.6	1.8	1.0	2.4	2.6	2.8	10	22.4	2.2
Junio	23	1.8	2.2	1.3	2.6	2.8	2.4	2.2	2.0	2.0	2.8	10	22.8	2.3
Junio	26	1.8	2.4	1.8	2.6	2.0	2.4	2.2	2.3	1.8	2.6	10	20.8	2.1
Agosto	17	1.0	1.3	1.6	2.2	2.4	2.0	1.8	1.6	1.3	2.6	10	18.1	1.8
Agosto	18	2.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	2.5	2.1	1.8	1.4	10	21.5	2.2
Agosto	19	2.2	2.3	1.4	2.4	2.3	2.6	1.8	1.5	2.2	2.4	10	22.5	2.3
Agosto	23	1.6	1.7	1.2	2.3	2.4	2.6	1.0	2.4	2.0	1.8	10	19.0	1.9
Agosto	26	2.8	1.3	1.2	1.0	2.0	2.3	2.4	2.6	2.0	1.5	10	19.1	1.9
Octubre	17	1.5	1.2	2.0	2.6	1.8	1.9	2.6	2.0	2.4	2.0	10	20.0	2.0
Octubre	18	2.3	2.1	1.0	1.2	1.6	2.3	2.4	1.8	2.2	2.3	10	19.2	2.0
Octubre	19	1.2	2.0	1.8	1.5	1.0	1.3	1.4	2.0	1.8	1.6	10	15.6	1.6
Octubre	23	1.8	1.7	1.8	2.0	1.2	2.6	2.0	1.8	1.5	1.8	10	18.2	1.8
Octubre	26	1.3	1.0	2.0	2.3	2.6	1.7	1.4	2.2	2.0	1.4	10	17.9	1.8
												150	300.08	media 2.000

Los resultados obtenidos con la suspensión del lavado diario al piso de las salas de espera para el ordeño y en su lugar realizar aplicaciones periódicas de partículas de RZN al piso, se pueden apreciar en la Tabla 11. Resalta el hecho que se dejaron de verter al medio 293.0 t de estiércol fresco, se ahorraron 45 625M³de agua y 6.51 Mw de electricidad. Estos resultados no tienen precedentes de comparación en toda la literatura consultada. En el anexo 1 se presenta el procedimiento para el uso de esta nueva tecnología.

Tabla.- 11.Resultado obtenido con la suspensión del lavado diario al piso de las salas de esperas para el ordeño.

Indicadores	Años					Total
	1	2	3	4	5	
Estiércol fresco dejado de verter (t)	67.4	60.4	74.75	72.75	17.7	293.0
Líquido contaminante dejado de verter y agua ahorrada.(M ³)	9125	9100	9050	9125	9100	45 625
Electricidad ahorrada (Mw)	1.155	1.155	1.155	1.155	1.180	5.8

CONCLUSIONES:

Se concluye que la aplicación del abono orgánico natural Zeofert) al campo:

- a) incrementó el rendimiento promedio de los diferentes cultivos más del 52%.
- b) Se logró el reciclaje de nutrientes al suelo y el mejoramiento químico del mismo en un área de 95 ha.
- c) Se disminuyó la presencia de moscas en más del 50% en el área de la vaquería.

Que la aplicación de partículas de Roca Zeolitica Natural al piso de las salas de espera para el ordeño y la suspensión del lavado diario:

- d) Se dejaron de verter 45 625 M³ de líquidos contaminantes con 293 toneladas de estiércol fresco al Rio Hanabanilla.
- e) Se ahorraron 5.8 Mw de electricidad y 45 600 M³ de agua.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda la utilización de estas dos tecnologías agroecológicas en vaquerías típicas.

BIBLIOGRAFIA

Arteaga, O. P. Muñoz y C. A Alfonso (1993). Las deyecciones de vacas lecheras. Influencia sobre la fertilidad del suelo y productividad de los pastos. Resultados Científicos Destacado. Año 1993. Instituto de Suelo. Habana 21p.

Arteaga, O.; W. Espinosa, Consuelo Hernández, A. Mojena y María del C. • • Martínez (1997). Manejo y aplicación del estiércol vacuno como fertilizante para pastos en suelos Pardos Grisáceos de Cuba. Agrotecnia de Cuba. 27 (1): 55 - 58.

Caballero, R.; E. Gandarilla, D. Pérez y D. Rodríguez (2000). Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos. Centro Agrícola. 4 Año 27.

Caballero, R.; J. Gandarilla, D. Pérez, O. Pacheco y M. Sánchez (2001). Efecto del humus de lombriz combinado con fertilización mineral en el cultivo del ají Chay. Centro Agrícola. 4. Año 28.

Casals C. 1988. Las zeolitas, mineral del siglo XX. de Holguín, 33. p.

Espinosa W. y O. Arteaga. (1999). Tecnología para la fabricación de fertilizante Organomineral Natural (Zeofert - III) en unidades pecuarias de la provincia de Cienfuegos. Resultado científico de la Estación Experimental de Suelos "Escambray". Barajagua. Cienfuegos. 12 p.

Espinosa W., O. Arteaga R. y Y. Bernal C. (2017). "Tecnología para la suspensión del lavado diario al piso de las salas de esperas para el ordeño en vaquerías típicas". Resultado Científico. UCTB de Suelos. Cienfuegos.

Espinosa W., O. Arteaga R. y Y. Bernal C. (2017). Uso de la Roca Zeolítica Natural para incrementar las producciones ecológicas de los cultivos agrícolas. VII Conferencia Internacional. Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible. CYTDES. 50 Aniversario. Universidad de Camagüey. Publicación
Floersch, M. y Floersch, M. (2004). Aplicaciones de Zeolitas en la Agricultura. <http://www.safetysnbzeolita.com/articulos.html>.

Lonwd. Ch. Esmeralda (2003) Regalo de las extrañas de la tierra. <http://www.Elhabanero.cubaweb.cu> (mayo/2003)

Malherbe, R 1988 Física- Química de las zeolitas. CENIC. MES. Habana. 294 p.

Miner. J. R. (1984) Use of natural zeolite in the treatment of animal wastes. P. 257-267. In W. J. Pond and F. A. Mumpton (ed) zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Westview Present. Boulder, C.

Triana C. J; E. Triana (1992). La zeolita más de cien formas de utilización y aplicación. Ciudad de la Habana. Editorial Ciencia y Técnica. 95p.

Anexo 1

Tecnología para la suspensión del lavado diario al piso de las salas de esperas para el ordeño en vaquerías típicas"

Procedimiento:

Aplicación de Roca Zeolítica Natural (RZN) al piso de la sala de espera para el ordeño.

Para aplicar la RZN al piso de la sala de espera para el ordeño, éste debe estar lo más limpio posible. Para esparcir la RZN sobre el piso se pueden utilizar vagones de construcción y palas manuales y lograr que la RZN quede esparcida lo más uniformemente posible sobre el piso. La aplicación de RZN al piso debe realizarse siempre antes de la entrada de los animales a la sala de espera para el ordeño. La RZN que se use para aplicar al piso debe tener una granulometría de 1-3 mm y estar lo más seca posible; por lo que ésta se debe almacenar bajo techo.

Calculo de la cantidad de RZN a aplicar sobre el piso de la sala de espera para el ordeño.

Para conocer la cantidad de RZN a aplicar sobre el piso de la sala de espera para el ordeño, por un periodo, es necesario disponer de los siguientes datos:

- 1- Total de vacas/días que van a ser ordeñadas en doble ordeño.
- 2- Cantidad de días que va a permanecer la RZN sobre el piso de la sala de espera para el ordeño sin recogerse.
- 3- La época en que se suspende el lavado diario al piso de la sala de espera para el ordeño.
 - En época de seca se utilizaran 0.193kg de RZN/ animal /día.
 - En época de lluvia se utilizaran 2.41kg de RZN/ animal /día.

Con estos datos y utilizando las siguientes fórmulas se puede calcular la cantidad de RZN que se necesitan.

Fórmula para la época de seca:

$$\text{RZN (Kg)} = \text{total de vacas} \times \text{total de días}^* \times 0.193.$$

Fórmula para la época de lluvia:

$$\text{RZN (Kg)} = \text{total de vacas} \times \text{total de días}^* \times 0.241.$$

* Se refiere a los días que el estiércol va a permanecer en el piso sin recogerse. Se sugiere que éste no sea mayor de 7 días (una semana)

Recolección del compost

La recolección del compost del piso de la sala de espera para el ordeño, se puede realizar con una palita de tracción animal ó con recogedores manuales y ser llevado al estercolero para su proceso de descomposición.