

**“USO DE LAS ZEOLITAS NATURALES BLOQUE TECNOLÓGICO  
EXPERIMENTAL DE LAS ZEOLITAS (BTEZ) DE LA ESPOL DEL CULTIVO  
DEL MAIZ (ZEA MAIZ L.)”**

Daniela Bajaña López<sup>1</sup>, Miguel Quilambaqui<sup>2</sup>, Claudia Ayala<sup>3</sup>

**RESUMEN**

Mediante un diseño de bloques completamente al azar, compuesto por cuatro repeticiones, se condujo un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de las zeolitas naturales del bloque tecnológico experimental de la zeolita (BTEZ) en el rendimiento del cultivo de maíz.

Se evaluó el comportamiento del cultivo con seis tratamientos distintos, entre los que están: Urea (219 Kg./Ha.), Urea (175,2Kg./Ha.) + zeolita (43,8 Kg./Ha.), Humus (16.000 Kg./Ha.), Humus (12.800 Kg./Ha.) + zeolita (3.200 Kg./Ha.), Zeolita (2.190 Kg./Ha.) y el Testigo absoluto.

Los mejores resultados se obtuvieron en la variable rendimiento, el tratamiento de urea al 100% (219 Kg./Ha.) presentó la mayor producción (5.980 Kg./Ha.), seguido del tratamiento urea (80%) + zeolita (20%) con una producción de (5.344 Kg./Ha.); estos a su vez muestran una factibilidad económica positiva. Y en la variable altura de planta, el tratamiento de urea, presentó el mayor índice (179.2 cm.). Se concluye que para las condiciones de éste ensayo resulta el tratamiento de urea al 100% quien presentó un mejor comportamiento demostrado.

**ABSTRACT**

By a design of completely randomized blocks, composed by four repetitions, an experiment was conducted in order to evaluate the effect of the natural zeolite from the technologic experimental block of the zeolite (BTEZ) in the productivity of the corn farming.

It was evaluated the characteristics of the farming with six different treatments, which are: Urea (219 kg./Ha), Urea (175.2Kg./Ha.) + zeolite (43.8 Kg./Ha.), Humus (16,000 Kg./Ha.), Humus (12,800 Kg./Ha.) + zeolite (3,200 Kg./Ha.), Zeolite (2,190 Kg./Ha.) and the zero chemical treatment.

The best results were obtained in the productivity variable, the 100% urea treatment (219 Kg./Ha.) showed the greatest production (5.980 Kg./Ha.), followed by the 80% Urea + 20% zeolite treatment with a 5,344 Kg./Ha. Production; at the same time they both showed a positive economic feasibility. In the plant height variable, the urea treatment showed the greatest index (179.2 cm). In conclusion, under this experiment, the 100% Urea treatment showed the greatest productivity.

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

## INTRODUCCIÓN

En el campo agropecuario en los últimos años el hombre ha tratado de buscar nuevas fuentes no sintéticas de nitrógeno y también de materiales o métodos que ayuden a un mejor aprovechamiento de éste elemento en el suelo. De ésta manera se ayudará a la conservación de los suelos agrícolas y a disponer de otra de nutrición para los cultivos.

Las zeolitas naturales se han utilizado en la Agricultura desde los años 60 en países como Japón y EE.UU. y a través de numerosos ensayos de campo se ha demostrado que incorporadas como aditivos en la fertilización pueden disminuir las pérdidas de nitrógeno en hasta un 60 %, sobre todo en suelos altamente permeables, debido a su alta capacidad de intercambio catiónico que les permite retener amonio, potasio y otros iones liberándolos lentamente en el suelo, reduciendo así el uso de fertilizantes y constituyendo una alternativa efectiva, fácil de emplear e inocua para el medio ambiente.

El uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos en la agricultura sobre todo de la urea, ha tenido efectos perjudiciales en las propiedades del suelo y su conservación, causando en muchos casos la acidificación de los suelos cultivables, pérdida de la materia orgánica hasta llegar a la pérdida de la capa arable, dejando así cientos de áreas antes cultivadas en total desertificación.

Al momento, son pocos o escasos los estudios que existen en el país sobre la búsqueda de alternativas ecológicas, en la utilización de fuentes naturales que ayuden a un mejor aprovechamiento y conservación de los nutrientes en el suelo, para un mejor desarrollo de los cultivos agrícolas.

Con el objeto de proponer alternativas ante éste problema se llevó a cabo éste ensayo, el mismo que propone los siguientes objetivos:

### **General.**

Evaluar el efecto de las zeolitas naturales en el rendimiento del cultivo de maíz.

### **Específicos.**

- Determinar si con la aplicación de zeolitas se puede disminuir las cantidades de fertilizantes nitrogenados y abonos naturales en el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto del uso de urea en el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto de humus en el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto combinado del uso de urea mas zeolita en el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto combinado del uso de humus más zeolita en el cultivo de maíz.
- Analizar la factibilidad económica del uso de zeolita en la fertilización del cultivo de maíz.

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

## CONTENIDO

### MATERIALES Y METODOS

#### 1. Ubicación del ensayo

El presente proyecto se llevó a cabo en los terrenos del Campo Experimental de Enseñanza Agropecuaria de la ESPOL (CENAE), de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la FIMCP, en el Campus Gustavo Galindo, ubicado en el kilómetro 30,5 de la vía perimetral, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

#### 2. Materiales usados

**2.1 De campo:** Cañas, pintura, cinta, balde, machete, pala, sacos, rótulos de identificación, fundas plásticas de 10 x 20 cm. Entre los insumos se utilizaron 35 Kg. de zeolita natural del BTZE, 185 Kg. de humus de lombriz marca Nacaro, 2,52 Kg. de urea (46% de N), 1 Kg. de semillas de maíz híbrido Pacific 9205 y 1 l de insecticida karate.

**2.2 De laboratorio:** balanza de precisión, marca Ohaus, capacidad 510 g. Kit SIW-1 de análisis de suelo, marca Hach, molino de discos, tamiz de granulometría 5 mm, cámara digital, marca Sony Cyber Shot, estufa marca Binder.

#### 3. Metodología y manejo de la investigación

Este ensayo se realizó bajo un modelo experimental de diseño de bloques completos al azar;

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

El diseño está constituido por 6 tratamientos y 4 repeticiones, en un área de 551 m<sup>2</sup>. Los tratamientos y sus dosis se determinaron en base a un análisis químico de suelo, efectuado con anterioridad en el lugar del ensayo.

**TABLA I: DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y DOSIS**

Tratamiento	Detalle	Dosis Tn/Ha	Dosis kg/16m <sup>2</sup>	Dosis x 4 Rept.	Fert./Zeolita (Kg.)
T1	Urea	0,219	0,35	1,4	1,4
T2	Urea 80% + zeolita 20%	0,219	0,35	1,4	1,12/0,28
T3	Humus	16	25,6	102,4	102,4
T4	Humus 80% + zeolita 20%	16	25,6	102,4	82/20,4
T5	Zeolita	2,19	3,5	14	14
T.A.	Testigo	0	0	0	0

Fuente : Daniela Bajaña López. 2005

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

### **3.1 Instalación del ensayo**

#### **3.1.1 Extracción de la zeolita**

El primer paso para dicho ensayo, fue la obtención de la zeolita natural. Se extrajo la zeolita del Bloque Tecnológico Experimental de la Zeolita (BETZ), ubicada en el Campus Gustavo Galindo. Se recogieron 5 sacos de 50 Kg. cada uno., con pequeñas rocas de entre 0,5 a 1 kilogramo.

Se llevó a la zeolita al proceso de molienda y al tamizado, obteniéndose zeolita con una granulometría de 1-3 mm. Este proceso se lo realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Tierra.

#### **3.1.2 Análisis de suelo**

Antes de instalar el ensayo, se realizó la toma de una muestra de suelo del lugar. El análisis fue realizado en el Laboratorio de Análisis Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador. Con ésta información se estableció las recomendaciones para cada tratamiento definido. El tipo de suelo del ensayo, fue de textura arcillosa.

#### **3.1.3 Preparación del suelo**

La preparación del suelo consistió en un pase de romplot con el tractor del parque tecnológico de la ESPOL. Se procedió al surcado del terreno cada 0,80 metros entre hilera, luego se estaquillaron las parcelas para su delimitación, de acuerdo al diseño experimental. Se aplicó un riego antes de la siembra. El sistema de riego es por gotero cada 0,20 metros.

#### **3.1.4 Siembra**

Se llevó a cabo la siembra del híbrido Pacific 9205, en un área de 551m<sup>2</sup>. La siembra fue manual con un espeque, depositando 1 semilla por sitio a una distancia de 0,20m entre planta y a 0,80m entre hilera, obteniendo una población de 2.400 plantas/551m<sup>2</sup>.

#### **3.1.5 Manejo cultural del cultivo**

Durante el desarrollo del ensayo se efectuó el manejo cultural del cultivo, considerando las siguientes actividades:

- Riego por goteo, 3 veces por semana. Se utilizó una cantidad de 52m<sup>3</sup> de agua por cada riego.
- Deshierba manual, se realizaron cada 15 días.

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

### **3.1.6 Manejo Fitosanitario**

Debido a la infestación del gusano cogollero en un nivel del 30%, se hizo una aplicación del producto Karate, insecticida de categoría ligeramente tóxica, en todas las unidades experimentales.

### **3.1.7 Aplicación de los tratamientos**

Las dosis de cada tratamiento, fueron divididas en 2 partes iguales, para ser aplicadas, la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda a los 45 días después de la siembra, para un mejor aprovechamiento de los sustratos utilizados por la planta.

### **3.1.8 Cosecha**

Al finalizar el ciclo del cultivo, a los 110 días después de la siembra con una humedad del 20%, se procedió a la cosecha de todos los tratamientos, etiquetándolos. La cosecha se la secó en el tendal del CENAE para tener la humedad deseada (8-12%) y así evitar problemas fitosanitarios.

## **3.2 Toma y análisis de muestras de suelo**

Antes de la segunda aplicación de los tratamientos y al finalizar el ciclo del cultivo, se tomaron muestras de suelo para su posterior análisis, de cada unidad experimental, es decir en la etapa media del cultivo y en la finalización del ensayo, con el objeto de evaluar en que condiciones físico químicas quedó el suelo después del ensayo.

## **3.3 Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, se procedió al análisis de suelo de las muestras tomadas anteriormente, con la ayuda de un kit de análisis de suelo marca Hach (26). Cada muestra se trabajó independientemente. Se trituró cada muestra de suelo seco, y se pasó por un tamiz para obtener solo partículas de 2 mm.

Con ese material final se pudo determinar el pH, salinidad, acidez, nitrógeno y fósforo. Para calcular la Capacidad de intercambio catiónico, se determinó la cantidad de potasio, Calcio + Magnesio, Sodio y requerimiento de cal existente en el suelo (26).

## **3.4 Medición de variables**

Entre las variables evaluadas en éste ensayo se encuentran:

- Rendimiento (Kg/ha)
- Altura de planta (cm)
- Diámetro de tallo (cm)

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

- Longitud de la mazorca (cm)
- Diámetro de la mazorca (cm)
- Número de granos de mazorcas
- Peso de las mazorcas (g)
- Peso de granos por mazorca (g)
- Peso seco del follaje (lb)
- Rendimiento (Kg/Ha)

### 3.5 Análisis de datos

Los datos obtenidos de todas las variables fueron analizados mediante el análisis de varianza (ADEVA). Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al nivel de 5 % de probabilidad ( $P \leq 0.05$ ), el programa estadístico utilizado fue el SAS Institute, versión 2001. Los gráficos estadísticos y las regresiones fueron elaborados con el programa estadístico SigmaPlot 2000.

### 3.6 Análisis económico

El análisis económico se lo realizó mediante el método de análisis de presupuestos parciales del CIMMYT. El análisis consta de tres fases básicas para llegar a recomendar los tratamientos económicamente rentables, estos son: Análisis de presupuestos parciales, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.

## 4 Análisis de resultados

### 4.1 Rendimiento

En el análisis de varianza se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos con respecto a la variable rendimiento, es decir se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se acepta la hipótesis alternativa que al menos un tratamiento es diferente (Tabla II).

**Tabla II: Análisis de varianza del rendimiento en el cultivo de maíz con 6 tratamientos. CENAE 2004**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Pr > F
Total	23			
Tratamiento	5	13585960.3	2717192.1	0.0064**
Repetición	3	1051949.3	350649.8	0.59 NS
Error Experimental	15	8026521.1	535101.4	

Coefficiente de Variación = 15.37%

Media general = 4.760,19 Kg/Ha

Media nacional = 2.370 Kg/Ha

\*\* = Altamente significativo 5 % de probabilidad

\* = Significativo 5 % de probabilidad

N.S = No significativo

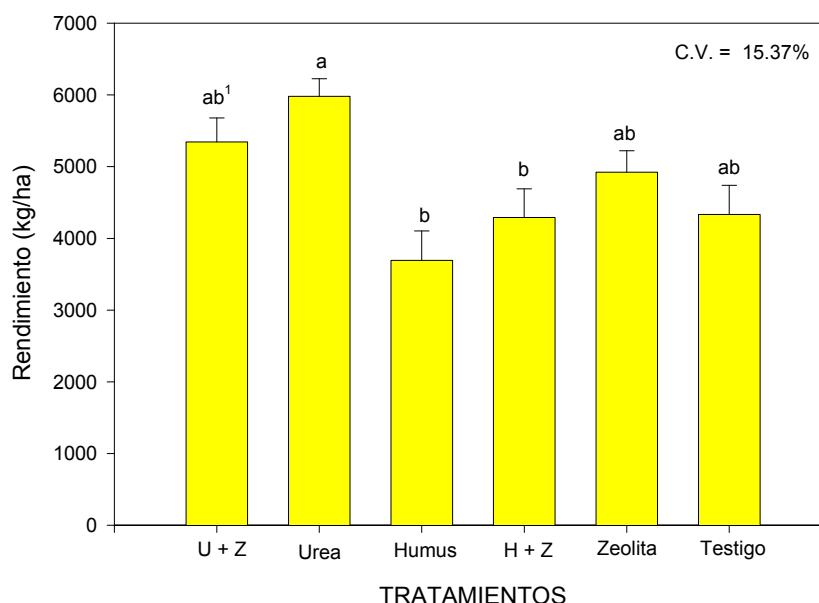
<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

**Tabla III: Separación de medias de la variable rendimiento evaluada con Tukey al 5%**

Grupo	Promedio (kg/Ha)	Tratamiento	# de repeticiones
A	5.980	Urea	4
B A	5.344	Urea + Zeolita	4
B A	4.920	Zeolita	4
B A	4.333	Testigo	4
B	4.291	Humus + Zeolita	4
B	3.693	Humus	4



<sup>1/</sup> Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre si (Tukey 0.05).

**Figura 1: Rendimiento de los 6 tratamientos con sus diferencias estadísticas.**

## 4.2 Altura de planta

Los datos se tomaron cada 15 días de la edad del cultivo. Sólo a los 60 días de edad de cultivo, al realizar el análisis de varianza, se observó que existen diferencias significativas entre tratamientos.

**Tabla IV: Análisis de varianza de altura de planta en el cultivo de maíz con 6 tratamientos CENAE 2004 (4<sup>ta</sup> Lectura)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Pr > F
Total	23			
Tratamiento	5	1744.0	348.8	0.09*
Repetición	3	310.1	103.4	0.57N.S
Error Experimental	15	2220.4	148.0	

Coefficiente de Variación = 7.3%    \*\* = Altamente significativo 5 % de probabilidad  
 \* = Significativo 5 % de probabilidad  
 N.S = No significativo

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

**Tabla V: Separación de medias de la variable altura de planta evaluada con Tukey al 5%**

Grupo	Promedio (cm)	Tratamiento	# de repeticiones
A	179.2	Urea	4
B A	171.4	Urea + Zeolita	4
B A	168.8	Zeolita	4
B A	166.0	Testigo	4
B A	165.8	Humus + Zeolita	4
B	150.8	Humus	4

En las variables diámetro del tallo, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de granos por mazorca, peso de las mazorcas, peso de granos por mazorca y peso seco del follaje, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, es decir se acepta la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el ensayo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La zeolita natural del Bloque Tecnológico Experimental de Zeolita (BTEZ), clinoptalolita tiene un efecto positivo en el rendimiento del cultivo del híbrido de maíz Pacific 9205. Se obtuvieron mejores resultados en el rendimiento del cultivo con los tratamientos urea, urea + zeolita y zeolita.
2. Se pudo reemplazar el 20% de la cantidad recomendada de urea con la zeolita natural, obteniendo un rendimiento (5.344 Kg./Ha.) por encima de la media nacional (2.370 Kg./Ha), pero no llegó a igualar al rendimiento que se tiene usando la dosis recomendada de urea (5.980 Kg./Ha.).
3. Estadísticamente el tratamiento de urea al 100% (219 Kg./Ha.) presentó el mayor rendimiento (5.980 Kg./Ha.) y la altura de planta de mayor tamaño (179.2 cm.) a los 60 días de edad del cultivo.
4. El efecto combinado de urea más zeolita al 20%, en las variables de rendimiento y altura de planta obtuvo niveles altos, numéricamente por debajo de lo obtenido con el tratamiento de urea al 100%, pero compartiendo el mismo grupo.
5. El efecto de los tratamientos de humus y de humus mas zeolita al 20% en la fertilización del cultivo de maíz no fue óptimo ya que alcanzó rendimientos por

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999



debajo de los obtenidos con el testigo absoluto, 3.693Kg./Ha. y 4.291Kg./Ha., respectivamente.

6. Económicamente los tratamientos de urea y urea más zeolita en comparación al testigo absoluto, alcanzaron tasas de retorno marginales muy por encima de las tasas del mercado, superando ambas el 200%, es decir que por cada dólar invertido, se recupera la inversión y se tiene una ganancia mayor a los \$2. Entre las tasas de ambos tratamientos hay una diferencia, siendo la mas alta la del tratamiento de urea al 100%.
7. Se encontró una pequeña acidificación del suelo en todas las unidades experimentales entre el primer análisis hecho en la etapa media del cultivo y el segundo análisis realizado en la etapa final del cultivo, el pH cambio de 7.1 a 6.2 respectivamente.
8. En las unidades experimentales donde se usaron los tratamientos adicionados con zeolita, se encontró en los análisis una mayor cantidad de Nitrógeno en el suelo al finalizar el ensayo, comprobando así su propiedad química de ácido-base, es decir que se asocia y retiene a otros elementos.

## **RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones mencionadas anteriormente, se muestran las siguientes recomendaciones:

1. Realizar un nuevo ensayo descartando los tratamientos que no presentaron diferencias significativas en las variables evaluadas, entre ellos los tratamientos humus, humus más zeolita y zeolita al 100%.
2. Que los tratamientos propuestos sean a base de combinaciones de urea y zeolita en diferentes proporciones, porcentajes que estén por encima del 20% que fue el utilizado en este ensayo, ya que en el mismo, ese porcentaje no alcanzó los mismos rendimientos que el tratamiento de urea al 100%.
3. Utilizar una zeolita 100% pura, es decir que pase por un proceso de selección, en el que no contenga otro tipo de material (arcilla) como lo fue la utilizada en éste ensayo, al trabajar con zeolita del Bloque Tecnológico Experimental de Zeolita (BTEZ), sin ningún tipo de purificación.

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

## BIBLIOGRAFÍA

1. F. Cabot , Propiedades y aplicaciones de las zeolitas. México.
2. L. Servin, 2003, Metalurgia de minerales no metálicos, <http://www.monografias.com/trabajos/zeolitas/zeolitas.shtml>
3. F. Morante, Proyecto geominero de zeolitas naturales en el campus politécnico Gustavo Galindo. (Tesis, Facultad e Ingeniería en Ciencias de la tierra, Escuela Superior politécnica del Litoral, 2002)
4. P. Bosh e I. Schifter, 2002, Qué es una zeolita en el laboratorio de análisis. <http://www.omega.ILCE.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/55/htm/>
5. J. Castellanos S. Las zeolitas, contribución al desarrollo sostenible
6. Anónimo, 2001, Mejora de la capacidad fertilizante del estiércol tratándolo con zeolita. <http://www.ars.usda.gov/is/2001/011003.htm>
7. J. C. Romero, 2000. Informe final del proyecto sustratos ecológicos a base de zeolitas naturales.
8. Sofety Sorb, 2000. 101 fantásticos usos para la zeolita
9. M. Quilambaqui, C. Ayala y F. Morante, 2003. Efecto de las zeolitas naturales en el cultivo de frejol en condiciones de vivero.
10. A. Arias, Indicadores urbanos ciudad de Guayaquil, (Mundo Gráfico, 2002), pp.27.
11. Mumpton, F. A. & Ormsby, W. C. (1976) Clays Clay Miner, pp.24.
12. National Academy of Sciences colloquium. Geology, Mineralogy, and Human Welfare held. 1998. <http://www.pnas.org/cgi/content/full/>
13. Amethyst Galleries, 1999-2000. <http://mineral.galleries.com/minerals.htm>
14. F. Morante. Las Zeolitas de la Costa de Ecuador (Guayaquil): Geología, Caracterización y Aplicaciones. (Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, 2004) pp. 122, 125, 139, 147
15. M. Quilambaqui, C. Ayala, F. Morante. Usos de las zeolitas naturales. VLIR-ESPOL, 2002
16. CIPIMM-Cuba. Aplicación de la zeolita en diversas ramas de la ciencia

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999

17. E. Campos. Planta zeolítica para abastecimiento de agua en zonas de desastre. Universidad Autónoma de Puebla
18. W. Pond, Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Acuaculture (International Comitee on Natural Zeolites, New York, 1994), pp 95-105, 449-454
19. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz3.asp>
20. <http://www.agripac.com.ec/cultivos/maiz.htm>
21. D. Parsons M. Sc., Manuales para educación agropecuaria, Maíz (2da. Edición, Editorial Trillas)
22. SUQUILANDA, M, Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro, UPS ediciones, Quito, 1997
23. [http://www.agripac.com.ec/agr\\_divisiones\\_agricola.asp](http://www.agripac.com.ec/agr_divisiones_agricola.asp)
24. F. García, 2002. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. <http://www.elsitioagricola.com/articulos/garcia/Criterios.asp>
25. J. Lorente, 1997. Biblioteca de la Agricultura (1ra. Edición, Editorial Lexus), pp 472
26. SIW-1 Soil and Irrigation water manual, 1992. Hach Company.
27. BRECK, D. W. (1974) Zeolite Molecular Sieve, John Wiley and Sons, New York, 771 pp.
28. <http://www.ecuaquimica.com/home1.htm>
29. CIMMYT, 1989. Análisis de presupuesto parciales, pp 1-54

---

Ing. Miguel Quilambaqui  
VISTO BUENO

<sup>1</sup>Egresada de Ingeniería Agropecuaria, ESPOL, 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, 1997. Maestría en fitopatología, Colegio de Post-graduados, México, 2002. Profesor de ESPOL desde 1998

<sup>3</sup>Ingeniera Agrónoma, Universidad Agraria del Ecuador, 1999