

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán, provincia del Carchi”

"Evaluation of three doses of zeolite to optimize crop yield of strawberry (*Fragaria x ananassa*) in the canton Tulcán, Carchi province"

(Entregado 24/06/2016 – Revisado 10/07/2016)

	<p>Diana Carolina Rivadeneira Santacruz</p> <p>Universidad Politécnica Estatal del Carchi- Ecuador Egresada de Ingeniería en Desarrollo Integral Agropecuario. dianitacs@hotmail.com</p>
---	--

Universidad Politécnica Estatal del Carchi- Ecuador
info@upec.edu.ec

Resumen

*Con el objetivo de optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*) se evaluó la aplicación de tres dosis de zeolita.*

Se usó un diseño de bloques completos al azar en un área total de 558m², se implantaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones en un terreno ubicado en el cantón Tulcán, provincia del Carchi Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento # 1 (T1) = 100 g de zeolita/m² equivalente a 1 t/ha, Tratamiento #2 (T2) = 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha y Tratamiento # 3 (T3) = 300 g de zeolita/ m² equivalente 3 t/ha y el Tratamiento # 4(T4) fue el testigo sin zeolita. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de prendimiento de plántula, número de flores por planta, número de frutos por planta, rendimiento por categoría, rendimiento total y el costo beneficio de cada tratamiento.

Bajo estos parámetros el mejor tratamiento es el T2 ya que obtuvo los más altos rendimientos en la categoría extra, categoría “1” y en el rendimiento total. En la categoría extra se obtuvo rendimiento de 2470,17 kg/ha con el T2, que es mucho mayor comparado con el rendimiento obtenido por el T4 testigo sin zeolita que fue de 1583,8 kg/ha. En la categoría “1” se obtuvo rendimiento de 1301,53 kg/ha con el T2 que en este caso también es mayor al rendimiento de testigo que fue de 643,19 kg/ha. En el rendimiento total el T2 nuevamente presenta los más altos rendimientos comparado con el T4, estos fueron 4554,16 kg/ha y 2979,95 kg/ha respectivamente.

Según el análisis costo beneficio el T2 obtuvo el mejor resultado al presentar un índice de 2,43 y el T4 obtuvo un índice de 1,59

Palabras Claves: Zeolita, fresa

Abstract

*The objective of this study was to evaluate the use of different doses of zeolite as a means to yield optimization of strawberry crops (*Fragaria x ananassa*).*

The study design consisted in implementing four treatments in four repetitions with zeolite in randomized complete blocks to be applied in a growing area totaling 558m² located in Tulcán, Carchi Province, Ecuador.

The evaluated treatments included: Treatment #1 (T1): 100 g of zeolite/m² equivalent to 1 t/ha, Treatment #2 (T2): 200 g of zeolite/m² equivalent to 2 t/ha y Treatment #3 (T3): 300 g of zeolite/ m² equivalent to 3 t/ha; Treatment #4 (T4) was the negative control (zeolite was not applied). The assessed variables included: Proportion of seeds planted that emerge as seedlings under field conditions, number of floral points per plant, number of fruits per plant, yield per category, total yield, and the cost – benefit of each treatment.

Under such parameters, the best treatment was T2 since it got the highest yield in the categories: extra, 1 or super and in total performance. In the Extra category, a total yield of 2470,17 kg of strawberries per ha was obtained with T2, which is much bigger compared to the yield obtained in the negative control crop T4 which only produced 1583,8 kg of strawberries/ha. In the category “1” the yield was 1301,53 kg of produce/ha with the T2 vs T4 (control crop): 643,19 kg/ha. Regarding total yield, the performance of the crops in T2 was again much higher compared to T4 with productions of 4554,16 kg/ha and 2979,95 kg/ha respectively.

What is more, in the cost-benefit analysis the T2 group was also superior with a 1,59 index.

Keywords: *strawberries, zeolite*

1. Introducción

La agricultura en el Ecuador y de manera puntual en la provincia de Carchi, constituye una de las principales actividades de sus habitantes.

El cultivo tradicional y más importante de la provincia es la papa, luego está el fréjol seco, la cebada, el maíz suave, la arveja, la cebolla, haba y algo de trigo. (MCPEC, 2011, pág. 21). A pesar de que el cultivo de papa es el de mayor importancia económica en la provincia, en ocasiones ha provocado que pequeños productores enfrenten pérdidas en su inversión debido a la inestabilidad del precio y a la presencia de gran cantidad de plagas y enfermedades propias de este cultivo. El monocultivo de papa constituye una práctica que provoca la degeneración de los suelos, que es una de las causas de la pérdida de aptitud del suelo.

La fresa es un cultivo que puede adaptarse a las características climáticas del cantón Tulcán y por tanto constituirse como una alternativa de sustento económico para los agricultores ya que esta fruta es muy atractiva al mercado local, nacional e internacional. En la provincia son muy escasos los cultivos de fresa y se han limitado a pequeñas extensiones en huertos familiares únicamente para autoconsumo y con variedades silvestres no comerciales.

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

La zeolita es un mineral volcánico cuyas cualidades físicas contribuyen a mejorar las características del suelo lo que influye en optimizar la absorción de nutrientes por parte de las plantas y por lo tanto mejora el rendimiento.

En general, el uso de zeolitas no solo eleva el nivel de las cosechas, sino que también mejora la germinación de las semillas y eleva la estabilidad de las planta respecto a las enfermedades. (Nikolaev, 1997, pág. 8)

En esta investigación se evaluará tres dosis de zeolita en el cultivo de fresa con la finalidad de establecer una cantidad adecuada para optimizar el rendimiento productivo.

2. Materiales y métodos

El ensayo fue implantado en un terreno privado ubicado en el Barrio San Francisco al norte de la ciudad de Tulcán. El área del terreno es de 714m² el terreno es plano y con forma rectangular. Está totalmente cerrado con paredes de adobe. Se encuentra a una altitud de 2980 m.s.n.m.

El factor en estudio es la aplicación de zeolita en el cultivo de fresa. Los tratamientos fueron las tres diferentes dosis de zeolita y un testigo absoluto sin zeolita.

T1= 100 g de zeolita/m² equivalente a 1 t/ha

T2= 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha

T3= 300 g de zeolita/ m² equivalente 3 t/ha

T4= 0 gr de zeolita/m²

Se realizó un experimento donde se adoptó un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A). Consta de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, es decir dieciséis unidades experimentales.

Tabla 1: Características del ensayo

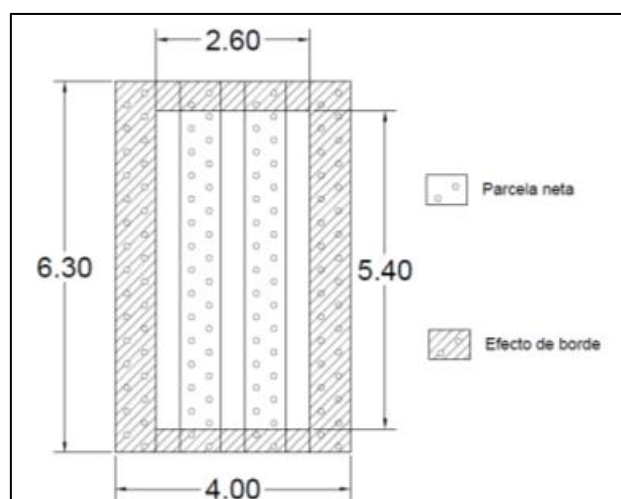
	Largo	Ancho	Área
Terreno	34,5 m	21,17m	730,37m ²
Experimento	31 m	18 m	558m ²
Bloque	14,9 m	8,6m	128,1 4m ²
Unidad experimental	6,30 m	4m	25,2 m ²
Parcela neta	5,4 m	2,6m	14,4 m ²
Camas	6,3 m	0,7m	4,41 m ²
Área de caminos		184,96 m ²	
Distancia entre camas		0,4m	
Distancia entre plantas		0,4m	
Distancia entre hileras		0,3m	

Gráfico 1: Distribución de los tratamientos

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

R1	R2	R3	R4
T1	T4	T3	T2
T2	T3	T4	T1
T4	T1	T2	T3
T3	T2	T1	T4

Gráfico 2: Características de la unidad experimental



Las variables evaluadas fueron:

Prendimiento de plántulas. Fue evaluado el número de plantas vivas frente al número total de plantas por cada unidad experimental, expresado en porcentaje

Floración: Se seleccionó y marcó 10 plantas sanas y bien formadas, se contó el número de flores por planta a los 63 días del trasplante

Fructificación: De las mismas plantas marcadas en la floración se contó el número de frutos por planta a los 91 días del trasplante.

Rendimiento por categoría: Se cosechó los frutos que presentaban una madurez mayor al 80 % dentro de la parcela neta, luego se clasificó y pesó en tres categorías.

Categoría extra frutos de gran tamaño y bien formados; categoría 1 o súper frutos de tamaño medio y bien formados; categoría 2 frutos pequeños y con malformaciones. Se tomó datos de 10 cosechas, 2 semanales.

Rendimiento total: Se sumó el peso total de las 10 cosechas en todas las categorías.

Costo - beneficio: Se realizó el análisis para ver la conveniencia de los tratamientos según costo de producción y precios de mercado.

MATERIALES

Plantas de fresa, variedad	Regla
Albión	Balanza
Letreros	Flexómetro
Herramientas de labranza	Piola
Bomba de fumigar	Estacas
Fungicidas	Recipientes de cosecha
Fertilizantes	Computadora
Insecticidas	Impresora
Herbicidas	Flash Memory
Tanques y plataforma	Calculadora
Tuberías y cintas de goteo	Cámara digital
Libreta de apuntes	

3. Resultados y discusión

3.1. Prendimiento de plántulas a 10 días del trasplante.

Después de realizar el Análisis de varianza (tabla 2) para el porcentaje de prendimiento de las plántulas no se observan diferencias estadísticas, con un coeficiente de variación aceptable del 2,85% y una media de 96,36%. Esto debido a que las plantas provenían de un vivero, sus condiciones eran óptimas al momento del trasplante por lo que presentaron óptimo prendimiento tal y como se esperaba.

Tabla 2: Análisis de varianza de prendimiento de plántulas los 10 días de trasplante (%)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	126,36	15				
Bloque	9,4	3	3,13 ns	0,41	3,86	6,99
Trat.	48,96	3	16,32 ns	2,16	3,86	6,99
Error.	68	9	7,56			

Sumatoria Total: 1541,70 **CV:** 2,85% **Media:** 96,36%

Floración a los 63 días del trasplante bajo la influencia de zeolita.

Según el Análisis de varianza (tabla 3) aplicado al número de flores por planta, no se presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 15,41% y la media de 4,16 flores por planta. El número de flores es muy bajo al haber sido contadas a los 63 días luego de varias semanas el número de flores se ha incrementado. Las diferentes dosis de zeolita no influyeron de manera considerable en el número de flores.

Tabla 3: Análisis de varianza para número de flores por planta a los 63 días del trasplante

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	9,74	15				
Bloque	5,3	3	1,77*	4,32	3,86	6,99
Trat.	0,73	3	0,24ns	0,59	3,86	6,99
Error.	3,71	9	0,41			

Sumatoria Total: 66,50 **CV:** 15,41% **Media:** 4,16 flores/planta

Fructificación a los 91 días del trasplante bajo la influencia de zeolita:

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

Luego de realizar el Análisis de varianza (tabla 4) en el número promedio de flores por planta, no se registra diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Con un coeficiente de 18,15% que se considera aceptable, la media fue de 3,31 frutos por planta. Los frutos se contaron cuando llegaron a un 50% de formación por los que el promedio es más bajo al del número de flores puesto que muchos estaban apenas empezando a formarse.

Tabla 4: Análisis de varianza para número de frutos por planta

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	10,23	15				
Bloque	5,64	3	1,88*	5,22	3,86	6,99
Trat.	1,35	3	0,45 ns	1,25	3,86	6,99
Error.	3,24	9	0,36			

Sumatoria Total: 52,90 **CV:** 18,15% **Media:** 3,31frutos/planta

La zeolita desarrolla su mayor potencial a partir de los cuatro meses de su aplicación (Tipaz; 2015) por lo que no tuvo influencia en el número de flores y frutos antes de este tiempo

3.2. Categoría Extra:

En el Análisis de varianza (Tabla 5) para el rendimiento en la categoría extra podemos observar que existe una diferencia significativa al 5% entre los tratamientos evaluados. La media encontrada es de 1944,70 kilogramos por hectárea de frutos de categoría extra. Se presentó una diferencia significativa en los bloques debido a que al haber una leve pendiente en el terreno los 2 bloques ubicado en la parte más baja presentan mayor rendimiento.

Tabla 5: Análisis de varianza para el rendimiento categoría extra

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	4643936,53	15				
Bloque	2135814,48	3	711938,16**	8,35	3,86	6,99
Trat.	1741166,84	3	580388,95 *	6,81	3,86	6,99
Error.	766955,21	9	85217,25			

Sumatoria Total: 31115,13 **CV:** 15,01% **Media:** 1944,70 kg/ha

La prueba de tukey (Tabla 6) otorga 3 rangos a los tratamientos, en el rango A se encuentra el T2= 200 g de zeolita/m²; en el rango A B tenemos al T1= 100 g de zeolita/m²; y en el rango B se ubican los tratamientos: T3= 300 g de zeolita/ m² y el T4= 0 g de zeolita/ m².

Tabla 6: Prueba de Tukey para rendimiento categoría extra

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200 g de zeolita/m ²	2460,17	A
T1= 100 g de zeolita/ m ²	1984,42	A B
T3= 300 g de zeolita/ m ²	1750,40	B
T4= 0 gr de zeolita/m ²	1583,80	B

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

El tipo de zeolita utilizada es la clinoptilolita, que es rica en potasio (Bajaña, 2005, pág. 12). Además intercambia fácilmente a los iones calcio y potasio (Flores, 2006, pág. 6). El potasio es vital para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, y no solo aumenta los rendimientos de los cultivos, sino que también beneficia muchos aspectos de la calidad del cultivo. (Imas, 2009, pág. 1).

Un adecuado suministro de potasio permitirá mantener la función de las hojas a lo largo del desarrollo de los frutos y contribuirá al aumento del rendimiento y acumulación de sólidos solubles en frutos en el período de cosecha.

En esta categoría el mejor tratamiento fue el T2= 200g de zeolita/m² con un rendimiento de 2460,17 kg/ha superando considerablemente al cultivo testigo que presentó una producción de 1583,8kg/ha.

3.3. Categoría 1 o súper.

En el Análisis de varianza (tabla 7) realizado para el rendimiento en la categoría 1 se observa que existen diferencias altamente significativas al 1% y al 5%. La media encontrada es de 933,19 kilogramos por hectárea.

Tabla 7: Análisis de varianza para rendimiento categoría 1

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1208624,63	15				
Bloque	90456,6	3	30152,20 ns	1,36	3,86	6,99
Trat.	917980,02	3	305993,34**	13,76	3,86	6,99
Error.	200188,01	9	22243,11			

Sumatoria Total: 14930,98 **CV:** 15,98%

Media: 933,19 kg/ha

La prueba de Tukey aplicada para el rendimiento en la categoría 1 da a los tratamientos dos rangos, en el rango A se ubica el T2= 200 g de zeolita/m², en el rango B ubica a los tratamientos: T1= 100 g de zeolita/ m², T3= 300 g de zeolita/ m² y T4= 0 gr de zeolita/m².

Tabla 8: Prueba de Tukey para rendimiento categoría 1

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200 g de zeolita/m ²	1301,53	A
T1= 100 g de zeolita/ m ²	951,68	B
T3= 300 g de zeolita/ m ²	836,34	B
T4= 0 gr de zeolita/m ²	643,19	B

El mejor tratamiento es el T2= 200 g de zeolita/m² que con un rendimiento de 1301,53 kg por hectárea supera por más del doble al testigo T4= 0 gr de zeolita/m² que presentó un rendimiento de 643,19 kg por hectárea.

En cuanto a los tratamientos T1 y T3, también fueron superiores al tratamiento sin zeolita, aunque con diferencias no tan drásticas.

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

3.4. Categoría 2.

De acuerdo al Análisis de varianza (tabla 9) realizado para el rendimiento de la categoría 2, no hay diferencias significativas. El coeficiente de variación es de 15,15% y la media de 825,01 kg por hectárea.

En cuanto al rendimiento de la categoría 2 el mejor tratamiento es el T3= 300 g de zeolita/ m² obteniendo un rendimiento de 986,30 kg/ha. A pesar de que el T4= 0 gr de zeolita/m² presenta el menor rendimiento que es de 752,96 kg/ha, este es muy cercano a los valores obtenidos en T2 y en T1.

Tabla 9: Análisis de varianza para el rendimiento categoría 2

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	342333,41	15				
Bloque	59727,46	3	19909,15	1,27 ns	3,86	6,99
Trat.	141917,66	3	47305,89	3,03 ns	3,86	6,99
Error.	140688,29	9	15632,03			

Sumatoria Total: 13200,10 **CV:** 15,15%

Media: 825,01kg/ha

3.5. Rendimiento total.

En el rendimiento total se determinó mediante el análisis de varianza (Tabla 10) que existe diferencias significativas entre los tratamientos. La media es de 3702,89 kg/ha.

Tabla 10: Análisis de varianza para rendimiento total

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	9260234,63	15				
Bloque	3802992,43	3	1267663,86**	28,48	3,86	6,99
Trat.	5056652,87	3	1685550,96**	37,87	3,86	6,99
Error.	400590,19	9	44510,02			

Sumatoria Total: 59246,19 **CV:** 5,70%

Media: 3702,89 kg/ha

Según la prueba de Tukey, los tratamientos se diferencian en tres rangos, en el rango A tenemos el T2= 200 g de zeolita/m², en rango B el T1= 100 g de zeolita/ m² y T3= 300 g de zeolita/ m² en el rango C el T4= 0 gr de zeolita/m².

Tabla 11: Prueba de Tukey para el rendimiento total

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200gr de zeolita/m2	4554,16	A
T1= 100gr de zeolita/m2	3704,4	B
T3= 300gr de zeolita/m2	3573,04	B
T4= 0gr de zeolita/m2	2979,95	C

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

El mejor tratamiento es el T2= 200 g de zeolita/m² con un rendimiento de 4554,16 kg/ha y la diferencia es alta comparada con el testigo T4 que obtuvo un rendimiento de 2979,95 kg/ha.

Los T1 y T3 mostraron buenos resultados con rendimientos de 3704,40 kg/ha y 3573,04 kg/ha respectivamente.

3.6. Costo - beneficio.

Se realizó el análisis para ver la conveniencia de los tratamientos según costo de producción y precios de mercado. Se estableció una estimación de rendimiento de una hectárea durante los 2 años de vida útil de la planta, se calculó que a partir de los 4 meses hasta los 24 meses se puede obtener 172 cosechas (2 semanales). El precio de mercado que se tomó como referencia es de \$1,75 el kg de fruta.

Tabla 12: Análisis costo-beneficio

Tratamiento	Rend. kg/ha	Costo/ha	Costo zeolita/ha	Costo por T	Ventas	Rel. C/B
T1= 100 g de zeolita/ m ²	63715,68	56468,42	160	56628,42	111502,44	1,97
T2= 200 g de zeolita/ m ²	78331,55	56468,42	320	56788,42	137080,21	2,43
T3= 300 g de zeolita/ m ²	61456,28	56468,42	480	56948,42	107548,50	1,90
T4= 0 g de zeolita/ m ²	51255,14	56468,42	0	56468,42	89696,49	1,59

Según el resultado del análisis costo-beneficio (tabla 19) la mejor relación es el T2= 200 g de zeolita/ m² con un índice de 2,43 lo que significa que se está esperando 2,43 dólares en beneficios por cada \$ 1 invertido. En los otros tratamientos, al ser el índice mayor a 1, se considera que es una inversión rentable, el T4= 0gr de zeolita/m² presenta el índice más bajo 1,59. Por lo tanto podemos concluir que es más conveniente aplicar zeolita y obtener mayores rendimientos.

4. Conclusiones

- La investigación realizada arroja como resultado que el uso de zeolita en el cultivo de fresa incrementa el rendimiento e influye principalmente en el tamaño de la fruta.
- La dosis media de zeolita es decir 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha fue la mejor tratamiento puesto que obtuvo los más altos rendimientos en la categoría extra, 1 o súper y en el rendimiento total.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables: porcentaje de prendimiento, floración, fructificación, y rendimiento categoría 2, sin embargo, en todas estas variables el testigo sin zeolita presentó los niveles más bajos.
- Según el análisis costo beneficio el tratamiento 2 obtuvo el mejor resultado por lo que presenta un índice de 2,43 a diferencia del testigo que tiene una relación costo beneficio de 1,59.

5. Recomendaciones

- Se recomienda usar zeolita junto con la fertilización tradicional en el cultivo de fresa, con la dosis de 2 t/ha.

“Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

- Se recomienda realizar nuevas investigación sobre el uso de zeolita en otros cultivos como papa, arveja, cebolla, pastos etc.
- El cultivo de fresa en el cantón y la provincia representa una alternativa viable para los agricultores por lo que se recomienda la difusión e implementación de este cultivo.

6. Referencias bibliográficas:

- Bajaña, M. (2005). *Usos de las zeolitas naturales del bloque tecnológico experimental de la zeolita (btez) de la ESPOL y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (zea mays l.). Guayaquil.*
- Flores, J. (2006). *Evaluación de los intercambios iónicos en una zeolita natural mexicana para la separación de N₂-O₂ en el aire atmosférico. Revista mexicana de ingeniería química.*
- Imas, P. (2009). *El potasio: nutriente esencial para aumentar el rendimiento y calidad de las cosechas.*
- MCPEC. (2011). *Agendas para la transformación .*
- Nikolaev, S. (1997). *Posibilidades de utilización de zeolitas en las industrias nacionales. Heredia: CEPIS.*