



## A1-466 Efecto de los fertilizantes orgánicos líquidos fermentados en la conductividad eléctrica y concentración de micronutrientes en el suelo cultivado con *Lactuca sativa* L y *Spinnacca oleraceae* L.

Gamboa CH<sup>1</sup>; Beltrán PB<sup>1</sup>; Molano JFG<sup>2</sup>; Cobos JYG<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Distrital – Bogotá Colombia, [cristianagroeco@gmail.com](mailto:cristianagroeco@gmail.com), <sup>1</sup> Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDDCA, [pierangellebb@gmail.com](mailto:pierangellebb@gmail.com). <sup>2</sup> Fundación Universitaria Juan de Castellanos Tunja, Boyacá Colombia, [jfgm29@hotmail.com](mailto:jfgm29@hotmail.com).

<sup>3</sup> Universidad Federal de Parana. E-mail: [jygalc4@gmail.com](mailto:jygalc4@gmail.com)

### Resumen

Los Abonos Orgánicos Líquidos Fermentados AOLF utilizados en la agricultura ecológica, presentan altos niveles de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn y elevada conductividad eléctrica (EC). Altas concentraciones y frecuentes aplicaciones de AOLF pueden promover salinidad y acumulo de micronutrientes en el suelo. Este estudio evalúa el efecto de un AOLF aplicado en dos concentraciones y frecuencias en la CE, la acumulación de Cu, Fe, Mn y Zn y la masa fresca de lechugas y espinacas. El estudio fue realizado en Colombia, estableciendo 5 tratamientos y 3 repeticiones T1: [0%] sin aplicaciones; T2: [10%] cada 8 días; T3: [10%] cada 15 días; T4: [20%] cada 8 días; T5: [20%] cada 15 días. Fueron aplicados 100 ml de AOLF planta. Después de 45 días las concentraciones y frecuencias de aplicación no afectaron la producción de masa fresca en las especies. El T4 aumenta la CE y acumulación de Cu y Zn, aumentando el riesgo de salinidad toxicidad de micronutrientes en el suelo.

**Palabras clave:** toxicidad, salinidad, agroecología, sulfatos

### Abstract

Fermented Liquid Organic Fertilizers AOLF used in organic farming, have high levels of P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn and high electrical conductivity (EC). High concentrations and frequent applications AOLF can promote accumulation of salinity and soil micronutrient. This study evaluated the effect of a AOLF applied in two concentrations and frequencies in the EC, the accumulation of (Cu, Fe, Mn and Zn) and fresh mass of lettuce and spinach. The study was conducted in Colombia, establishing 5 treatments and 3 T1 repeats [0%] without applications; T2: [10%] every 8 days; T3: [10%] every 15 days; T4: [20%] every 8 days; T5: [20%] every 15 days. 100 ml were applied AOLF plant. After 45 days concentrations and frequencies of application they did not affect the mass production of fresh species. T4 increases the EC and accumulation of Cu and Zn, increasing the risk of toxicity salinity soil micronutrient.

**Keywords:** toxicity, salinity, agroecology, sulfates

### Introducción

La agricultura ecológica promueve la incorporación de técnicas, y productos en el sistema productivo agropecuario que reducen el impacto sobre los recursos naturales MADR (2010), los agricultores buscan cambiar los fertilizantes y pesticidas convencionales por insumos agrícolas que les permitan producir alimentos con un bajo impacto sobre el ecosistema, y acceder a mercados diferenciados (Viteri 2008). La nutrición de los cultivos ecológicos depende de varios factores entre ellos la disponibilidad de minerales, los microorganismos y las moléculas orgánicas (García, 2007); productos como biofertilizantes líquidos minerales y compostajes aportan materia orgánica y minerales que favorecen las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo favoreciendo la nutrición vegetal (García 2007).

En este sentido, la utilización de biofertilizantes líquidos minerales y otros abonos orgánicos elaborados a partir de los recursos disponibles en las fincas bajo criterios artesanales, se ha convertido en una práctica común de nutrición vegetal entre los productores de la agricultura ecológica (Viteri 2002).

Sin embargo, son pocas las investigaciones y documentación que han abordado la caracterización de estos abonos, donde se evalúen características químicas, disponibilidad de nutrientes para las plantas, y los riesgos asociados a su aplicación (Viteri, 2002), más aun cuando las principales características de estos biofertilizantes están asociadas a altos contenidos de P y S K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y B y una alta conductividad eléctrica CE, condiciones estas que podrían generar salinidad en los suelos si no se manejan frecuencias y concentraciones de aplicación adecuadas de estos productos (Viteri, 2008).

Con el ánimo de aportar en la documentación y soporte a la agricultura ecológica específicamente en abonamiento orgánico se realiza la presente investigación, orientada a evaluar el efecto de dos concentraciones y dos frecuencias de aplicación de un biofertilizante caldo mineral producido por la empresa M&C orgánicos del municipio de Venta Quemada Boyacá en la conductividad eléctrica, la acumulación de micronutrientes en el suelo y el rendimiento productivo en cultivos de lechuga y Espinaca.

### Metodología

La investigación se realizó en el municipio de Venta Quemada Boyacá en el centro ecológico M&C ubicado en la vereda Supatá ubicado a 2630 msnm, la investigación se desarrolló bajo el direccionamiento del grupo de investigación en Abonos Orgánicos Fermentados –AOF de la Fundación universitaria Juan de Castellanos de Tunja.

Los materiales utilizados fueron: material vegetal (plántulas de Lechuga verde crespa *Lactuca sativa* L. Espinaca *Spinnaeca oleraceae* L; terreno preparado, y biofertilizante caldo mineral suministrado por el centro ecológico, cuyas características químicas se presentan en la tabla 1.

**TABLA 1.** Características del Biofertilizante mineral producido por el Centro Ecológico M&C.

Parámetro	Valor	Unidades
<b>Conductividad Eléctrica</b>	11.4	dsm-1
<b>Potasio (P2O5)</b>	2,28	g/l
<b>Calcio (CaO)</b>	1,37	g/l.
<b>Magnesio (MgO)</b>	0,62	g/l.
<b>Sodio: Na</b>	0,43	g/l.
<b>Cu</b>	65	ppm
<b>Fe</b>	90	ppm
<b>Zn</b>	185	ppm
<b>B:</b>	78	ppm

Fuente Agrilab.

\*Valor asignado según los niveles críticos establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC para la interpretación de los resultados de análisis de suelos.



El terreno se preparó, niveló y se realizó el levantamiento de las eras o unidades experimentales con dimensiones de 2 m de largo por 1,2 m de ancho, y calles de 0, 20 m entre eras.

Para el desarrollo de la investigación se realizó un experimento con arreglo factorial  $2^3$ , (2 niveles, X 3 factores); los factores analizados fueron:

- ✓ Especies de hortaliza (Lechuga verde crespa y Espinaca)
- ✓ Concentración de biofertilizante (10% y 20%) y
- ✓ Frecuencia de aplicación (8 y 15 días);

Se definieron 4 tratamientos y un testigo por especie, con tres repeticiones para un total de 30 unidades experimentales, en un diseño completamente al azar.

Los tratamientos que se abordaron 4 tratamientos por especie:

- Q1F1 (concentración 10%, frecuencia de aplicación 8 días)
- Q1F2 (concentración 10%, frecuencia de aplicación 15 días),
- Q2F1 (concentración 20%, frecuencia de aplicación 8 días),
- Q2F2 (concentración 20%, frecuencia de aplicación 15 días):
- Q0F0 (testigo, no se aplicó biofertilizante)

Las variables de estudio fueron:

- ✓ Conductividad Eléctrica – C.E,
- ✓ Concentración en ppm de microelementos (Fe, Cu, Zn, Mn)
- ✓ Peso fresco al momento de la cosecha y peso seco.

En cada una de las unidades experimental se sembraron 24 plántulas de cada especie a una distancia de 30 cm X 30 cm.

Los tratamientos fueron aplicados a partir del 7 día después de la siembra de las unidades experimentales, a razón de una dosis constante de  $100 \text{ cm}^3$  c por planta bajo el método de corona sencilla dirigida al suelo a 5 cm aprox. de la planta durante los 45 días de duración del experimento.

Para efectos de comparar los resultados se adopta los resultados de un análisis de suelo practicado al lote experimental cuyos resultados se muestran en la tabla 2. Para el análisis de las variables después de los 45 días fueron tomadas muestras de suelo por cada unidad experimental donde se caracterizaron los siguientes parámetros: CE, pH, K, Ca, Cl, Na, Mg. y concentración de micronutrientes hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), Cinc (Zn). Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Colombia.

Los datos del laboratorio fueron comparados con los niveles permitidos según protocolo del IGAC.

Para la determinación del peso fresco al momento de la cosecha se realizó pesaje en gramos de cuatro plantas en cada parcela experimental; para el peso seco se tomó cada planta cosechada y fue llevada a a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 24 horas y luego se obtuvo el peso seco.

Los datos de cada variable se sometieron al análisis de varianza ANOVA prueba tukey con 5% de significancia.

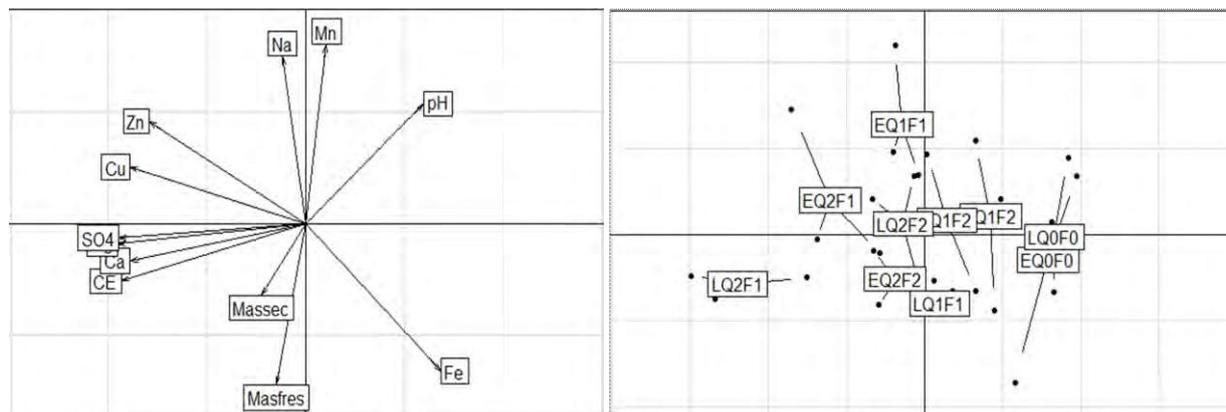
**TABLA 2.** Resultados del análisis de suelos lote destinado a la investigación.

Parámetro	Valor	Unidades	Nivel *crítico
Conductividad Eléctrica, C.E	0,19	dsm-1	Bajo
pH.	6,2		Ligeramente ácido
M.O	6.55	%	Normal
Textura	Franco Arcillosa		
P	56.6	ppm	Alto
Al	0,0	Meq/ 100g	Bajo
Mg	1.23	Meq/ 100g	Bajo
Na	0,19	Meq/ 100g	Bajo
K	2,28	g/l	Por definir
Calcio	12,6	Meq/ 100g	Alto
S	1,74	ppm	Bajo
Cu	6,88	ppm	Alto
Fe	156	ppm	Alto
Zn	1,58	ppm	Bajo
B	0,48	ppm	Normal
Mn	1,78	ppm	Bajo

Fuente: UPTC. Laboratorio de diagnóstico en suelos y aguas.

### Resultados y discusiones.

El análisis de Componentes principales ACP (Figura 1), distribuye los resultados en dos grandes grupos al lado izquierdo relaciona los tratamientos Q2F1, con las variables Cu, Zn, en C.E y al lado derecho el tratamiento testigo Q0F0, con variables como pH.



**FIGURA 1.** Análisis de Componentes Principales ACP

Al realizar análisis de Varianza y test de tukey al 5% se confirma que el uso de AOF en altas concentraciones y aplicaciones frecuentes aumenta significativamente los niveles de CE y de elementos menores como Cu y Zn en el suelo, y no se encontraron efectos significativos de los tratamientos sobre la producción de masa fresca, y pH (ver tabla 1).

Según Gaete e Hidalgo (2010) los niveles altos de Cu provocan efectos adversos sobre los organismos vivos del suelo, generando toxicidad para las células al alterar las funciones de las proteínas y consecuentemente la actividad enzimática, en lombriz de tierra

concentraciones en tejidos de 40 mg kg<sup>-1</sup> puede provocar efectos tóxicos sobre la reproducción. Casierra 2010, menciona que niveles entre >50 ppm de Zn reducen área foliar y producción materia seca, además de generar inhibición en el crecimiento de rebrotes.

**Tabela 1. Massa fresca de alface e espinafre, pH, C.E e [micronutrientes] no solo aos 45 DAP**

Trat	MASSA FRESCA		pH		CE		Cu		Zn	
	(g planta <sup>-1</sup> )				(dS/m)				(mg/kg)	
	ALF	ESPN	ALF	ESPN	ALF	ESPN	ALF	ESPN	ALF	ESPN
<b>Q0F0</b>	136 Aa	182 Aa	6 ns	6 ns	0.5 Ca	0.6 Ca	7 Ca	9.2 Ca	2.4 Ca	3.1 Ca
<b>Q1F1</b>	247 Aa	94 Ba	5 ns	6 ns	1.1 Ba	1.0 ABCa	34 Bb	56.5 Aa	22.0 BCb	54.6 Aa
<b>Q1F2</b>	238 Aa	136 Aa	6 ns	6 ns	0.9 BCa	0.8 BCa	41 Ba	29.8 Ba	36.6 ABa	21.4 BCb
<b>Q2F1</b>	234 Aa	134 Aa	5 ns	5 ns	2.3 Aa	1.4 Ab	61 Aa	62.7 Aa	43.1 Aa	48.6 Aa
<b>Q2F2</b>	187 Aa	227 Aa	6 ns	6 ns	1.2 Ba	1.2 ABa	44 Ba	50.6 Aa	34.0 ABa	36.3 ABa
<b>CV %</b>	35.01		2.93		16.69		17.91		28.26	

Letras Maiúsculas relacionam-se com tratamentos, letras minúsculas relacionam-se com espécies  
DAP: Dias Após Plantio; ALF: alface, ESPN: espinafre

## Conclusiones

La utilización de biofertilizante líquido mineral en concentraciones de 20% y frecuencias de aplicación de 8 días genera un aumento significativo en la conductividad eléctrica del suelo, aunque los niveles alcanzados no fueron críticos dada la baja CE y la condición física del suelo donde se realizó el experimento; por tanto es fundamental que las concentraciones y frecuencias de aplicación de este tipo de productos se determinen en función de la CE, Nivel de salinidad y características físicas del suelo donde se encuentre el cultivo a fertilizar.

## Referencias bibliográficas

- Casierra P. Fanor; González A. Leonardo; Ulrichs Christian. (2010). Crecimiento de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) afectadas por exceso de zinc. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja (Colombia).
- Gaete H; Hidalgo ME; Neaman A, Ávila G. (2010). Evaluación de la toxicidad de cobre en suelos a través de biomarcadores de estrés oxidativo en *Eisenia foetida*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Castilla Química nova editores.
- García MJF. (2007). La disponibilidad de nutrientes para las plantas, consecuencia de interacción química, biológica y bioquímica. Colombia, Cultura Científica ISSN: 1657-463X, 2007 vol:5 fasc: N/A págs: 21 - 28
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2010. La agricultura ecológica en Colombia disponible en: [www.minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co).
- Viteri E. Silvio; Granados M; González, AR. (2008). Potencial de los caldos rizósfera y súper cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). Revista Agronomía Colombiana. Vol 26 No (3), pág 517-524, Universidad Nacional de Colombia.
- Viteri E. Silvio. (2002). Selección de cultivos de cobertura con potencial para el desarrollo agrícola sostenible en el municipio de Samacá Boyacá. Tesis de Maestría en desarrollo rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UPTC Tunja. 150 p.