

EVALUACIÓN DE EFECTOS EN LA QUIMICA DEL SUELO SOBRE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS NANOPARTICULADAS

Localidad: Caazapá, Paraguay

Estancia La Torre Group

2023



INTRODUCCIÓN:

El presente informe tiene como objetivo evaluar el efecto de la **aplicación de enmiendas en suspensión de nanopartículas** sobre las principales características químicas del suelo. Este tipo de formulaciones representa una innovación dentro del manejo de la fertilidad, ya que las nanopartículas permiten una **mayor superficie de contacto y reactividad**, favoreciendo procesos de neutralización y disponibilidad de nutrientes de forma más eficiente que las enmiendas tradicionales.

El ensayo se centró en analizar los cambios generados en variables químicas clave del suelo, tales como los contenidos de **calcio (Ca), magnesio (Mg), aluminio (Al), pH, suma de bases (SB) y hidrógeno intercambiable (H⁺)**, indicadores fundamentales para determinar la **acidez, saturación de bases y equilibrio catiónico** del sistema.

A través de esta evaluación se busca determinar la **efectividad de la enmienda nanoparticulada** en la corrección de la acidez y la mejora de la estructura química del suelo, aportando información técnica que contribuya al desarrollo de estrategias de manejo más **eficientes, sostenibles y precisas** para la producción agrícola.

METODOLOGIA:

El ensayo se llevó a cabo sobre el bloque N° 14 del lote N° 2 (26°12'41.08"S, 56°16'46.19"O) previamente acondicionado con la **aplicación de enmiendas sólidas tradicionales**, consistentes en **3.000 kg/ha de cal agrícola (carbonato de calcio)** y **1.000 kg/ha de yeso agrícola (sulfato de calcio)**. Este manejo de base tuvo como finalidad la **corrección de la acidez del suelo** y el **aporte de calcio, magnesio y azufre** al sistema, buscando mejorar las condiciones químicas de intercambio catiónico y favorecer la estructura del suelo.

Para evaluar la **interacción entre las enmiendas sólidas y las formulaciones líquidas en suspensión de nanopartículas**, el lote fue **dividido en dos mitades equivalentes**. En una de ellas se realizó una aplicación complementaria de **Nanomix DUO en dosis de 3 L/ha**, mientras que la otra mitad se mantuvo únicamente con el tratamiento sólido como testigo.

El producto **Nanomix Duo** es una formulación líquida en suspensión de nanopartículas, diseñada para **acelerar las reacciones químicas de corrección del suelo** y **mejorar la disponibilidad y movilidad de los cationes (Ca²⁺, Mg²⁺)**, mediante su alta reactividad superficial y capacidad de penetración en el perfil. Su aplicación sobre el tratamiento sólido buscó analizar cómo estas nanopartículas podían **potenciar o acelerar el proceso de neutralización de la acidez** y **favorecer la solubilización de los elementos aplicados previamente**.

Durante el ensayo, se realizaron **muestreos de suelo posteriores a la aplicación** en ambos sectores, a fin de comparar las respuestas químicas entre los tratamientos. Los análisis incluyeron determinaciones de **pH, aluminio (Al³⁺), acidez intercambiable (H⁺)**

+ Al^{3+}), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), suma de bases (SB) y saturación de bases (V%), parámetros claves para la evaluación del efecto correctivo de las enmiendas.

El objetivo principal fue determinar si la incorporación de **Nanomix DUO** podía **activar o mejorar la eficiencia de las enmiendas sólidas aplicadas**, observando su influencia sobre la dinámica química del suelo y la estabilidad del complejo de intercambio catiónico. De esta manera, se buscó generar información técnica que permita validar el uso combinado de **enmiendas sólidas y nanoparticuladas líquidas** como una estrategia integral y más eficiente para la corrección de suelos ácidos en sistemas agrícolas.

N.º tratamiento	Tratamiento BASE 10/02/2023	60 días post incorporación 10/04/2023
Testigo	3 tn/ha $CaCO_3$ + 1 tn/ha $CaSO_4$	---
Tratamiento	3 tn/ha $CaCO_3$ + 1 tn/ha $CaSO_4$	3 lt/ha Nanomix DUO



RESULTADOS

El análisis de suelo fue realizado el día 15 de septiembre de 2023, 5 meses después de la aplicación y con una acumulación de precipitaciones de 550 mm, donde se evaluaron tanto el área tratada con **NANOMIX DUO** como el área testigo sin aplicación (control).

Variable	Testigo	Tratado	Variación
pH	4,16	4,9	+0,74
Aluminio (cmolc/dm ³)	0,75	0,23	-0,52
H + Al (cmolc/dm ³)	4,6	3,39	-1,21
Suma de Bases (cmolc/dm ³)	2,53	3,39	+0,86
Sat. de Bases (%)	35,48	50,0	+14,52
Calcio (cmolc/dm ³)	1,74	2,37	+0,63
Magnesio (cmolc/dm ³)	0,72	0,94	+0,22
Ca CIC (%)	24,4	34,96	+10,56
Mg CIC (%)	10,10	13,86	+3.76

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de enmiendas en suspensión de nanopartículas generó un impacto positivo sobre las principales propiedades químicas del suelo, favoreciendo la mejora del equilibrio catiónico y la reducción de la acidez. Se observó un incremento en el pH del suelo acompañado de una disminución de la acidez intercambiable ($H^+ + Al^{3+}$) y del aluminio tóxico (Al^{3+}), lo que indica un proceso de neutralización eficiente promovido por la acción de las nanopartículas.

Asimismo, se evidenció un aumento en los niveles de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), elementos fundamentales para la estabilidad estructural y química del complejo de intercambio catiónico. Este efecto se reflejó en una mayor suma de bases y una mejora en la saturación de bases (V%), indicadores directos de una mejor disponibilidad de nutrientes y una reducción del estrés químico para los cultivos.

En conjunto, los resultados confirman que las enmiendas en suspensión de nanopartículas constituyen una herramienta altamente efectiva y de rápida acción para la corrección de suelos ácidos, promoviendo un ambiente más favorable para el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. Su implementación representa una alternativa tecnológica sustentable y eficiente frente a las enmiendas tradicionales, contribuyendo a una agricultura más productiva y con menor impacto ambiental.

