



**AER -INTA  
SAN ANTONIO DE ARECO**

## **EFFECTOS DE LA APLICACION DE FERTILIZANTES NANOPARTICULADOS A UN CULTIVO DE SOJA-CAMPAÑA: 2016-2017**

Ing. Agr. Ms. F. Mousegne

Colaboradores: Ing Agr. J. Boero ;– Ing. Ag. Esp. M. Tysko (Universidad Nacional de Lujan)

### **INTRODUCCIÓN**

La nanotecnología a partir del uso de nanopartículas (NP) tiene potenciales aplicaciones en los sistemas agropecuarios ayudando al desarrollo de la agricultura de precisión al minimizar la contaminación y maximizar el valor de las prácticas agrícolas. Las NP son partículas con dimensiones entre 10 y 100 nm (Nakache et al., 1999; Auffan et al., 2009), es decir entre 0.000,000,01 y 0.000,000,1 metros. En la literatura internacional se menciona que las NP pueden ser empleados en la nutrición y la protección de los cultivos y en la protección y formación de la estructura del suelo. Se han realizado ensayos con NP con resultados prometedores. Recientemente se demostró que nanotubos de carbono penetraron en las semillas de tomate, y en otros ensayos se observaron que las nanopartículas de óxido de zinc entran en el tejido radicular del rye-grass. Hasta el momento se conocen tres tipos de tecnologías que permiten el uso de nanopartículas como fertilizantes: los nutrientes pueden ser encapsulados dentro de nanomateriales tales como nanotubos o materiales nanoporosos, 2- Usarse directamente para revestir con una delgada película protectora, 3- Los nutrientes pueden ser empleados como partículas o emulsiones de dimensiones nanométricas. El desarrollo de esta tecnología se basa en la alta relación superficie-volumen de las NP. Su eficacia supera a la de los fertilizantes convencionales más innovadores que son los recubiertos con polímeros, y que han sido la innovación tecnológica más investigada en los últimos 10 años. Hay evidencias del uso de estos productos como fertilizantes foliares sin embargo no existe información científica consistente respecto de su uso en el suelo y el efecto que la aplicación de estos nanonutrientes sobre algunos parámetros del fisicoquímicos.

La fertilización con Ca y Mg no es muy frecuentemente utilizada en los cultivos extensivos a pesar de que estos nutrientes son demandados en gran cantidad por estos y tiene carácter básico desde el punto de vista de reacción en el suelo. Se sabe que el pH es regulado por la saturación básica (esto es la suma de todos los elementos básicos: Ca, Mg, Na, adsorbidos en los coloides del suelo). Por lo tanto, el aporte de una fuente cálcica y/o magnésica mejoraría la saturación básica del suelo y esto podría generar variaciones en el pH del mismo.

Basándonos en lo dicho anteriormente y en función de algunos resultados de estudios previos la aplicación de Mist Ca/Mg podría generar alguna modificación en el pH del suelo. Así mismo, y dependiendo de la magnitud la variación de pH, podría generarse un aumento de la productividad del cultivo por aporte de estos macronutrientes e indirectamente por una mejora en la disponibilidad de otros nutrientes limitantes cuya disponibilidad se ve afectada por el pH del suelo (i.e: fósforo).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del Mist Ca/Mg sobre el suelo y el cultivo de soja.

## **DESARROLLO DEL ENSAYO**

### **Ubicación y establecimiento del ensayo:**

El ensayo fue realizado en un lote de un campo agrícola en la localidad de San Andrés de Giles (34 29' 16"S -59 25' 40 18"O) y formo parte de una serie de ensayos que realiza el INTA San Antonio de Areco anualmente en distintas localidades y con distintos cultivos. Una vez elegido el sitio experimental se marcaron parcelas de 12 m<sup>2</sup> con tres repeticiones. Sobre ellas se aplicaron los siguientes tratamientos:

**Tratamiento 1:** Fertilización con Mist Ca/ Mg aplicado al suelo en estadio V4 del cultivo. (3 l/ha)

**Tratamiento 2:** Testigo sin aplicación de fertilizante.

**Tratamiento 3:** Fertilización con Mist Ca/Mg pulverizado en estadio R1 del cultivo. (3 l/ha)

### **Manejo del cultivo**

Variedad: NS 4619 IPRO

Fecha de siembra: 9 de diciembre 2016

Densidad: 15 gr/m lineal

Distanciamiento: 35 cm

Fertilización base: 90 kg de mezcla NPK (Composición: N: 6.6 - P39.6 - K:0 - S:4.8)

Cosecha: 13/4/17

## **DETERMINACIONES REALIZADAS**

### **1. Previo al inicio del ensayo:**

- a) Caracterización química general del suelo.
- b) Determinación del pH en cada una de las parcelas.

### **2. Durante el ensayo:**

- a) Medición de variables climatológicas (precipitación ETP y Temperaturas)

### 3. Madurez fisiológica del cultivo:

- a) Determinación en planta: Rendimiento y sus componentes.
- b) Determinación en suelo: pH en cada una de las parcelas.

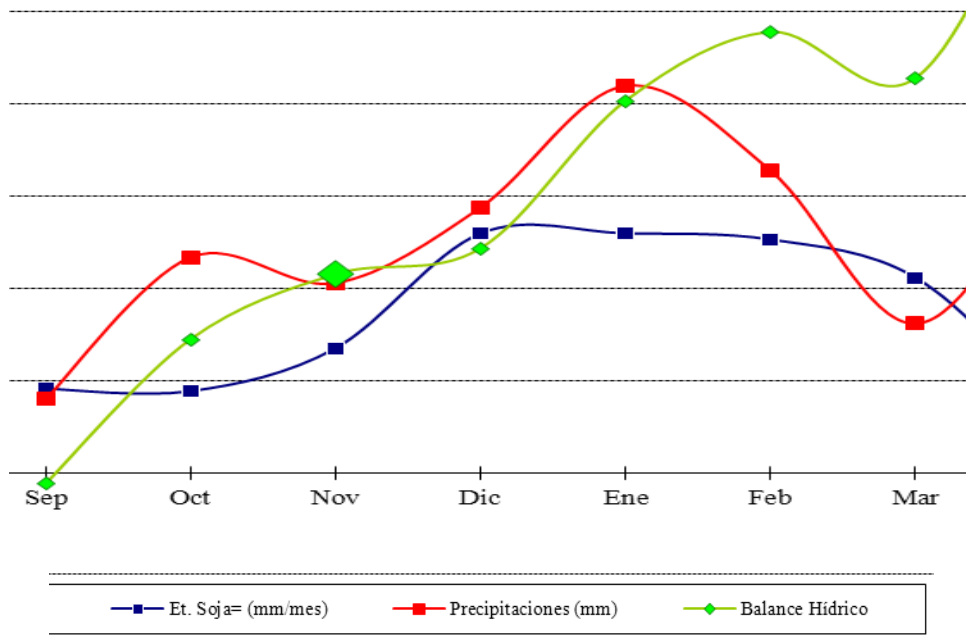
## RESULTADOS

### Caracterización química del suelo bajo ensayo:

prof	pH	Conductividad (dS/m)	Materia Orgánica	Ntotal	Fósforo disponible	N-Nitratos	S-Sulfatos
	agua 1:2,5		%		ppm	ppm	ppm
0-20	6.17	0,335	2.5	0,141	6.7	14.75	4.2

### Almacenamiento de agua útil

Grafico 1: Evaporación, precipitaciones, déficit y exceso hídricos

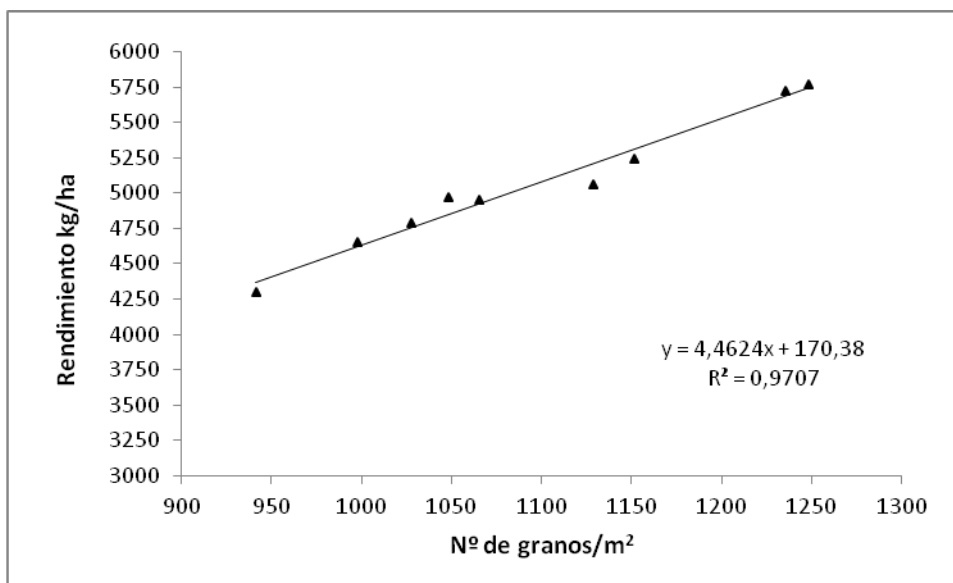


## Rendimiento del cultivo y sus componentes

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Nº de Vainas/planta	Nº de Granos/planta	Peso de 1000	Diferencias s/testigo %
Mist Ca/Mg chorreado	5577 a	37.4 a	93.4 a	159.8 a	16.8
Testigo	4772 b	25.7 b	64.2 b	161.0 ab	
Mist Ca/Mg pulverizado	4846 b	26.7 b	63.0 b	164.2 b	1.55

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

**Grafico 2: Relación entre el rendimiento y Nº de granos**

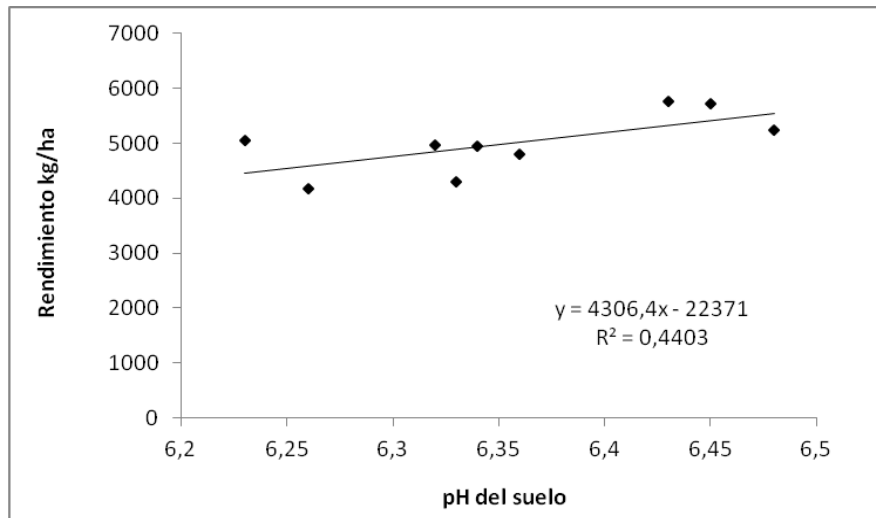


## Determinación del pH del suelo previo y posterior a la aplicación de Mist Ca/Mg

Tratamiento	pH inicial	pH final	pH Promedio	Rendimiento kg/ha	Rendimiento Promedio
1	6.21	6.45		5725	
1	6.21	6.43	6.4533 a	5768	5577 a
1	6.17	6.48		5239	
2	6.12	6.23		5061	
2	6.2	6.34	6.3000 b	4957	4772 b
2	6.18	6.33		4398	
3	6.08	6.32		5073	
3	6.15	6.26	6.3133 b	4771	4846 b
3	6.22	6.36		4794	
<b>Promedio</b>	6.17	6.35		5087	

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

**Grafico 3: Relación entre el rendimiento y el pH del suelo**



## OBSERVACIONES

- El producto utilizado a las dosis recomendadas no generó efectos adversos sobre el cultivo o el suelo y formaron soluciones perfectas de fácil aplicación.
- Las condiciones ambientales (Gráfico 1) durante el desarrollo del cultivo fueron óptimas lo que generó que su rendimiento sea superior a la media histórica zonal.
- Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables estudiadas.
- El rendimiento del cultivo osciló entre 4294 y 5768 kg/ha con un promedio total de 5065 kg/ha. Los promedios por tratamiento fueron de 5577 kg/ha para el tratamiento Mist aplicado al suelo, 4846 kg/ha para el tratamiento Mist de aplicación foliar y 4772 para el control.
- El rendimiento del cultivo pudo ser explicado a partir de un efecto en el número de granos (Gráfico 1). Sin embargo, este efecto no puede ser explicado únicamente a la aplicación del Mist, ya que la determinación de este componente de rendimiento se ve influenciada directamente por la tasa de crecimiento del cultivo que a su vez está afectada por las condiciones ambientales.
- El tratamiento en el cual se aplicó el Mist Ca/Mg en el suelo fue el que presentó diferencias significativas en cuanto al rendimiento respecto del resto de los tratamientos. Esto podría deberse a un efecto directo por el aporte de Ca y Mg contenido en el Mist, siendo que el cultivo de soja tiene

un alto requerimiento de Ca y Mg (14 y 8 kg/TN grano respectivamente, esto equivale en el caso del Ca a más de dos veces lo que se requiere de P)

- No se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos control y Mist Ca/Mg pulverizado.
- El tratamiento de Mist Ca/Mg aplicado al suelo experimento un aumento de pH de 0.28 unidades respecto de su situación inicial.
- Mientras que la diferencia entre tratamientos a cosecha fue de 0.15 unidades de pH para el tratamiento aplicado al suelo y de 0.01 unidades para el tratamiento aplicado en forma foliar respecto del control sin Mist.
- Se observó una relación lineal entre el rendimiento del cultivo y el pH del suelo con un  $R^2$  de 0.44 (Grafico 2). Esta relación podría deberse a un efecto indirecto de producto sobre el suelo. El aumento de pH más cercano a la neutralidad podría haber puesto en disponibilidad algún nutriente limitante (por ejemplo el P asociado a alguna fracción del suelo de mediana labilidad). Hay que tener en cuenta que esta relación fue realizada con un reducido set de datos por lo que este resultado no es concluyente y debería ser reafirmado a partir de un mayor número de ensayos que cubran situaciones ambientales y productivas contrastantes. Por otra parte, tampoco hay información científica disponible respecto a los efectos directos de este tipo de fertilizantes en los parámetros del suelo y su relación con el rendimiento,
- Nuevas perspectivas para la integración de las nanotecnologías en los fertilizantes deben ser adecuadamente exploradas, considerando además de su efecto nutricional, si existen algún nivel de riesgo potencial de estos productos para el medio ambiente, como se analiza en la mayoría de los insumos incluidos en la producción. Con esfuerzos específicos de gobiernos y académicos en el desarrollo de estos agro insumos habilitados, la nanotecnología podría ser transformadora en este campo.