

**Efecto de la fertilización foliar sobre el rendimiento del cultivo de soja  
(*Glycine max* L. Merrill).**

Tesina  
del alumno:

DEMICHELI, NICOLÁS HORACIO

Este trabajo ha sido presentado como requisito  
para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: Ingeniería Agronómica.

Director: Ing. Agrónomo Carlos Senigagliesi.

Co-Director: Ing. Agrónomo Miguel Ángel Lavilla.

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

## **Agradecimientos**

A mi familia y mis amigos, a Buffon S.A. Fertilizantes Ecoprotectores Complex, a los Profesores de la Cátedra de Cereales y Oleaginosas de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) Ingenieros Miguel Ángel Lavilla y Carlos Senigagliesi, a Silvia Re del área de Agrometeorología del INTA Pergamino, a la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (U.N.N.O.B.A) personal docente y no docente.

## Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>El cultivo de soja en Argentina. Requerimientos nutricionales.....</b>	<b>6</b>
<b>Fertilizante: Definición y características.....</b>	<b>8</b>
<b>Fertilización foliar.....</b>	<b>9</b>
<b>Mecanismos de absorción de los fertilizantes foliares.....</b>	<b>9</b>
<b>Ventajas de la fertilización foliar.....</b>	<b>11</b>
<b>Limitantes de la fertilización foliar.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo general.....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>15</b>
<b>Materiales y métodos.....</b>	<b>16</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>17</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>29</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>35</b>

## Resumen

La soja (*Glicine max*) es el principal cultivo agrícola de la zona pampeana y el más importante dentro del rubro de exportación en nuestro país. Como es característico en las oleaginosas requieren gran cantidad de macro y micronutrientes, los cuales son aportados mediante la fertilización base a excepción del nitrógeno que es incorporado al sistema mediante la fijación biológica.

Actualmente se ha incorporado a los planteos productivos la técnica de la Fertilización Foliar que consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, para corregir deficiencias específicas de nutrientes en un período fenológico determinado o bien con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo. La eficiencia de la fertilización foliar en relación a la absorción de nutrientes, es superior a la de la fertilización al suelo permitiendo la aplicación de diversos nutrientes para lograr un óptimo rendimiento en los distintos cultivos de grano.

En la localidad de Pergamino (Buenos Aires), se evaluó la respuesta del cultivo de soja (*Glicine max.*) a tres fertilizantes foliares (Aporte Hexa, Aporte Ca y Aporte Cu) y dosis (2 y 4 l ha<sup>-1</sup>), aplicados en distintos estados fenológicos del cultivo de soja (R<sub>1</sub> y R<sub>4</sub>, Fehr y Caviness, 1977); complementando así la fertilización de base. El ensayo se realizó con un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA) con distribución factorial (3\*2\*2) más un testigo, con 5 repeticiones.

Los componentes de rendimientos evaluados fueron: granos m<sup>-2</sup>; peso de mil granos en gramos (PMG) y rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), a humedad constante (13%). Los datos se analizaron mediante ANOVA utilizando el test de Tuckey para realizar la comparación de medias ( $\alpha=0.05$ ).

Los resultados de esta experiencia concluyeron en que la fertilización foliar aumenta el rendimiento de soja (kg ha<sup>-1</sup>). Aporte Hexa fue el fertilizante foliar de mejor performance;

la dosis 2 l ha<sup>-1</sup> en esta situación generó mayores rendimientos (kg ha<sup>-1</sup>) que la dosis de 4 l ha<sup>-1</sup>. El estado fenológico R<sub>4</sub> (Fehr y Caviness, 1977) presentó una respuesta mayor y significativa a la fertilización foliar respecto al estado R<sub>1</sub>.

## Introducción

### El cultivo de soja en Argentina. Requerimientos nutricionales

La soja (*Glicine max*) es el principal cultivo agrícola de la zona pampeana y el más importante rubro de exportación de nuestro país. La superficie sembrada en la campaña 2012-2013 fue de 19.7 millones de hectáreas con una producción de la oleaginosa de alrededor de 50 millones de toneladas (SAGPYA, 2013). Argentina es el principal exportador mundial de aceite y harina de soja, y el tercer proveedor mundial de soja como grano. La soja es el cultivo dominante en varios países del Cono Sur de Latinoamérica y se ha constituido en una fuente de ingreso importante para productores y estados, incrementándose (5-10 %) anualmente la superficie dedicada a este cultivo (García, Ciampitti y Baigorri, 2009). En Argentina la superficie sembrada con soja supera el 50 % del área con cultivos agrícolas y en provincias como Santa Fe ocupa el 70% del área total sembrada y aporta aproximadamente el 25 % de la producción total del país, por lo tanto es relevante para la economía (tanto de las provincias como nacional) contar con herramientas para diagnosticar y corregir problemas en el manejo nutricional del cultivo (Cordone *et al.*, 2007).

En general los suelos de la región pampeana se caracterizan por su fertilidad natural (clase 1 y 2), sin limitaciones, profundos y sumamente productivos. Sin embargo, aun cuando en los últimos años se ha incrementado la utilización de fertilizantes, las cantidades aportadas no son suficientes para reponer la extracción realizada a través de las cosechas (se repone un 34% aproximadamente del total de nutrientes, correspondiendo un 41% de N (nitrógeno), 61% de P (fósforo), 6 % de K (potasio), 48 % de Ca (calcio) ,35% de S (azufre), 15 % Cu (cobre) y 10%B (boro), (Cordone *et al.* 2011)). A este proceso de deterioro de los suelos ha contribuido el monocultivo de soja.

En términos medios, para una producción de soja de 4000 kg ha<sup>-1</sup> de rendimiento se requieren aproximadamente 320 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrógeno) (entre el 26 % y el 71 % se obtiene por fijación biológica de nitrógeno (Collino *et al.*, 2007)), 32 kg ha<sup>-1</sup> de P (fósforo), 132 kg ha<sup>-1</sup> de K (potasio), 28 kg ha<sup>-1</sup> de S (azufre), 64 kg ha<sup>-1</sup> de Ca (calcio), 100 g ha<sup>-1</sup> de B (boro), 240 g ha<sup>-1</sup> de Zinc y 1 kg ha<sup>-1</sup> de Fe (hierro), entre otros nutrientes esenciales para el normal crecimiento de las plantas, los cuales deben ser aportado mediante fertilizantes (Yamada, 1999).

El productor debe tratar de posicionar el período crítico de soja<sup>1</sup>, en un ambiente con adecuada oferta de radiación, temperatura y agua. Aportando los nutrientes necesarios para aprovechar eficazmente la radiación y el agua (Vasilas y Legg, 1995) generando:

A) Un correcto índice de área foliar (IAF) y una adecuada duración del área foliar (DAF). La disminución en el tamaño de las hojas ante deficiencias nutricionales se debe a menores tasas de expansión más que menores duraciones del período de exposición foliar. Esta disminución en la tasa de expansión de hojas puede reducir la velocidad de aparición de hojas en gramíneas. La expansión foliar es afectada en mayor medida que la fotosíntesis por unidad de área de hoja ante deficiencia de nitrógeno (Andrade y Sadras, 2009; Trápani y Hall, 1996; Trápani, 1999).

B) Una eficiente fotosíntesis (en soja para mantener una tasa de fotosintética elevada es necesario tener 2,4 g m<sup>-2</sup> de N<sub>2</sub> hoja<sup>-1</sup>) (Sinclair y Horie, 1989; Connor, Hall, Sadras, 1993).

C) Un buen desarrollo radicular (Andrade y Sadras, 2009).

---

<sup>1</sup> Período crítico de soja: desde floración R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub> hasta la finalización de llenado de grano R<sub>6</sub> (Fehr y Caviness, 1977; Board y Tan 1995; Egli, 1997; Egli, 1998; Egli, 1999; Jiang y Egli, 1993 y Jiang y Egli, 1995).

Esto permitirá interceptar eficientemente toda la radiación incidente y explorar eficazmente el perfil del suelo, maximizando la tasa de acumulación de materia seca durante este período, aumentando el número de granos  $m^{-2}$ , el peso de mil granos y por ende el rendimiento potencial del cultivo y su calidad comercial (Westgate, *et al.* 1995; Westgate, *et al.* 1999).

### **Fertilizante: Definición y características.**

Según la ley 20466/73 (CASAFA, 2011) se define como fertilizante a todo producto que aplicado al suelo o a la planta tenga la capacidad de suministrar directa o indirectamente todos los elementos requeridos para su nutrición, estimular su crecimiento, aumentar su productividad o mejorar la calidad del producto.

Los nutrientes minerales esenciales para las plantas son aquellos que:

A) Generan un correcto crecimiento del cultivo durante todo su ciclo (Vacilas y Legg, 1995).

B) Están involucrados en funciones metabólicas o estructurales en las cuales no pueden ser sustituidos (García, 2000). Por ejemplo el K (potasio) cumple funciones como activador de enzimas y como osmorregulador, el Ca (calcio) actúa principalmente como estabilizador de membranas y el Mg (magnesio) es un importante activador de enzimas y es esencial para la actividad de la clorofila. Los Micronutrientes son constituyentes esenciales de muchas enzimas. El Fe (hierro) es un catalizador de la síntesis de clorofila, el Zn (zinc) forma parte de la síntesis de auxinas y en la oxidación de carbohidratos, el Cu (cobre) y el Mo (molibdeno) interviene en los procesos de respiración, fotosíntesis y en la utilización del nitrógeno (Agrios, 2005; Luttge y Higinbotham, 1987).

C) Su deficiencia se asocia a síntomas específicos y produce mermas en la producción (Vacilas y Legg, 1995).



## **Fertilización foliar**

Con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en un período de desarrollo del cultivo, la tecnología de la fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas. La eficiencia de la fertilización foliar es superior a la de la fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo crecimiento (Eyal Ronen, 2009).

El objetivo de la técnica foliar es facilitar de manera rápida la absorción, transporte y asimilación de los nutrientes o acción de sustancias activadoras u hormonas necesarios para el correcto crecimiento del cultivo (Eyal Ronen, 2009).

## **Mecanismos de absorción de fertilizantes foliares**

Las plantas pueden absorber nutrientes vía foliar, por tres rutas posibles:

1. A través de los estomas (García y Peña, 1995).
2. A través de los ectodesmos. (García y Peña, 1995).
3. A través de la cutícula (Anexo 1) (García y Peña, 1995).
4. A través de tricomas (Malavolta, 1998).

Los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de los cuales se produce el intercambio de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los procesos de respiración y transpiración. Existen tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior (Malavolta, 1998). Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar completamente el follaje por debajo. Los estomas se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día (las aplicaciones foliares deben ser

realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos). La distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra (García y Peña, 1995; Malavolta, 1998).

Los ectodesmos son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula, que en parte pueden alcanzar la superficie de la cutícula (Malavolta, 1998).

La absorción a través de la cutícula se produce porque ésta al absorber agua, se dilata, produciéndose espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas. Dado que las hojas jóvenes no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes cuando existe la mayor cantidad de follaje joven favorecerá un mayor ingreso cuticular (Mengel y Kirkby, 1987).

El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en varias etapas:

1. Aspersión de la Superficie de la Hoja con la Solución con Fertilizantes Foliares. (García, 2000).
2. Penetración a través de la capa externa de la pared Celular. (García, 2000).
3. Entrada de los nutrientes en el apoplasto de las hojas. (García y Peña, 1995)
4. Absorción de nutrientes en el simplasto de las hojas. (García, 2000).
5. Distribución en las hojas y translocación fuera de ellas. (García y Peña, 1995)

Una vez que ha ocurrido la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías: a) La corriente de transpiración vía xilema. b) Las paredes celulares. c) El floema y otras células vivas. d) Los espacios intercelulares. La principal vía de translocación es por el floema, desde la hoja donde se sintetizan los

compuestos orgánicos, hacia los lugares de utilización o almacenamiento (García, 2000). En consecuencia, las soluciones nutritivas aplicadas al follaje, no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta que no se produzca el movimiento de sustancias orgánicas resultantes de la fotosíntesis. La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. El potasio, los elementos secundarios y los micronutrientes, se absorben en períodos de horas hasta un día. El único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el fósforo (Espinoza, 1996).

### **Ventajas de la fertilización foliar**

La aplicación foliar de fertilizantes puede ser de gran utilidad en varias situaciones:

- Aplicaciones de nutrientes aprovechando la aplicación de algún fitoterápico para control de plagas y/o enfermedades bajando así costos operativos (Morverdt, 1999).
- Aplicación de elementos requeridos en pequeñas cantidades por los cultivos, como meso y micronutrientes (Morverdt, 1999).
- Condiciones edáficas adversas para la aplicación de nutrientes en suelo, por ejemplo stress hídrico temporario (Rodríguez, 2005).
- Aplicación en estadios fenológicos tardíos de nutrientes para retrasar la senescencia y aumentar la duración del área foliar por más tiempo prolongando el período de crecimiento del cultivo (Rodríguez, 2005).
- Mejoramiento de la calidad del grano en aplicaciones durante llenado de grano (Morverdt, 1999).
- Estimulación de la fijación biológica de nitrógeno, azufre, fósforo o mezclas multinutrientes en aplicaciones tempranas. (Morverdt, 1999).

- Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes (Rodríguez, 2005).

Operativamente la fertilización foliar presenta la posibilidad de la aplicación de productos de protección como herbicidas, insecticidas y fungicidas tanto en estadios vegetativos como reproductivos, en muchos casos el efecto de la nutrición en las plantas permite compensar el efecto negativos de plagas y enfermedades, hay evidencias que la severidad de la mayoría de las enfermedades de las plantas puede reducirse y que su control se mejora con una nutrición adecuada (Arévalo,2008, Carmona, 2012). La fertilización foliar representa una forma eficiente y rápida de aportar nutrientes al cultivo. Adecuados niveles de potasio, nitrógeno y fósforo complementan una mejor reacción de la planta a las adversidades fitosanitarias (Carmona, 2012).

### **Limitantes de la fertilización foliar**

Como limitantes de esta práctica se puede mencionar:

- Riesgo de fitotoxicidad: Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas (generalmente se utilizan concentraciones que fluctúan entre un 2% a un 5%). Para cada nutriente existen valores límites de concentración (Salas, 2002).
- Dosis limitadas de macronutrientes: El riesgo de fitotoxicidad indicado sumado al hecho de que los requerimientos de macronutrientes, tal como su nombre lo indica, es de elevada magnitud, limita la nutrición foliar de estos elementos, quedando restringida a complementar la fertilización al suelo, o a corregir deficiencias en casos particulares ( Salas,2002).

- Requiere un buen desarrollo de follaje: La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente (Salas, 2002).
- Elevado costo: Para las aplicaciones foliares se requieren sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad. Estos productos son de mayor valor que los fertilizantes convencionales que se aplican al suelo. Aunque desde el punto de vista de costo efectivo, las aplicaciones foliares son menos costosas que las realizadas al suelo para corregir deficiencias de micronutrientes (Salas, 2002).
- Pérdidas en la aspersión: Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada, se debe asegurar un buen mojamiento del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitable que una parte de ésta escurra por gravedad y caiga al suelo. Por esto, es conveniente evaluar la utilización, de tal manera de minimizar estas pérdidas (Rosolem, 2002)

En síntesis: La fertilización tradicional con macronutrientes como Nitrógeno o Fósforo, se ha realizado en ocasiones sin tener en cuenta los meso y micronutrientes, los cuales al ser exportados y no repuestos, en algunos suelos quedan en niveles críticos o cercanos a este. Para el caso de la soja existe evidencia que deficiencias de meso y micronutrientes como: Calcio, Boro o Cinc pueden afectar el rendimiento por encontrarse en niveles críticos y convertirse en limitantes para el crecimiento del cultivo en la región Pampeana (Cordone *et al.*, 2003). Ensayos realizados en el cultivo de soja en las localidades de El Cerrito, Tres Arroyos y El Triángulo, con un fertilizante foliar con Ca (calcio) y B (boro), han encontrado un aumento de rendimiento de hasta 242 kg ha<sup>-1</sup> respecto al testigo (Zamora, 2008). En un relevamiento de 266 muestras de suelo de la región pampeana se

encontraron deficiencias de Zn (zinc), Cu (cobre) en el 10 % y 7 % de las mismas, respectivamente (Diaz Zorita, 1997; Zubillaga *et al.*, 1998).

Si bien en los últimos años se ha verificado un incremento en la práctica de la fertilización, uno de los problemas más importantes del cultivo de soja en esta área es la insuficiente disponibilidad de nutrientes para el cultivo por la escasa aplicación de meso y micronutrientes de nutrientes extraídos por parte del cultivo lo que conlleva a una disminución de la fertilidad de los suelos. En este marco, la técnica de la fertilización foliar puede ser de utilidad para suministrar los macro, meso y micronutrientes para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de soja (Cordone *et al.*, 2011). En este trabajo se evalúan tres fertilizantes con diferentes composiciones y concentración de nutrientes aplicados vía foliar en dos dosis y en dos momentos del desarrollo del cultivo, en forma complementaria a la fertilización de base con fósforo.

## **Objetivo general**

Evaluar la respuesta productiva del cultivo de soja a distintos fertilizantes foliares, dosis ( $\text{l ha}^{-1}$ ) y momento de aplicación.

## **Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de los diferentes fertilizantes foliares sobre el rendimiento del cultivo de soja.
- Analizar el impacto de los diferentes fertilizantes foliares sobre los principales componentes de rendimiento: peso de mil granos (gramos) y números de granos  $\text{m}^{-2}$ .
- Evaluar si existen diferencias entre el momento de aplicación de los fertilizantes foliares durante del período reproductivo del cultivo de soja.
- Determinar cuál dosis es la más recomendada en función del aumento de rendimiento.

## **Hipótesis**

La aplicación de nutrientes mediante fertilizantes foliares mejora la productividad en el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merrill).

## **Materiales y métodos**

En la localidad de Pergamino (Buenos Aires) se realizó un ensayo en soja (variedad DM 4210), con una densidad de siembra de 40 pl. m<sup>-2</sup>, fertilizada con 85 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato Triple (SFT), la fecha de siembra fue 5/11/2012. El diseño experimental utilizado fue un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA) con distribución factorial (3\*2\*2) más un testigo, con 5 repeticiones. Factor A: Fertilizante foliar: Aporte Calcio (A. Ca), Aporte Cobre (A. Cu) y Aporte Hexa (A. Hx), a los cuales se detalla su composición nutricional en la tabla 1, Factor B: Dosis (2 y 4 l ha<sup>-1</sup>) y Factor C: Momento (R<sub>1</sub> y R<sub>4</sub>, Fehr y Caviness, 1977). El total de tratamientos que se ensayaron se presentan en el Anexo 2. Para aplicar cada tratamiento foliar se utilizó una mochila de presión constante de CO<sub>2</sub>, empleando un volumen de 100 l ha<sup>-1</sup> y presión de 50 libras. Al finalizar el ciclo del cultivo se realizó la cosecha el 20/4/2013 en forma manual abarcando una superficie de 2 m de ancho por 2 m de largo. Los componentes de rendimientos que se evaluaron fueron: granos m<sup>-2</sup>; peso de mil granos (gr) y rendimiento (kg/ha<sup>-1</sup>), se llevó todas las muestras a humedad constante (13%), con un humidímetro TESMA previamente calibrado (cortesía de la Cooperativa de Alfonzo). El número de granos/m<sup>2</sup> se cuantificó pesando el total de la muestra con una balanza de precisión Mettler, relacionando con el peso de mil granos. Los mil granos fueron definidos mediante dos muestreos dentro de cada tratamiento, cuantificando esta cantidad por separado mediante un contador de granos electrónico. Luego fueron pesados individualmente con la balanza de precisión y promediados a posteriori. El rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) se calculó relacionando la superficie cosechada con el peso total de la muestra; los datos se analizaron mediante ANOVA y se utilizó el test de Tuckey para la comparación de medias ( $\alpha=0.05$ ), detallado en anexo 5. Por último se realizó un análisis



de correlación a fin de de determinar la asociación entre los componentes de rendimiento (NG y PMG) con el rendimiento.

Tabla 1. Composición nutricional de los fertilizantes foliares en g l<sup>-1</sup> utilizados en la experiencia.

<b>Macr.</b>	<b>A. Ca</b>	<b>A. Cu</b>	<b>A. Hx</b>	<b>Micr.</b>	<b>A. Ca</b>	<b>A. Cu</b>	<b>A. Hx</b>
<b>N</b>	93	72	89,3	<b>Zn</b>	1,3	0,6	2,5
<b>P</b>	7,7	14,2	34,7	<b>Cu</b>	0,13	1,2	
<b>K</b>	11,6	14,2	2,5	<b>B</b>	5,2	4,7	5
<b>S</b>	63,2	87,3	89,3	<b>Mo</b>	0,006		
<b>Ca</b>	42,6						
<b>Mg</b>	5,2						

### Resultados

Como resultados de esta experiencia se observó que la fertilización foliar aumenta el rendimiento kg ha<sup>-1</sup> y debido principalmente a los NG m<sup>-2</sup>. Exceptuando al tratamiento 6 (Aporte Cobre a 2 l ha<sup>-1</sup> en el estado fenológico R<sub>4</sub>), los demás tratamientos evaluados mostraron resultados positivos respecto al testigo. Como se observa en la tabla 2 los rendimientos no han sido tan altos, debido al estrés hídrico (anexo 4) en los meses de diciembre y enero, coincidentes con el período crítico del cultivo. La tabla 2 muestra los resultados obtenidos con las distintas aplicaciones realizadas. Los tratamientos y la disposición de los mismos en el lote se detallan en el anexo 2 y 3.

Tabla 2 Promedios del número de granos m<sup>-2</sup> (NG m<sup>-2</sup>), peso de mil granos (g) (PMG) y rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamientos	NG m <sup>-2</sup> promedio	PMG promedio	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup> promedio
1 (A. Ca.,2 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1777,98	168,13	2984,4
2 (A. Ca., 2 l ha <sup>-1</sup> , R4)	1720,1	175,31	3014
3 (A. Ca., 4 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1570,87	168,94	2655,2
4 (A. Ca., 4 l ha <sup>-1</sup> , R4)	1636,32	167,66	2740,2
5 (A. Cu.,2 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1673,31	172,26	2880,4
6 (A. Cu.,2 l ha <sup>-1</sup> , R4)	1553,82	167,48	2595,2
7 (A. Cu.,4 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1707.,8	170,82	2913,4
8 (A. Cu.,4 l ha <sup>-1</sup> , R4)	1694,64	169,53	2871,2
9 (A. Hx.,2 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1789,97	168,7	3017,8
10 (A. Hx.,2 l ha <sup>-1</sup> , R4)	2044,14	168,33	3438,2
11 (A. Hx.,4 l ha <sup>-1</sup> , R1)	1732,78	174.14	3015,4
12 (A. Hx.,4 l ha <sup>-1</sup> , R4)	1806,17	173.02	3115,2
13 (Testigo)	1572,13	169,04	2654,2

Tabla 3. Síntesis del ANOVA para número de granos m<sup>-2</sup> (NG m<sup>-2</sup>), peso de mil granos (g) (PMG) y rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).

Fuente de variación	NG m <sup>-2</sup> R <sup>2</sup> :0,56; CV: 7,9	PMG R <sup>2</sup> :0,25; CV: 3,47	Rendimiento R <sup>2</sup> : 0,65; CV: 6,64
Modelo	**	n.s.	**
Bloque	n.s.	n.s.	n.s.
Tratamientos	**	n.s.	**
Producto	**	n.s.	**
Momento	n.s.	n.s.	n.s.
Dosis l ha <sup>-1</sup>	n.s.	n.s.	*
Producto*Momento	*	n.s.	*
Producto*Dosis l ha <sup>-1</sup>	*	n.s.	*
Momento*Dosis l ha <sup>-1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.
Producto*Momento* Dosis l ha <sup>-1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.
Factorial vs. Testigo	*	n.s.	*

Referencias: n.s.: Diferencia no significativa; \*: diferencia significativa; \*\*: diferencia altamente significativa.

Los factores producto y dosis  $\text{l ha}^{-1}$  de los diferentes fertilizantes foliares inducen a diferencias significativas en el rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  respecto al testigo (figura 1 y 2). Sin embargo el factor producto fue el único que afectó al  $\text{NG m}^{-2}$  de manera significativa (figura 3). Para el momento de aplicación no hay evidencia suficiente para discriminar si es conveniente aplicar en  $R_1$  ó  $R_4$  en soja, ambos estados fenológicos presentan respuesta similar al rendimiento y a sus principales componentes ( $\text{NG m}^{-2}$  y PMG) cuando se utilizan estos fertilizantes foliares (Aporte Calcio, Aporte hexa y Aporte Cobre) en las dosis evaluadas. Respecto a la interacción entre productos y momentos de aplicación, el uso de fertilizantes foliares presenta una tendencia positiva al aumento del  $\text{NG m}^{-2}$  y al rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  en el cultivo de soja. En general hay mejores respuestas con A. Ca y A. Hx en  $R_4$  y con A. Cu en  $R_1$ , donde el  $\text{NG m}^{-2}$  y el rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  son mayores que el testigo (figura 4 y 5). Pero el único producto que tuvo diferencias estadísticas respecto al testigo en el  $\text{NG m}^{-2}$  y al rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  fue Aporte Hexa (Fertilizante foliar que aporta macro y micronutrientes: N (nitrógeno), P (fósforo), K (potasio), S (azufre), Zn (zinc) y B (boro)) ya sea aplicado en  $R_1$  ó en  $R_4$ . Si bien no hay diferencias estadísticas Aporte Hexa en  $R_4$  tuvo mejor performance respecto a los demás fertilizantes foliares evaluados y en los momentos estudiados (figura 4).

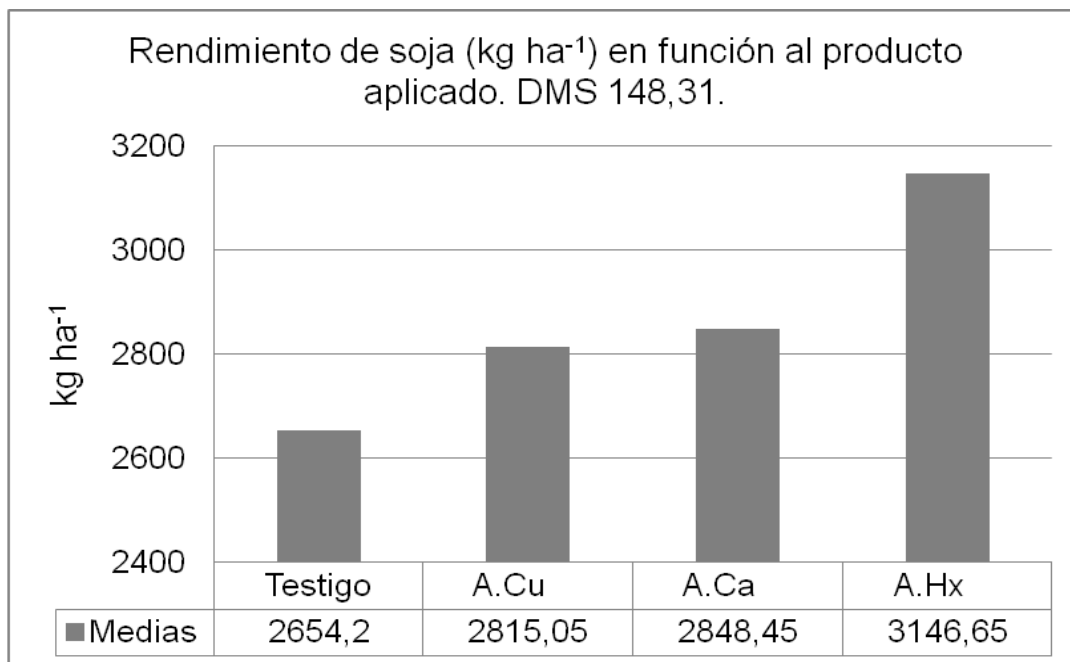
La interacción producto por dosis  $\text{l ha}^{-1}$  impactó tanto en el  $\text{NG m}^{-2}$  como en el rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$ , donde la mayor respuesta fue observada cuando se utilizó Aporte Hexa a  $2 \text{ l ha}^{-1}$  (figura 6 y 2).

El momento de aplicación por dosis  $\text{l ha}^{-1}$  y la triple interacción entre todos los factores no presentó diferencias estadísticas en esta experiencia frente al rendimiento de soja  $\text{kg ha}^{-1}$  y a los componentes de rendimiento evaluados.

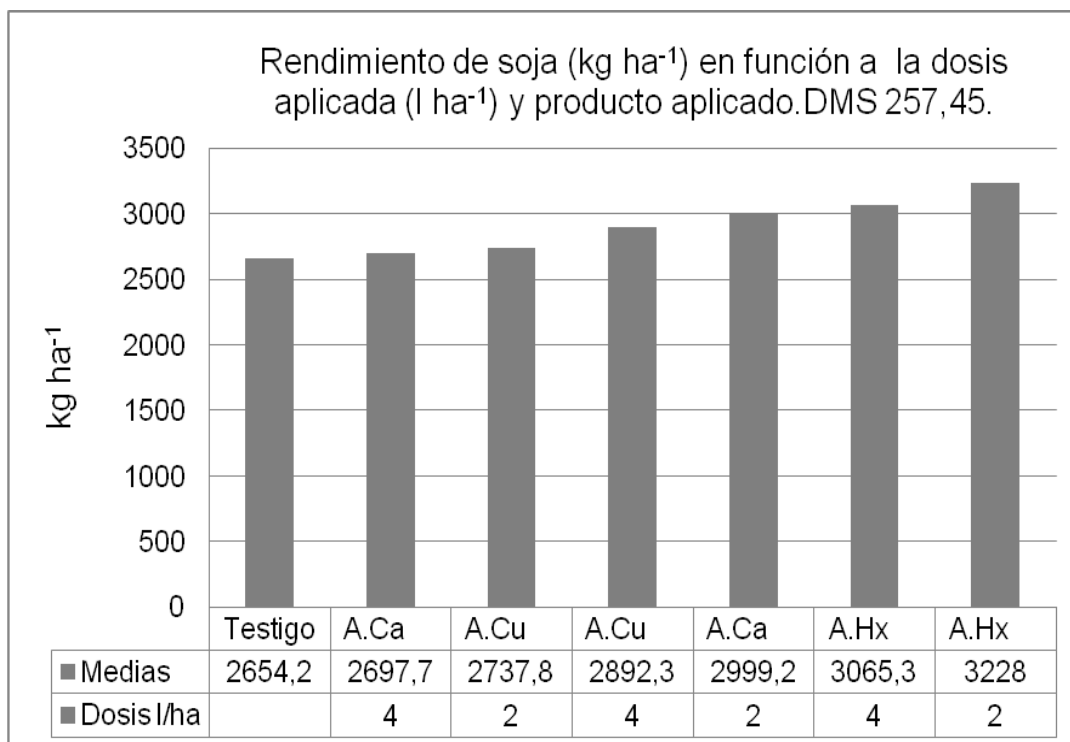
Realizando las regresiones entre el rendimiento y los diferentes componentes de rendimiento ( $\text{NG m}^{-2}$  y PMG), donde se observó una alta implicancia positiva entre el

rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y en  $\text{NG m}^{-2}$  ( $R^2: 0,88$ ) (figura 7). En cambio el efecto del el peso de mil granos (PMG) sobre el rendimiento aunque positivo fue menor ( $R^2:0,02$ ) (figura 8).

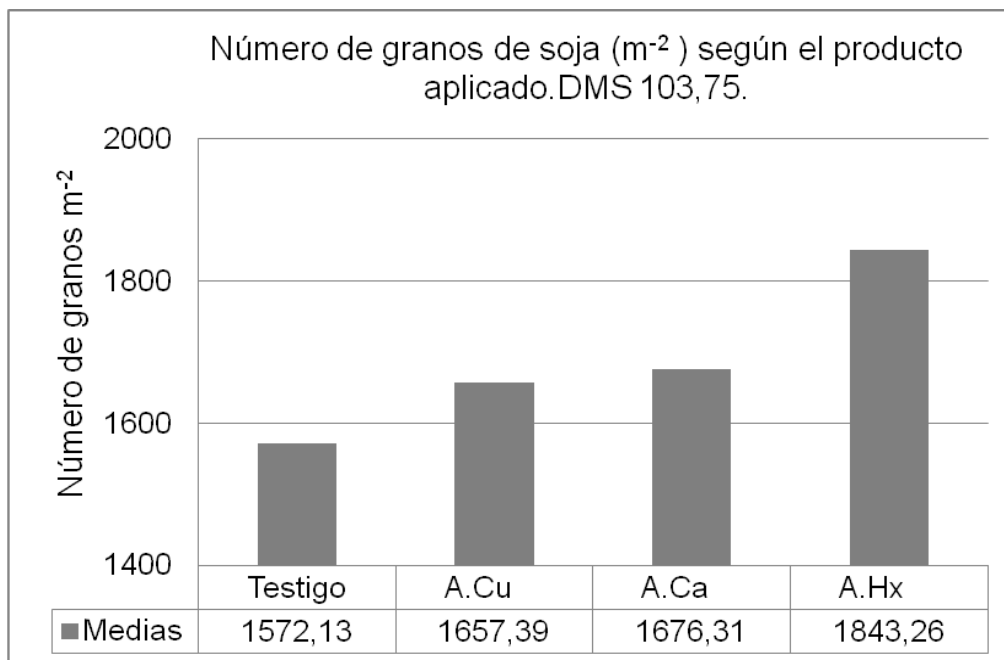
**Figura 1.** Rendimiento de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en función al producto aplicado: Aporte Cobre (A.Cu), Aporte Calcio (A. Ca) y Aporte Hexa (A. Hx).



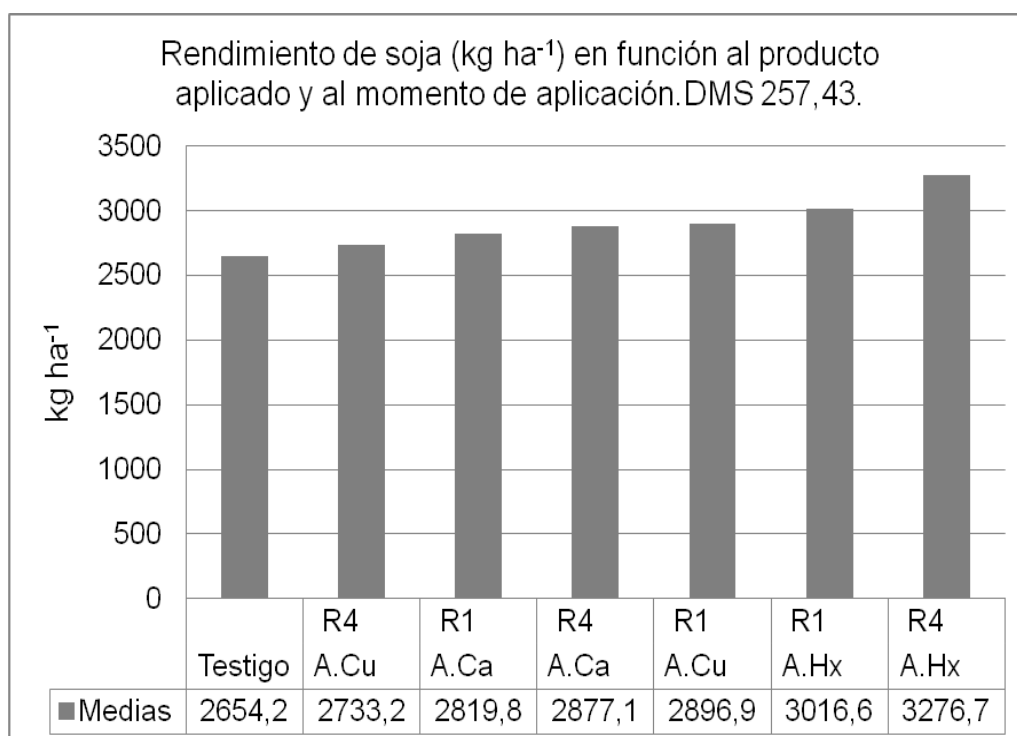
**Figura 2.** Rendimiento de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en función a la dosis ( $\text{l ha}^{-1}$ ) y al producto aplicado: Aporte Cobre (A.Cu), Aporte Calcio (A. Ca) y Aporte Hexa (A. Hx).



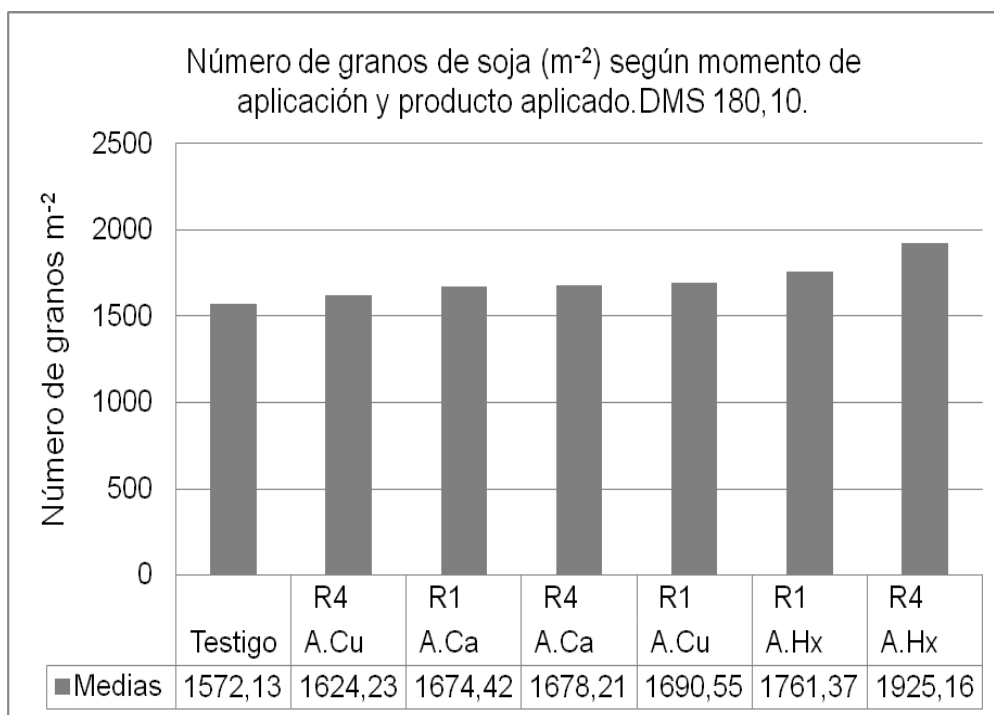
**Figura 3.** Número de granos  $m^{-2}$  de soja en función al producto aplicado: Aporte Cobre (A.Cu), Aporte Calcio (A. Ca) y Aporte Hexa (A. Hx).



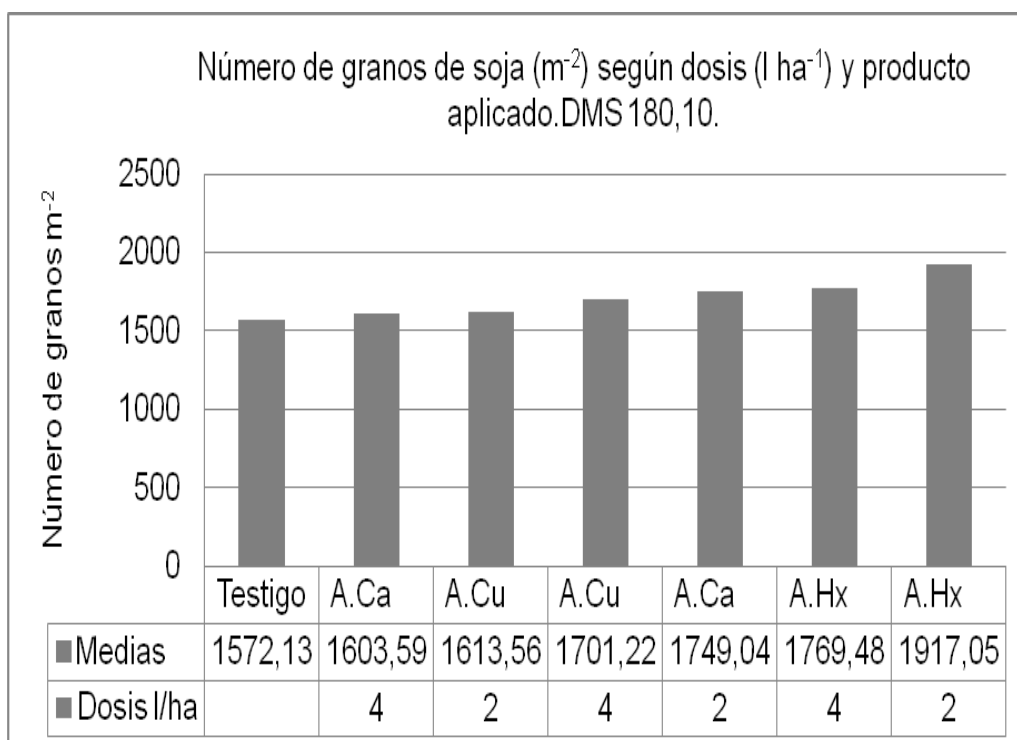
**Figura 4.** Rendimiento de soja ( $kg\ ha^{-1}$ ) en función al producto aplicado :Aporte Cobre (A.Cu), Aporte Calcio (A. Ca) ,Aporte Hexa (A. Hx) y al momento de aplicación ( $R_1$  y  $R_4$ ).



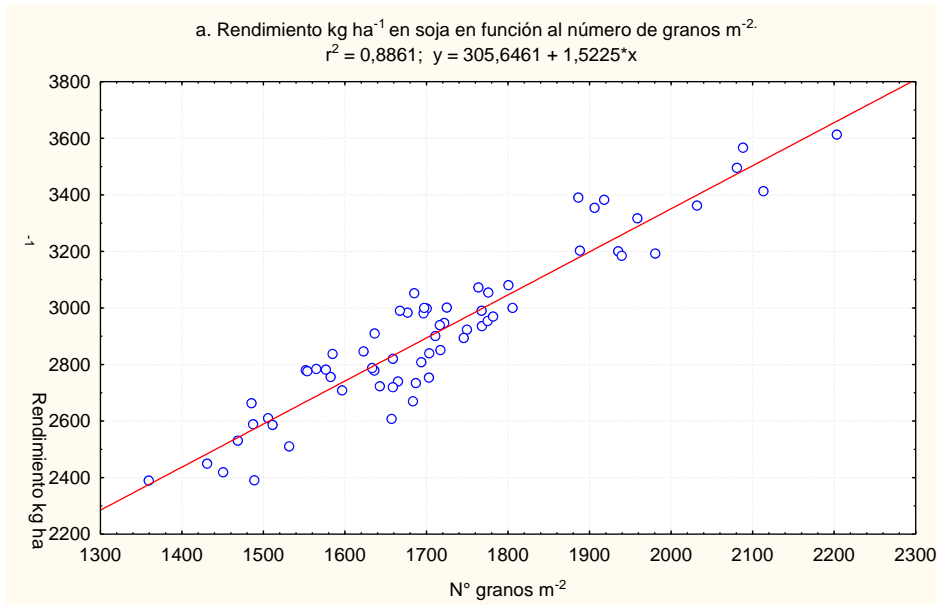
**Figura 5.** Número de granos  $m^{-2}$  en función al producto aplicado (Aporte Cobre (A.Cu), Aporte Calcio (A. Ca), Aporte Hexa (A. Hx) y al momento de aplicación (R<sub>1</sub> y R<sub>4</sub>).



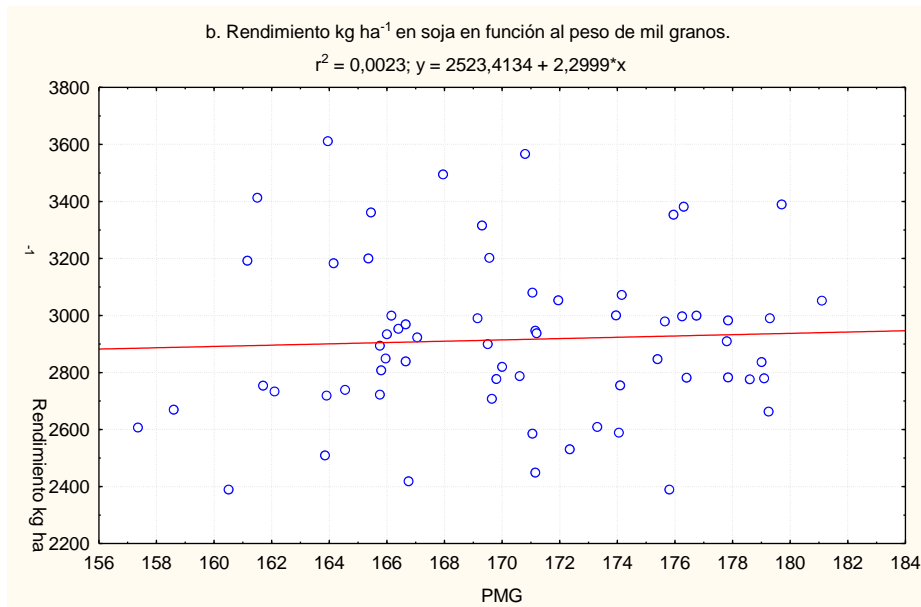
**Figura 6.** La dosis 2  $l\ ha^{-1}$  de Aporte Hexa fue la que mayor efecto tuvo sobre el número de granos en el cultivo de soja entre todos los fertilizantes foliares evaluados en la experiencia.



**Figura 7.** Rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  en relación al componente de rendimiento: Número de granos  $\text{m}^{-2}$ .



**Figura 8.** Rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  en relación al componente de rendimiento: Peso de mil granos (PMG).





## **Discusión**

Los resultados de esta experiencia muestran un efecto positivo de la fertilización foliar en el rendimiento del cultivo de soja (*Glicine max*).

Ferraris (2005) observó que la disponibilidad de micronutrientes en los suelos para los cultivos extensivos ha sido históricamente considerada adecuada, y su aplicación mediante fertilizantes poco necesaria, hecho que se contrapone con los datos de Melgar, *et al.*, (1997) donde ha encontrado deficiencias de hasta un 10 % y un 7 % respectivamente para Zn (zinc) y Cu (cobre) en la región pampeana. En los últimos años se han visto sintomatologías de deficiencias nutricionales por micronutrientes en los cultivos de grano y una creciente respuesta a la aplicación de fertilizantes que aporten micronutrientes, en la experiencia llevada a cabo en 2012 se ha corroborado esta afirmación donde los fertilizantes foliares con macro y micronutrientes han maximizado el rendimiento en el cultivo de soja complementando la fertilización de base. El incremento de rendimiento promedio con el uso de fertilizantes foliares en este trabajo fue de 282 kg ha<sup>-1</sup>, que son relativamente parecidos a los de Zamora (2008), donde se han encontrado aumentos de rendimientos de soja promedio respecto al testigo de 165 kg ha<sup>-1</sup>.

El ensayo de Ferraris y Couretot (2011) tuvo resultados positivos con la inclusión de fertilizante foliar en el planteo productivo del cultivo de soja, comprobando la eficiencia de la inclusión de fertilizantes foliares que aporten micronutrientes. Similares resultados se citan en el trabajo que se realizó en el partido de General Arenales (Buenos Aires) con resultados positivos sobre el rendimiento en el cultivo de soja, hecho que coincide con nuestra experiencia en 2012 sobre el mismo cultivo.

El incremento en el rendimiento que Aporte Hexa marcó en R<sub>4</sub> se diferenció estadísticamente de los demás fertilizantes usados y el testigo, contrastando a lo observado por Fontaneto y Keller (2006) los cuales no tuvieron respuesta al agregado de

micronutrientes en el cultivo de soja en su trabajo de evaluación de fertilizantes foliares a distintas dosis y estados fenológicos. Pero en el año 2009 Fontanetto, Keller y Albretch en sus ensayos obtuvieron un aumento significativo de los principales componentes de rendimiento del cultivo de soja (NG y PMG) y en el rendimiento propiamente dicho con la inclusión de la tecnología de fertilización foliar.

La fertilización foliar complementaria a la fertilización de base en el cultivo de soja manifiesta un efecto positivo, no resultando coincidente con los ensayos que llevaron a cabo Pautasso, Melchiori y Barbagelata (2011) los cuales no tuvieron resultados positivos con la inclusión de fertilización foliar en el cultivo de soja.

En los últimos años se han observado deficiencias y posteriormente respuesta en algunas situaciones a la fertilización foliar complementaria a la de base. Se han determinado bajos niveles de micronutrientes como B (boro), Zn (zinc) y Cu (cobre) (Melgar, *et al.*, 1997) en suelos de la región pampeana y en plantas de soja, girasol, maíz y trigo. De estos tres elementos, B (boro) y Cu (cobre) serían los primeros a considerar para el cultivo de soja (Rozas, 2013), estos micronutrientes son mencionados como deficientes en el trabajo de Cordone *et al.* (2007) en su evaluación del estado nutricional de suelos de la provincia de Santa Fe. Hace una década atrás no se tomaba en cuenta la inclusión de micronutrientes por considerarse que se encontraban en cantidades suficientes, este panorama hoy a cambiado y este trabajo coincide con el de García (2008) que marca la necesidad de diagnosticar la deficiencia nutricional de micronutrientes en los cultivos tanto por medio visual, como análisis químico de suelo o análisis foliar. Aplicando en caso de ser necesarios micronutrientes para satisfacer los requerimientos del cultivo y complementar la fertilización de base para su óptimo crecimiento, los resultados respecto al análisis del estado nutricional en los suelos obtenidos por Cordone *et al.* (2011) respaldan la necesidad de diagnosticar, analizando y caracterizando por ambientes los suelos y fertilizar en caso de encontrarse alguna deficiencia de micronutrientes.

La relación costo-beneficio resulta favorable al utilizar los fertilizantes foliares en los sistemas de cultivos de grano, factor que debe ser considerado cuando se incorpora una nueva tecnología en producción, la investigación de Sillón (2008) obtuvo resultados satisfactorios como este trabajo ante la incorporación de la técnica de fertilización foliar. Se destaca en el trabajo de Sillón (2008) que este tipo de tratamiento puede ser aplicado en mezcla de tanque con otros agroquímicos como insecticidas o fungicidas, con los cuales se ha encontrado buena compatibilidad y esto reduce considerablemente los costos de aplicación al momento de considerar la inclusión o no de la fertilización foliar en un planteo productivo. El momento fenológico óptimo para la aplicación encontrado en este trabajo fue R<sub>4</sub> teniendo coincidencia con el trabajo de Sillón (2008) llevado a cabo en 22 ensayos realizados en la Pampa Húmeda y considerando cuatro campañas, con diferentes ambientes, variedades, aplicados entre R<sub>3</sub> y R<sub>5</sub>; demuestran un incremento significativo del rendimiento.

Si bien en este trabajo no fue evaluado es probable que el aumento del número de granos m<sup>-2</sup> (componente que ha explicado el rendimiento) se deba al aumento de la tasa de crecimiento del cultivo durante el período crítico, una mayor eficiencia fotosintética (Sinclair y Horie, 1989; Connor, Hall, Sadras, 1993).

### **Conclusiones**

En esta experiencia se ha encontrado en términos generales una respuesta en rendimiento kg ha<sup>-1</sup> significativa (p<0,05) a la fertilización foliar respecto al testigo que solo recibió una fertilización de base. Dicha respuesta se debió al aumento del NG por superficie y no al tamaño de los granos.

Respecto de los fertilizantes evaluados Aporte Hexa, que tiene mayor cantidad de P (fósforo) y Zn (zinc) que los demás, fue el que tuvo la mejor performance. En cuanto a las

dosis, la de 2 l ha<sup>-1</sup> generó mayores rendimientos que la de 4 l ha<sup>-1</sup>. Si bien no hubo diferencias significativas entre la aplicación en R<sub>1</sub> y R<sub>4</sub> para el conjunto de los tratamientos ensayados (productos y dosis), se encontró una mayor respuesta con la aplicación del Aporte Hexa en R<sub>4</sub>.

Dado que esta experiencia se realizó en un sitio y en un año, las conclusiones alcanzadas deberán ser confirmadas en futuras investigaciones.

## **Bibliografía**

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology, Department of Plant Pathology University of Florida. 838 p.
- Arévalo, E. 2008. Fertilización Foliar: ¿Qué resultados hay? Resultados de ensayos realizados por COMPO En: Cuadernillo Agromercado Soja, Ediciones COMPO, Buenos Aires. 21-27 p.
- Andrade, F.H. y Sadras, V. 2009. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Unidad integrada INTA EEA Balcarce. 310-318 p.
- Board, J.E. and Tan, Q. 1995. Assimilatory capacity effects on soybean yield components and pod number. Crop Sci.35: 846-851 p.
- Carmona, M. 2012. Fertilizantes foliares para el manejo de enfermedades de fin de ciclo en soja. En: Evaluación de fertilizantes foliares y fungicidas para el manejo de enfermedades de fin de ciclo en soja en Marcos Juárez. Ediciones INTA EEA Marcos Juárez, Córdoba. 3-12 p.
- Collino, D., De Luca, M., Peticari, A., Urquiaga, S., y Racca, R. 2007. Aporte de la FBN a la nutrición de la soja y factores que la limitan en diferentes regiones del país. Actas XXIII Reunión Latinoamericana de Rizobiología. Los Cocos, Córdoba. Argentina.
- Connor, D.J., Hall A.J. y Sadras, V.1993. Effect of nitrogen content on the photosynthetic characteristics of sunflower leaves. Aust. J.Plant Physiol.20: 251-263 p.
- Cordone, G., Salvagiotti, F., Bodrero, M., Capurro, J., Martínez, F., Enrico, J., Turinetto, M., Méndez, J. y Trentino, N. 2003. Respuesta de soja de primera al

- agregado de nitrógeno en estado reproductivo. En: Para Mejorar la Producción N° 24. Soja campaña 2002/03, INTA EEA Oliveros. 124-129 p.
- Cordone, G., Vidal, C., Martínez, F., Casasola, E., Prieto, G. y Trentino, N. 2007. Estado nutricional del cultivo de soja en Santa Fe. Campaña 2006/7. Para Mejorar la Producción N° 36. Pág. 96. INTA EEA Oliveros. 84-88 p.
  - Cordone, G., Salvagiotti, F., Bodrero, M., Capurro, J., Martínez, F., Enrico, J., Turinetto, M., Méndez, J. y Trentino, N. 2011. Estado nutricional del cultivo de soja en la Provincia de Santa Fe. En: Para Mejorar la Producción N° 46. INTA EEA Oliveros. 65-70 p.
  - Díaz Zorita, M. 1997. Requerimientos nutricionales del cultivo de soja. En: Díaz Zorita, M y G.A. Duarte (Eds.). Manual Práctico para la Producción de Soja. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires. 79-95 p.
  - Egli, D.B. 1997. Cultivar maturity and response of soybean to stress during seed filling. *Fields crops Res.* 52: 1-8 p.
  - Egli, D.B. 1998. Seed biology and their yield of grain crops. CAB international, UK. 178 p.
  - Egli, D.B. 1999. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Sci.* 39: 1361-1369 p.
  - Espinoza, J. 1996. La nutrición foliar. En: Informaciones Agronómicas, Publicación INPOFOS N° 25, Buenos Aires. 4-11 p.
  - Eyal Ronen, L. 2009. Fertilización Foliar: Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. En: Eyal Ronen, nutrición Foliar. Boletín de Haifa Chemicals. 20-25 p.
  - Fehr, W.R. and Caviness, C.E. 1977. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science* 11:929–931 p.

- Ferraris, G. 2005. Fertilización del cultivo de soja. En: Boletín de desarrollo rural INTA Pergamino, Fertilización del cultivo de soja, ediciones INTA EEA Pergamino, Buenos Aires. 2-11 p.
- Ferraris, G. y Couretot, L. 2011. Fertilización Con Micronutrientes En Soja. Experiencias En La Región Centro - Norte De Buenos Aires y sur De Santa Fe. En: Actas del Congreso Mercosoja 2011. Foro Fertilizantes e Inoculantes. Rosario, Santa Fe. 5-16 p.
- Fontanetto, H. y Keller, O. 2006. Consideraciones para el manejo de la fertilización de la soja. En: Información técnica de cultivos de verano, campaña 2006. Publicación N° 106. 51-75 p.
- Fontanetto, H., Keller, O. y Albreth, J. 2009. Manejo de la fertilización de la soja en regiones templadas. En: Congreso Mercosoja 2009, Tercer congreso de soja del Mercosur. Publicación N° 15. Brasil. 4-10 p.
- García, F. 2000. Soja: Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo. En: Jornada de Actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2000". INPOFOS, Rosario, Santa Fe. 9-21 p.
- García, F. 2008. Avances en tecnología de fertilización con micronutrientes en cultivos de verano de la Región Pampeana. En: publicación Tecnoagro, Boletín informativo N° 8. Rosario, Santa Fe. 5-14 p.
- García, F., Ciampitti, I. y Baigorri, H. 2009. Nutrición de la soja En: García, Ciampitti y Baigorri, Manual de manejo del cultivo de soja. IPNI Ediciones, Buenos Aires. 90-102 p.
- García, H. y Peña, C. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. Primera Edición. México, D.F. 23-37 p.

- Jiang, H. and Egli, D.B. 1993. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy journal* 85: 221-225 p.
- Jiang, H. and Egli, D.B. 1995. Soybean seed number and crop growth rate during flowering. *Agron. J.* 87: 264-268 p.
- Luttge, U. and Higinbotham, N. 1987. *Transport in plants*. Springer- Verlag. New York. 124-169 p.
- Malavolta, E. 1998. Aspectos de la aplicación foliar con micronutrientes. En: *Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura*. Sociedad colombiana de la ciencia del suelo. Bogotá. 67-87 p.
- Melgar, R., Díaz Zorita, M., González, R. y García, J. 1997. Soja: Fertilización Foliar. En: *Fertilización de cultivos y pasturas*, Ediciones INTA EEA Pergamino, Buenos Aires. 15-18 p.
- Mengel, K and Kirkby, E. A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. 4a ed. Internal. Potash Institute, Berna. 687-691 p.
- Morverdt, J. 1999. *Micronutrients in Agriculture*. 2ª. Ed. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. 760-768 p.
- Pautasso J., Melchiori, R. y Barbagelata, P. 2011. Respuesta de la soja a la fertilización foliar Post-estrés hídrico. Publicación INTA EEA Paraná N° 204, Entre Ríos.
- Rodríguez, J. 2005. Fertilización Foliar: Soja En: *La fertilización de cultivos, un método racional*. Editorial hemisferio Sur, Buenos Aires. 12-19 p.
- Rosolem, C.A. 2002. Eficiencia de fertilización foliar. En: *XX Reunión Brasileira de Fertilidad de suelo y nutrición de Plantas*, Fundación Cargill, Piracicaba, Brasil. 315-351 p.



- Rozas, H.2013. Monitoreo de suelos para el uso racional de fertilizantes, Ediciones INTA EEA Balcarce, Buenos Aires.21-24 p.
- Salas, R. 2002. Herramientas de diagnostico para definir recomendaciones de fertilización foliar. En: Fertilización Foliar, principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica, centro de investigaciones agronómicas. 9-18 p.
- Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca (SAGPYA). Sitio Web [www.sagpya.com.ar](http://www.sagpya.com.ar), Dirección de coordinación de delegaciones.2013.
- Sillón, M. 2008. Evaluación de fertilizantes foliares en soja y maíz: Campaña 2007/2008. En: Boletín Técnico Agromercado. Ediciones COMPO, Buenos Aires. 5-15 p.
- Sinclair, T. R. y Horie, T. 1989.Leaf nitrogen, Photosynthesis, and crop radiation-use efficiency: A review. Crop Sci. 29: 90-98 p.
- Trápani, N. 1999.Effects of constant and variable nitrogen supply on grain crops. Annals of Bot. 84: 599-606 p.
- Trapani, N. and Hall, A. 1996. Effect of leaf position and nitrogen supply on the expansión of leaf of field grown sunflower. Plant soil 184: 331-340 p.
- Vasilas, B. y Legg, J. 1995. Fertilización foliar en el cultivo de soja. En: Fertilización Foliar en soja: Absorción y translocación .Ediciones IPNI, Buenos Aires. 40-49 p.
- Westgate, M.E., Orf, J., Schussler, J. and Shumway, C. 1995. Temperature regulation of seed composition in soybean. Inform 6: 498 p.
- Westgate, M.E., Piper E., Batchelor, W.D. and Hurburgh C.1999. Effects of cultural and environmental conditions during soybean growth on nutritive value of soy

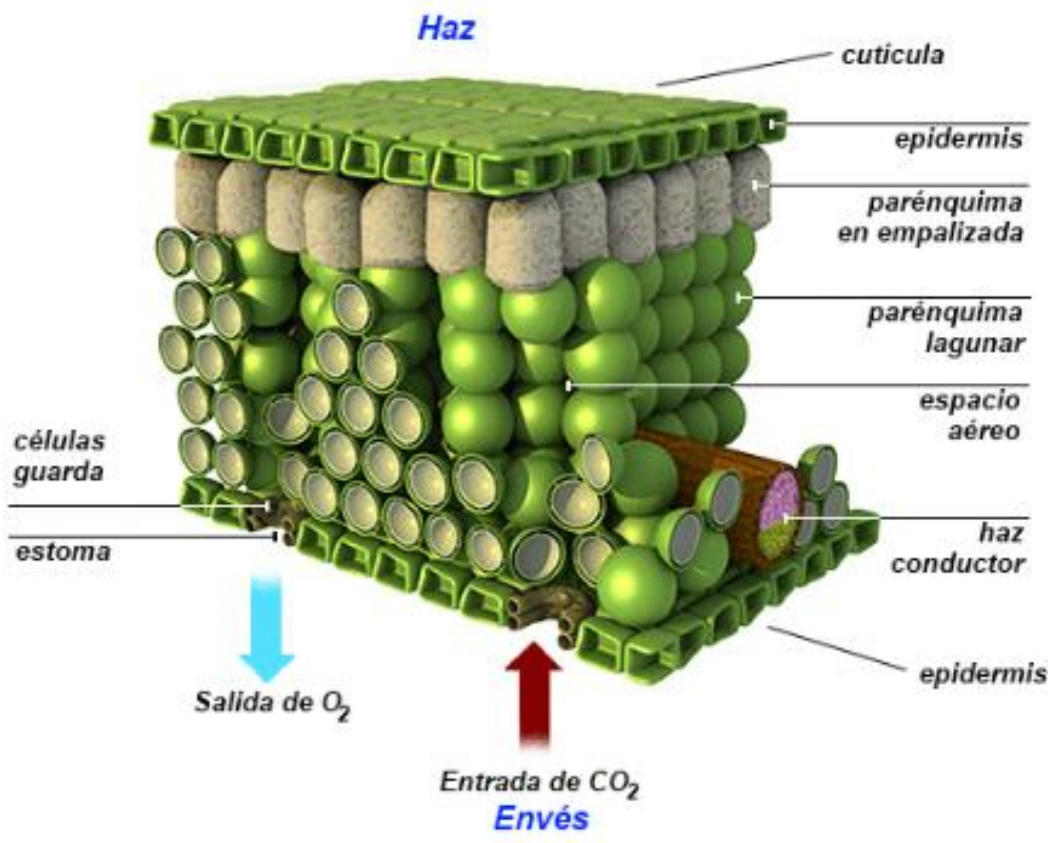
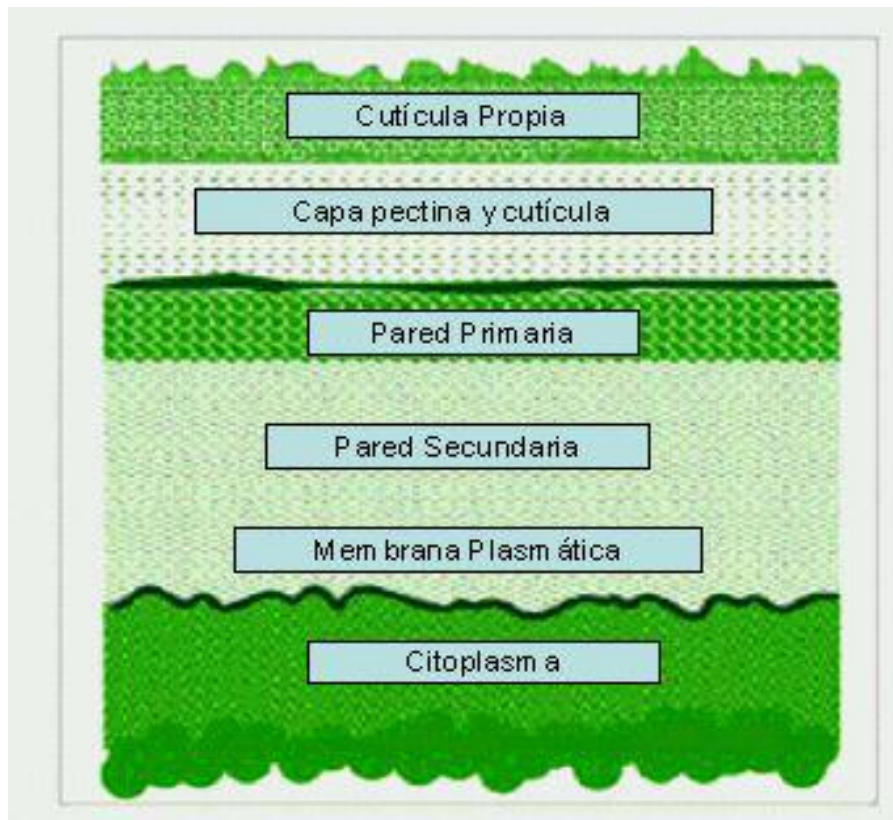
products. Proc. Soy/Swine Symposium. World Soybean Research Conference. United Soybean Board. St. Louis, Mo.

- Yamada, T. 1999. Nutrición Balanceada en soja En: Publicación INPOFOS Cono Sur, Jornada de actualización técnica para profesionales sobre fertilización en soja .Ediciones INPOFOS, Buenos Aires. 12-17 p.
- Zamora, M. 2008. Fertilización estratégica de soja bajo siembra directa en el sur de la provincia de Buenos Aires. Chacra experimental integrada de Barrow (convenio INTA-MAA). 4-16 p.
- Zubillaga, M., Rodríguez, D., Latorre, A. y Lavado, R.1998. Fertilización fosfatada prolongada en cultivos de la pampa ondulada. Publicación Nuestro campo 44: 24-26 p.

# **ANEXOS**

# Anexo 1

## Estructura interna de una hoja



## Anexo 2

### Tratamientos

Trats./factor	Fertilizante foliar	Dosis (l ha <sup>-1</sup> )	Momento
1	A.Ca	2	R <sub>1</sub>
2	A.Ca	2	R <sub>4</sub>
3	A.Ca	4	R <sub>1</sub>
4	A.Ca	4	R <sub>4</sub>
5	A.Cu	2	R <sub>1</sub>
6	A.Cu	2	R <sub>4</sub>
7	A.Cu	4	R <sub>1</sub>
8	A.Cu	4	R <sub>4</sub>
9	A.Hx	2	R <sub>1</sub>
10	A.Hx	2	R <sub>4</sub>
11	A.Hx	4	R <sub>1</sub>
12	A.Hx	4	R <sub>4</sub>
13	Testigo		

R<sub>1</sub>: Una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal; R<sub>4</sub>: Una vaina de 2 cm de largo en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal (Fehr *et al.*, 1977)

## Anexo 3

### Plano del ensayo

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
III	5	4	7	1	6	10	11	13	12	9
IV	10	9	8	2	7	3	6	1	5	11
V	4	7	3	1	9	8	10	11	2	13

## Anexo 4

Precipitaciones medias mensuales (1910-2012) comparadas con las precipitaciones de los meses de la campaña en la que se realizó el ensayo (2012/2013).

Precipitaciones (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Promedio (1910-2012)	109	106	125	97	58,7	36	35	40,5	55,09	105,5	100,3	106,2
Precipitaciones 2012	82	273	141	17	127	7	9	203	79	301	136	89
Precipitaciones 2013	27	160	91,5	89	66,5	7	28	2	32	62	172	20,4

Datos de fertilidad y rotaciones del campo donde se realizó el ensayo

Fósforo Bray (0-20 cm): 12 ppm.

Materia orgánica: 2,5 %.

Rotaciones:

Campaña	Cultivo
2009/10	Sorgo
2010/11	Soja
2011/12	Soja

## Anexo 5

### Modelo estadístico

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
RENDIMIENTO kg ha <sup>-1</sup>	60	0,65	0,51	6,64	
F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Modelo	3383108,46	16	211444,28	5,64	<0,0001
Bloque	280400,68	4	70100,17	1,87	0,1312
Trats.	3102707,78	12	258558,98	6,89	<0,0001
Producto	1333315,73	2	666657,87	17,54	<0,0001
Momento	39372,82	1	39372,82	1,04	0,3139
Dosis I ha <sup>-1</sup>	159856,82	1	159856,82	4,21	0,0458
Producto*Momento	449292,13	2	224646,07	5,91	0,0051
Producto*Dosis I ha <sup>-1</sup>	546362,13	2	273181,07	7,19	0,0019
Momento*Dosis I ha <sup>-1</sup>	205,35	1	205,35	0,01	0,9417
Producto*Momento*Dosis I ha <sup>-1</sup>	205922,8	2	102961,4	2,71	0,0768
Factorial vs. Testigo	368380	1	368380	9,822568229	0,002938293
Error	1800164,52	48	37503,43		
Total	5183272,98	64			

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 224,39968

Error: 37503,4300 gl: 48

Bloque	Medias	n	
IV	2825,25	12	A
III	2928,17	12	A
V	2954	12	A
I	2987,83	12	A
II	2988,33	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS:148,31363  
 Error: 37503,4300 gl: 48

Producto	Medias	n			
Testigo	2654,2	20	A		
A.Cu	2815,05	20	A		
A.Ca	2848,45	20	A	B	
A.Hx	3146,65	20			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 100,62590  
 Error: 37503,4300 gl: 48

Momento	Medias	n		
Testigo	2654,2	30	A	
R1	2911,1	30		B
R4	2962,33	30		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 100,62590  
 Error: 37503,4300 gl: 48

Dosis l ha <sup>-1</sup>	Medias	n			
Testigo	2654,2	30	A		
4	2885,1	30		B	
2	2988,33	30			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 257,45315  
 Error: 37503,4300 gl: 48

Producto	Momento	Medias	n			
Testigo		2654,2	10	A		
A.Cu	R4	2733,2	10	A		
A.Ca	R1	2819,8	10	A		
A.Ca	R4	2877,1	10	A		
A.Cu	R1	2896,9	10	A		
A.Hx	R1	3016,6	10	A	B	
A.Hx	R4	3276,7	10			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 257,45315

Error: 37503,4300 gl: 48

Producto	Dosis l ha <sup>-1</sup>	Medias	n			
Testigo		2654,2	10	A		
A.Ca	4	2697,7	10	A		
A.Cu	2	2737,8	10	A		
A.Cu	4	2892,3	10	A		
A.Ca	2	2999,2	10	A	B	
A.Hx	4	3065,3	10		B	C
A.Hx	2	3228	10			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 188,45862

Error: 37503,4300 gl: 48

Momento	Dosis l ha <sup>-1</sup>	Medias	n		
Testigo		2654,2	15	A	
R1	4	2861,33	15		B
R4	4	2908,87	15		B
R1	2	2960,87	15		B
R4	2	3015,8	15		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 421,42723



Error: 37503,4300 gl: 48

Producto	Momento	Dosis I ha <sup>-1</sup>	Medias	n		
A.Cu	R4	2	2595,2	5	A	
Testigo			2654,2	5	A	
A.Ca	R1	4	2655,2	5	A	
A.Ca	R4	4	2740,2	5	A	
A.Cu	R4	4	2871,2	5	A	
A.Cu	R1	2	2880,4	5	A	
A.Cu	R1	4	2913,4	5	A	
A.Ca	R1	2	2984,4	5	A	
A.Ca	R4	2	3014	5	A	
A.Hx	R1	4	3015,4	5	A	
A.Hx	R1	2	3017,8	5	A	
A.Hx	R4	4	3115,2	5	A	B
A.Hx	R4	2	3438,2	5		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 1121,86093

Error: 37503,4300 gl: 48

	Medias	n	
IV:A.Cu:R1:4,00	2483,73	1	A
IV:A.Ca:R4:2,00	2543,73	1	A
III:A.Cu:R1:4,00	2586,65	1	A
V:A.Cu:R1:4,00	2612,48	1	A
IV:A.Ca:R4:4,00	2628,73	1	A
I:A.Cu:R1:4,00	2646,32	1	A
III:A.Ca:R4:2,00	2646,65	1	A
II:A.Cu:R1:4,00	2646,82	1	A
Testigo	2654,2	1	A
V:A.Ca:R4:2,00	2672,48	1	A
I:A.Ca:R4:2,00	2706,32	1	A
II:A.Ca:R4:2,00	2706,82	1	A
III:A.Ca:R4:4,00	2731,65	1	A
V:A.Ca:R4:4,00	2757,48	1	A
IV:A.Cu:R4:4,00	2759,73	1	A
IV:A.Cu:R1:2,00	2768,93	1	A
I:A.Ca:R4:4,00	2791,32	1	A
II:A.Ca:R4:4,00	2791,82	1	A
IV:A.Cu:R4:2,00	2801,93	1	A
III:A.Cu:R4:4,00	2862,65	1	A

III:A.Cu:R1:2,00	2871,85	1	A
IV:A.Ca:R1:2,00	2872,93	1	A
V:A.Cu:R4:4,00	2888,48	1	A
V:A.Cu:R1:2,00	2897,68	1	A
IV:A.Ca:R1:4,00	2902,53	1	A
IV:A.Hx:R4:2,00	2903,93	1	A
III:A.Cu:R4:2,00	2904,85	1	A
IV:A.Hx:R1:2,00	2906,33	1	A
I:A.Cu:R4:4,00	2922,32	1	A
II:A.Cu:R4:4,00	2922,82	1	A
V:A.Cu:R4:2,00	2930,68	1	A
I:A.Cu:R1:2,00	2931,52	1	A
II:A.Cu:R1:2,00	2932,02	1	A
I:A.Cu:R4:2,00	2964,52	1	A
II:A.Cu:R4:2,00	2965,02	1	A
III:A.Ca:R1:2,00	2975,85	1	A
V:A.Ca:R1:2,00	3001,68	1	A
IV:A.Hx:R4:4,00	3003,73	1	A
III:A.Ca:R1:4,00	3005,45	1	A
III:A.Hx:R4:2,00	3006,85	1	A
III:A.Hx:R1:2,00	3009,25	1	A
V:A.Ca:R1:4,00	3031,28	1	A
V:A.Hx:R4:2,00	3032,68	1	A
V:A.Hx:R1:2,00	3035,08	1	A
I:A.Ca:R1:2,00	3035,52	1	A
II:A.Ca:R1:2,00	3036,02	1	A
I:A.Ca:R1:4,00	3065,12	1	A
II:A.Ca:R1:4,00	3065,62	1	A
I:A.Hx:R4:2,00	3066,52	1	A
II:A.Hx:R4:2,00	3067,02	1	A
I:A.Hx:R1:2,00	3068,92	1	A
II:A.Hx:R1:2,00	3069,42	1	A
III:A.Hx:R4:4,00	3106,65	1	A
V:A.Hx:R4:4,00	3132,48	1	A
I:A.Hx:R4:4,00	3166,32	1	A
II:A.Hx:R4:4,00	3166,82	1	A
IV:A.Hx:R1:4,00	3326,73	1	A
III:A.Hx:R1:4,00	3429,65	1	A
V:A.Hx:R1:4,00	3455,48	1	A
I:A.Hx:R1:4,00	3489,32	1	A
II:A.Hx:R1:4,00	3489,82	1	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>Peso de mil granos (PMG)</b>	60	0,3	0,06	3,3	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	560,82	16	35,05	1	0,4694
Bloque	153,64	4	38,41	1,1	0,3676
Tratamiento	407,18	12	33,93	0,97	0,4884
Producto	14,18	2	7,09	0,22	0,7995
Momento	1,15	1	1,15	0,04	0,8495
Dosis I ha <sup>-1</sup>	6,34	1	6,34	0,2	0,6561
Producto*Momento	91,2	2	45,6	1,45	0,2464
Producto*Dosis I ha <sup>-1</sup>	180,88	2	90,44	2,87	0,0674
Momento*Dosis I ha <sup>-1</sup>	13,63	1	13,63	0,43	0,5142
Producto*Momento*Dosis	91,76	2	45,88	1,46	0,2444
Factorial vs. testigo	8,04	1	8,04	0,23017463	0,633573342
Error	1676,67	48	34,93		
Total	2237,49	64			

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 6,84541  
Error: 34,9000 gl: 48

Bloque	Medias	n	
II	168,22	12	A
III	168,89	12	A
V	170,33	12	A
IV	171,08	12	A
I	173,28	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 4,52437  
Error: 34,9000 gl: 48

Producto	Medias	n	
Testigo	169,04	20	A
A.Ca	170,01	20	A
A.Cu	170,02	20	A
A.Hx	171,05	20	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 3,06964  
 Error: 34,9000 gl: 48

Momento	Medias	n	
Testigo	169,04	30	A
R4	170,22	30	A
R1	170,5	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 3,06964  
 Error: 34,9000 gl: 48

Dosis l ha <sup>-1</sup>	Medias	n	
Testigo	169,04	30	A
2	170,04	30	A
4	170,69	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 7,85372  
 Error: 34,9000 gl: 48

Producto	Momento	Medias	n	
A.Cu	R4	168,51	10	A
Testigo		169,04	10	A
A.Ca	R1	168,54	10	A
A.Hx	R4	170,68	10	A
A.Hx	R1	171,42	10	A
A.Ca	R4	171,49	10	A
A.Cu	R1	171,54	10	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
 DMS: 7,85372  
 Error: 34,9000 gl: 48

Producto	Dosis l ha <sup>-1</sup>	Medias	n	
A.Ca	4	168,3	10	A
A.Hx	2	168,52	10	A

Testigo		169,04	10	A
A.Cu	2	169,87	10	A
A.Cu	4	170,18	10	A
A.Ca	2	171,72	10	A
A.Hx	4	173,58	10	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 5,74901

Error: 34,9000 gl: 48

Momento	Dosis I ha <sup>-1</sup>	Medias	n	
Testigo		169,04	15	A
R1	2	169,7	15	A
R4	4	170,07	15	A
R4	2	170,37	15	A
R1	4	171,3	15	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 12,85582

Error: 34,9000 gl: 48

Producto	Momento	Dosis I ha <sup>-1</sup>	Medias	n	
A.Cu	R4	2	167,48	5	A
A.Ca	R4	4	167,66	5	A
A.Ca	R1	2	168,13	5	A
A.Hx	R4	2	168,33	5	A
A.Hx	R1	2	168,7	5	A
A.Ca	R1	4	168,94	5	A
Testigo			169,04	5	A
A.Cu	R4	4	169,53	5	A
A.Cu	R1	4	170,82	5	A
A.Cu	R1	2	172,26	5	A
A.Hx	R4	4	173,02	5	A
A.Hx	R1	4	174,14	5	A
A.Ca	R4	2	175,31	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 34,22286

Error: 34,9000 gl: 48

	<b>Medias</b>	<b>n</b>	
II:A.Cu:R1:4,00	165,34	1	A
II:A.Ca:R4:4,00	165,52	1	A
II:A.Ca:R1:2,00	165,99	1	A
III:A.Cu:R1:4,00	166,01	1	A
III:A.Ca:R4:4,00	166,19	1	A
II:A.Hx:R1:4,00	166,19	1	A
II:A.Hx:R1:2,00	166,56	1	A
III:A.Ca:R1:2,00	166,66	1	A
II:A.Ca:R4:2,00	166,8	1	A
III:A.Hx:R1:4,00	166,86	1	A
III:A.Hx:R1:2,00	167,23	1	A
II:A.Cu:R4:4,00	167,39	1	A
V:A.Cu:R1:4,00	167,45	1	A
III:A.Ca:R4:2,00	167,47	1	A
V:A.Ca:R4:4,00	167,63	1	A
III:A.Cu:R4:4,00	168,06	1	A
V:A.Ca:R1:2,00	168,1	1	A
IV:A.Cu:R1:4,00	168,2	1	A
V:A.Hx:R1:4,00	168,3	1	A
IV:A.Ca:R4:4,00	168,38	1	A
V:A.Hx:R1:2,00	168,67	1	A
II:A.Cu:R4:2,00	168,68	1	A
IV:A.Ca:R1:2,00	168,85	1	A
V:A.Ca:R4:2,00	168,91	1	A
IV:A.Hx:R1:4,00	169,05	1	A
III:A.Cu:R4:2,00	169,35	1	A
IV:A.Hx:R1:2,00	169,42	1	A
V:A.Cu:R4:4,00	169,5	1	A
IV:A.Ca:R4:2,00	169,66	1	A
II:A.Cu:R1:2,00	170,12	1	A
IV:A.Cu:R4:4,00	170,25	1	A
I:A.Cu:R1:4,00	170,4	1	A
I:A.Ca:R4:4,00	170,58	1	A
III:A.Cu:R1:2,00	170,79	1	A
V:A.Cu:R4:2,00	170,79	1	A
II:A.Hx:R4:4,00	170,88	1	A
I:A.Ca:R1:2,00	171,05	1	A
I:A.Hx:R1:4,00	171,25	1	A
IV:A.Cu:R4:2,00	171,54	1	A
III:A.Hx:R4:4,00	171,55	1	A
I:A.Hx:R1:2,00	171,62	1	A
I:A.Ca:R4:2,00	171,86	1	A
II:A.Hx:R4:2,00	172	1	A
V:A.Cu:R1:2,00	172,23	1	A

I:A.Cu:R4:4,00	172,45	1	A
III:A.Hx:R4:2,00	172,67	1	A
IV:A.Cu:R1:2,00	172,98	1	A
V:A.Hx:R4:4,00	172,99	1	A
II:A.Ca:R1:4,00	173,17	1	A
IV:A.Hx:R4:4,00	173,74	1	A
I:A.Cu:R4:2,00	173,74	1	A
III:A.Ca:R1:4,00	173,84	1	A
V:A.Hx:R4:2,00	174,11	1	A
IV:A.Hx:R4:2,00	174,86	1	A
I:A.Cu:R1:2,00	175,18	1	A
V:A.Ca:R1:4,00	175,28	1	A
I:A.Hx:R4:4,00	175,94	1	A
IV:A.Ca:R1:4,00	176,03	1	A
I:A.Hx:R4:2,00	177,06	1	A
I:A.Ca:R1:4,00	178,23	1	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>Número de Granos m<sup>-2</sup></b>	60	0,56	0,41	7,69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1100589,22	16	68786,83	3,75	0,0002
Bloque	89981,32	4	22495,33	1,23	0,3124
Tratamiento	1010607,9	12	84217,33	4,59	0,0001
Producto	418526,07	2	209263,04	11,89	0,0001
Momento	17084,13	1	17084,13	0,97	0,33
Dosis I ha <sup>-1</sup>	70292,17	1	70292,17	3,99	0,0519
Producto*Momento	139112,88	2	69556,44	3,95	0,0264
Producto*Dosis I ha <sup>-1</sup>	182802,04	2	91401,02	5,19	0,0095
Momento*Dosis I ha <sup>-1</sup>	995,89	1	995,89	0,06	0,8131
Producto*Momento*Dosis I ha <sup>-1</sup>	73003,59	2	36501,8	2,07	0,1379
Factorial vs. Testigo	108791,13	1	108791,13	5,9272442	0,018676832
Error	881012,19	48	18354,42		
Total	1981601,41	64			

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 156,98461  
Error: 18354,4200 gl: 48

<b>Bloque</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	
IV	1653,59	12	A
I	1724,06	12	A
V	1736,01	12	A
III	1736,38	12	A
II	1778,24	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 103,75664  
Error: 18354,4200 gl: 48

<b>Producto</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>		
Testigo	1572,13	20	A	
A.Cu	1657,39	20	A	
A.Ca	1676,31	20	A	B
A.Hx	1843,26	20		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 70,39545  
Error: 18354,4200 gl: 48

<b>Momento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>		
Testigo	1572,13	30	A	
R1	1708,78	30		B
R4	1742,53	30		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 70,39545  
Error: 18354,4200 gl: 48

<b>Dosis I ha<sup>-1</sup></b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>		
Testigo	1572,13	30	A	
4	1691,43	30		B
2	1759,88	30		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05  
DMS: 180,10802  
Error: 18354,4200 gl: 48



Producto	Momento	Medias	n		
Testigo		1572,13	10	A	
A.Cu	R4	1624,23	10	A	
A.Ca	R1	1674,42	10	A	
A.Ca	R4	1678,21	10	A	
A.Cu	R1	1690,55	10	A	
A.Hx	R1	1761,37	10	A	B
A.Hx	R4	1925,16	10		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 180,10802

Error: 18354,4200 gl: 48

Producto	Dosis I ha <sup>-1</sup>	Medias	n		
Testigo		1572,13	10	A	
A.Ca	4	1603,59	10	A	
A.Cu	2	1613,56	10	A	
A.Cu	4	1701,22	10	A	
A.Ca	2	1749,04	10	A	
A.Hx	4	1769,48	10	A	B
A.Hx	2	1917,05	10		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 131,84111

Error: 18354,4200 gl: 48

Momento	Dosis I Ha <sup>-1</sup>	Medias	n		
Testigo		1572,13	15	A	
R1	4	1670,48	15	A	
R4	4	1712,38	15	A	B
R1	2	1747,08	15	A	B
R4	2	1772,68	15	A	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 294,82033

Error: 18354,4200 gl: 48

Producto	Momento	Dosis I ha <sup>-1</sup>	Medias	n		
A.Cu	R4	2	1553,82	5	A	
A.Ca	R1	4	1570,87	5	A	
Testigo			1572,13	5	A	
A.Ca	R4	4	1636,32	5	A	
A.Cu	R1	2	1673,31	5	A	
A.Cu	R4	4	1694,64	5	A	
A.Cu	R1	4	1707,8	5	A	
A.Ca	R4	2	1720,1	5	A	
A.Hx	R1	4	1732,78	5	A	
A.Ca	R1	2	1777,98	5	A	B
A.Hx	R1	2	1789,97	5	A	B
A.Hx	R4	4	1806,17	5	A	B
A.Hx	R4	2	2044,14	5	A	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05

DMS: 784,82687

Error: 18354,4200 gl: 48

	Medias	n	
IV:A.Cu:R1:4,00	1481,75	1	A
IV:A.Ca:R4:2,00	1498,8	1	A
I:A.Cu:R1:4,00	1552,22	1	A
V:A.Cu:R1:4,00	1564,17	1	A
IV:A.Ca:R4:4,00	1564,25	1	A
III:A.Cu:R1:4,00	1564,54	1	A
I:A.Ca:R4:2,00	1569,27	1	A
Testigo	1572,13	1	A
V:A.Ca:R4:2,00	1581,22	1	A
III:A.Ca:R4:2,00	1581,59	1	A
IV:A.Cu:R1:2,00	1601,24	1	A
II:A.Cu:R1:4,00	1606,4	1	A
IV:A.Cu:R4:4,00	1622,57	1	A
II:A.Ca:R4:2,00	1623,45	1	A
I:A.Ca:R4:4,00	1634,72	1	A
IV:A.Cu:R4:2,00	1635,73	1	A
V:A.Ca:R4:4,00	1646,67	1	A
III:A.Ca:R4:4,00	1647,04	1	A
IV:A.Ca:R1:4,00	1648,03	1	A
IV:A.Hx:R4:2,00	1660,71	1	A
I:A.Cu:R1:2,00	1671,71	1	A

V:A.Cu:R1:2,00	1683,66	1	A
III:A.Cu:R1:2,00	1684,03	1	A
II:A.Ca:R4:4,00	1688,9	1	A
I:A.Cu:R4:4,00	1693,05	1	A
V:A.Cu:R4:4,00	1704,99	1	A
III:A.Cu:R4:4,00	1705,37	1	A
IV:A.Ca:R1:2,00	1705,91	1	A
I:A.Cu:R4:2,00	1706,21	1	A
IV:A.Hx:R1:2,00	1717,9	1	A
V:A.Cu:R4:2,00	1718,15	1	A
I:A.Ca:R1:4,00	1718,5	1	A
III:A.Cu:R4:2,00	1718,53	1	A
II:A.Cu:R1:2,00	1725,89	1	A
V:A.Ca:R1:4,00	1730,45	1	A
III:A.Ca:R1:4,00	1730,82	1	A
I:A.Hx:R4:2,00	1731,18	1	A
IV:A.Hx:R4:4,00	1734,1	1	A
V:A.Hx:R4:2,00	1743,13	1	A
III:A.Hx:R4:2,00	1743,5	1	A
II:A.Cu:R4:4,00	1747,23	1	A
II:A.Cu:R4:2,00	1760,39	1	A
II:A.Ca:R1:4,00	1772,68	1	A
I:A.Ca:R1:2,00	1776,39	1	A
II:A.Hx:R4:2,00	1785,36	1	A
V:A.Ca:R1:2,00	1788,33	1	A
I:A.Hx:R1:2,00	1788,37	1	A
III:A.Ca:R1:2,00	1788,71	1	A
V:A.Hx:R1:2,00	1800,32	1	A
III:A.Hx:R1:2,00	1800,69	1	A
I:A.Hx:R4:4,00	1804,58	1	A
V:A.Hx:R4:4,00	1816,52	1	A
III:A.Hx:R4:4,00	1816,9	1	A
II:A.Ca:R1:2,00	1830,57	1	A
II:A.Hx:R1:2,00	1842,55	1	A
II:A.Hx:R4:4,00	1858,76	1	A
IV:A.Hx:R1:4,00	1972,07	1	A
I:A.Hx:R1:4,00	2042,55	1	A
V:A.Hx:R1:4,00	2054,49	1	A
III:A.Hx:R1:4,00	2054,87	1	A
II:A.Hx:R1:4,00	2096,73	1	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 5**

Fotografías del ensayo







Imagen Google Earth del lote donde se realizó el ensayo



