

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**



**Trabajo Final**

**Para Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo**

**RESPUESTA DEL ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO DEL  
CULTIVO DE MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DOSIS  
VARIABLES DE CINCO.**

**Diego Hernán Di Bene**

**DNI: 31707532**

**Director: Ing. Agr. M. Sc. Bongiovanni Marcos.**

**Co-director: Ing. Agr. Balboa Guillermo R.**

**Río Cuarto – Córdoba**

**2013**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: ***“RESPUESTA DEL ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DOSIS VARIABLES DE CINCO”***

Autor: Di Bene Diego Hernán.

DNI: 31707532.

Director: M.Sc Ing Agr. Bongiovanni, Marcos.

Co-Director: Ing Agr. Balboa, Guillermo R.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. Bonadeo Elena. \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Marzari, Rosana. \_\_\_\_\_

MSc. Ing. Agr. Bongiovanni, Marcos. \_\_\_\_\_

Fecha de presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por la Secretaria Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por el apoyo de siempre en la vida y a lo largo de toda la carrera.

A mis amigos por estar tanto en los buenos como en los malos momentos dando una palabra de aliento para seguir adelante y por haberme permitido pasar momentos increíbles a lo largo de la carrera.

A mi director Marcos por la predisposición para poder llevar adelante este trabajo, aportando gran parte de su tiempo.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y en particular a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, por su contribución a mi formación profesional.

A la cátedra de cereales por permitirme realizar mi trabajo final de grado junto a ellos.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
I-INTRODUCCIÓN.....	1
1-Hipótesis.....	7
2-Objetivo Específico.....	7
3-Objetivo General.....	7
II-MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
1-Descripción del Ensayo Experimental.....	8
2-Observaciones y Mediciones.....	10
Del Cultivo.....	10
Fenología del Cultivo.....	10
Marcación de Plantas.....	10
Área Foliar.....	10
Concentración de Nutrientes en la Hoja ubicada por debajo de la espiga.....	10
Determinación de Rendimiento y Componentes Directos.....	11
3-Análisis de datos.....	11
III-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
1-Descripción meteorológica de la campaña 2010/11 para el sitio del ensayo.....	12
2-Fenología del cultivo.....	14
3-Área foliar.....	14
4- Concentración de cinc a nivel foliar.....	16
5- Producción de plantas normales y deficientes.....	18
6-Rendimiento y componentes directos.....	19

<b>8- Relación entre rendimiento de granos a nivel de parcela y dosis de cinc.....</b>	<b>21</b>
<b>IV-CONCLUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>V-BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>30</b>

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Precipitación mensual (mm) para el período de julio – abril del ciclo 2010 / 11.....	<b>12</b>
<b>Figura 2.</b> Temperatura del aire durante el periodo octubre – abril de la campaña 2010 / 11.....	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b> Concentración de cinc en la hoja inferior a la espiga (ppm) en relación a la dosis de cinc en la mezcla fertilizante (kg).....	<b>16</b>
<b>Figura 4.</b> Rendimiento (Kg/Ha) en función de los distintos tratamientos de fertilización.....	<b>20</b>
<b>Figura 5.</b> Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) en función de las dosis de cinc empleadas (kg ha <sup>-1</sup> ).....	<b>21</b>

### **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Análisis de suelo del sitio experimental, Chaján, Córdoba.....	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Estadío fenológico y fecha de ocurrencia de los mismos para el cultivo de maíz.....	<b>14</b>
<b>Tabla 3.</b> Área foliar (cm <sup>2</sup> ) en R1 sobre plantas con deficiencia severa de cinc y plantas normales, según dosis de cinc aplicada.....	<b>15</b>
<b>Tabla 4.</b> Concentración cinc (ppm) en la hoja inferior a la espiga en R1, según dosis de cinc aplicada.....	<b>17</b>
<b>Tabla 5.</b> Componentes indirectos del rendimiento de maíz, en plantas con deficiencia severa de cinc y en plantas normales, según dosis de cinc aplicada.....	<b>18</b>

**Tabla 6.** Componentes directos del rendimiento: número de granos m<sup>2</sup> y peso de 1000 granos (g) en función de distintas dosis de cinc.....**20**

## RESUMEN

En el Departamento Río Cuarto (Córdoba) la producción de maíz aumentó considerablemente en los últimos años, lo cual acrecentó la extracción de nutrientes. Estudios realizados en el sur de Córdoba muestran que, de los nutrientes que presentan baja disponibilidad, el cinc es uno de los más críticos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con dosis crecientes de cinc sobre el área foliar y rendimiento de maíz. Para ello se realizó un estudio en la zona rural de Chaján durante la campaña 2010 / 11. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, y se evaluaron diferentes dosis de cinc (0, 0,5, 1, 1,5 y 2 kg ha<sup>-1</sup>). En el estadio V4 se marcaron plantas con sintomatología de deficiencia severa de cinc y plantas normales. Se cuantificó también el área foliar de la hoja ubicada por debajo de la espiga en el estadio fenológico R1, el rendimiento y sus componentes directos. El área foliar no se vio afectada significativamente por el incremento de las dosis de cinc en el fertilizante, salvo en alguno de los tratamiento aplicados, en cuanto a rendimiento y sus componentes directos, tampoco se notaron diferencias entre los tratamientos. Esta falta de respuesta al agregado de cinc puede deberse a la suficiente cantidad de éste elemento en el suelo.

## SUMMARY

In the department of Río Cuarto (Córdoba) the production of corn has increased considerably in the last years, and that has promoted the extraction of nutrients, the studies made in the south of Córdoba showed that among the nutrients that presented low availability, the zinc is one of the most critical. The objective of this paper work was to evaluate the effect of the fertilization with increasing doses of zinc above the foliar area and output of the corn. For this, a study was performed in the countryside of Chaján during the campaign 2010/11. An experimental design of blocks was used at random evaluating different doses of zinc (0, 0,5, 1, 1,5 y 2 kg ha<sup>-1</sup>). In the stage V4 plants were marked with severe deficiency of zinc and regular plants. The foliar area of the leaf located below the spike at the phenological stage R1, the efficiency, and its direct components were also quantified. The foliar area was not significantly affected by the rise of the doses of zinc in the fertilizer, except in some of the treatments applied, about the performance and its direct components, neither were noted differences between the processing. This lack of response to the aggregate of zinc may be due to the sufficient quantity of this element in the ground.

## INTRODUCCION

El maíz pertenece a la familia de las Gramíneas y su nombre científico es *Zea mays*. Respecto a su origen botánico, tienen relación filogenética con una planta conocida como "teosinte o teosinte" (*Euchlaena mexicana*). El maíz (*Zea mays*) es una planta sólo conocida en cultivo, es originaria del continente americano y se ha venido cultivando en el mismo desde hace unos 10.000 años, destacando su importancia como alimento en casi todas las comunidades indígenas americanas desde Canadá hasta la Patagonia. Es una planta completamente domesticada, el hombre y el maíz han vivido y han evolucionado juntos desde tiempos remotos. El maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowsell, Paliwal y Cantrell, 1996).

El maíz es una de las especies cultivadas más productivas, es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. El maíz tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

Actualmente el maíz es el segundo cultivo del mundo por su rendimiento, después del trigo, quedando el arroz en el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, es sin lugar a dudas el grano forrajero por excelencia, presentando además como una de sus principales características sus múltiples posibilidades de utilización en diversos procesos industriales, de los que se obtiene una amplia gama de productos derivados de su procesamiento. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. (Aldritch, Scott y Leng, 1975)

El maíz es una planta herbácea anual, cuyo ciclo vegetativo varía entre 80 y 200 días desde la siembra hasta la cosecha. Su rango de altura está entre los 40 centímetros y los 3 metros. Su tallo cilíndrico presenta nudos que limitan a largos entrenudos, el sistema radical puede alcanzar hasta dos metros de profundidad y presenta raíces adventicias en forma de cabellera. Las hojas poseen una larga vaina que envuelve el entrenudo. El limbo es largo y

terminado en punta, de bordes enteros y con nervaduras paralelas, de color verde aunque se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde púrpura. (F. Andrade et al., 1996)

Es una planta monoica, es decir, tiene flores masculinas (panoja) y femeninas (espigas) que tienen numerosos estilos muy salientes y colgantes después de la floración en los que se depositan los granos de polen que son arrastrados por el viento. Después de la fecundación cada ovario se transforma en un fruto que lleva en su interior una sola semilla que contiene bastantes sustancias de reserva en su endospermo y lleva en su parte basal el embrión (R. Bartolini 1990).

En nuestro país la respuesta al agregado de nutrientes en maíz ha sido demostrada desde la década del '70 (Berardo y col., 1976), pero aún en nuestros días las dosis de nutrientes empleadas son bajas en relación con los requerimientos del cultivo, y el diagnóstico de dichos requerimientos relativamente difundido. En términos generales, el proceso de intensificación de la actividad agrícola, sin una adecuada reposición de los nutrientes, ha reducido los contenidos de materia orgánica y de nutrientes en los suelos de la región pampeana, atentando contra su sustentabilidad. Por el contrario, en el plano internacional, son conocidos los efectos ambientales indeseables por la utilización indiscriminada de fertilizantes. Entre estas situaciones extremas se planteará la realización de un uso racional de los fertilizantes basado en el conocimiento de los requerimientos de nutrientes del maíz y del empleo de métodos de diagnóstico y monitoreo de la nutrición del cultivo.

Un estudio realizado en Argentina por Rivero y col. (2006) mostró que si bien el contenido promedio de cinc es elevado, existe una zona en el centro de Córdoba, Sur de Santa Fe, N de Buenos Aires y oeste de Entre Ríos con probabilidad media de respuesta a la fertilización con cinc, y dentro de estas, áreas con mayor probabilidad de respuesta.

En el Departamento Río Cuarto (Córdoba) la producción de maíz aumentó considerablemente en los últimos años, los rendimientos pasaron de 2500 a 7000 kg/ha en los últimos 15 años, lo que triplicó la extracción de nutrientes de los suelos. Paralelamente los productores fertilizan con fósforo y nitrógeno en cantidades insuficientes en relación con la extracción y sin agregar otros nutrientes necesarios como el azufre, magnesio o micro elementos como cinc. El aumento de la productividad agrícola y la baja reposición de nutrientes realizada en los últimos años han generado una elevada exportación de nutrientes desde los suelos más productivos de la Argentina, algunos investigadores han señalado que en Córdoba varios micronutrientes presentan baja disponibilidad en el suelo, siendo el cinc (Zn) uno de los más críticos. Si además se considera que la fertilización con fosforo que se

realiza corrientemente influye negativamente en la absorción de cinc es probable que la deficiencia de este nutriente afecte negativamente los rendimientos impidiendo alcanzar su potencial (Esposito et. al., 2010), lo cual acrecentó las necesidades nutricionales de los cultivos. Según investigaciones realizadas por Volmer y Ratto (2005) en la provincia de Córdoba dieron por resultado que de los nutrientes que presentan baja disponibilidad, es el cinc uno de los más críticos, presentándose en la mayoría de los sitios con valores inferiores a  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ .

La deficiencia de cinc en maíz ha comenzado a observarse desde hace algunos años en el área pampeana y, por sus características se la puede definir como deficiencia de oportunidad. En estudios realizados en la Región Pampeana, sobre cultivos de campo, los valores de concentración del elemento en hoja estuvieron cercanos a los críticos o ligeramente por encima de ellos. Asimismo se constató la existencia de una correlación positiva entre el rendimiento de cultivo y la concentración de cinc en hoja (Ratto *et al.* 1991). En la estación experimental del INTA Pergamino, se determinaron incrementos significativos en los rendimientos de los cultivos por el agregado de este nutriente por vía foliar (Ferraris *et al.*, 2007).

La deficiencia de cinc afectó el crecimiento del cultivo de maíz durante el periodo de determinación del número de granos, es decir su periodo crítico para definir rendimiento (Espósito *et al.*, 2010). En los últimos años se han aplicado importantes volúmenes de fertilizante nitrogenado para asegurar el rendimiento de los cultivos. Hay evidencias de que la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz aumenta la absorción de cinc (Goldman *et al.* 2002 y Ratto *et al.* 1991), aumentando así la cantidad de micronutriente extraída. Es lógico que, al tener mayor cantidad de nitrógeno disponible, los cultivos necesiten de una mayor provisión de otros nutrientes y aparezcan deficiencias subyacentes. La concentración normal aproximada de cinc en las hojas maduras de varias especies de plantas cultivadas es de entre  $27$  a  $150 \text{ mg kg}^{-1}$ , siendo excesivo entre  $100$  y  $400$  y deficiente con  $10 - 20 \text{ mg kg}^{-1}$  (Raij et al, 1991).

El cinc alcanza la raíz por el mecanismo de difusión, caracterizado por la baja movilidad de este nutriente en el suelo, el cual es absorbido en la forma de  $\text{Zn}^{+2}$ , cuando el pH de la solución del suelo varía entre  $5$  y  $7$ , por lo tanto, el proceso de absorción es significativamente afectado por un pH inferior a  $4,5 - 5$ , si el pH del medio es alto (mayor que  $7$ ) y el catión acompañante del cinc es calcio, ocurre la precipitación del cinc en la superficie de las raíces y como consecuencia disminuye su absorción. Adicionalmente se reconoce, que altos niveles de fósforo en el medio (suelo o sustrato), pueden provocar la

deficiencia de cinc inducida, principalmente por la ocurrencia de la insolubilización del cinc en la superficie de las raíces, configurándose un proceso de inhibición no competitiva, es decir, los dos elementos son absorbidos con la mediación de distintos transportadores. (Fancelli y Vázquez, 2006).

Algunos investigadores señalan como crítica una concentración edáfica de 0,5 a 1 ppm de cinc (Martens y Lindsay, 1990; Whitney, 1997), de la misma manera Yamada (2004), establece en la zona de Río Grande do Sul y Santa Catarina que el nivel crítico usando como extractante DTPA es de 0 a 0,2 mg dm<sup>-3</sup>, el nivel medio entre 0,2 y 0,5 mg dm<sup>-3</sup> y como nivel alto una concentración edáfica mayor a 0,5 mg dm<sup>-3</sup>, dentro de la cual no encontró respuesta al agregado de cinc.

Dentro de las nuevas tecnologías que generan el desequilibrio citado anteriormente se puede agregar la utilización de Siembra Directa, la cual provoca una disminución en la amplitud térmica diaria del suelo al bajar la temperatura diurna, factor que limita el crecimiento de raíces y la difusión de cinc, situación que se agrava con la utilización de fecha de siembra temprana debido a las menores temperaturas. La baja temperatura del suelo, implica también una menor tasa de liberación de cinc desde formas medianamente lábiles hacia formas solubles o intercambiables, las cuales son más rápidamente disponibles por la planta (Ratto, 2006). Además, una importante cantidad de residuos vegetales en superficies generan una demanda importante de cinc por parte de los microorganismos del suelo produciendo una inactivación temporal del mismo, que depende de la relación C/N de los residuos, cantidad de fósforo en la fertilización, temperatura y humedad del suelo; iguales factores que contribuyen a la mineralización de los residuos.

Ratto y Miguez (2005), citan a las bajas temperaturas luego de la emergencia del cultivo y la escasez de lluvias como elementos que parecen aumentar la probabilidad de respuesta. Algunas condiciones de cultivo favorecen la aparición de respuesta a nutrientes no tradicionales, como la remoción de microelementos a través de secuencias agrícolas que ya suman muchos años, fertilizantes tradicionales con mayor pureza, carencias inducidas por alta fertilización con NPS y menor contenido de elementos menores, a la vez de una demanda incrementada por mayores rendimientos (Girma *et al*, 2007).

Las principales causas de deficiencia de cinc en el cultivo de maíz son suelos con bajos contenidos de este nutriente, suelos calcáreos, con capas duras, bajos en materia orgánica, fríos, inundados, con pH neutro o alcalino, interacción fósforo-cinc producto de la fertilización con fósforo. Los síntomas de las deficiencias de cinc sobre las plantas se manifiestan como clorosis internerval en hojas nuevas, caracterizándose por su corta

duración, en algunas situaciones en suelos arenosos, se ha detectado que la sintomatología persiste hasta la floración. Otros síntomas de deficiencia de este elemento son malformaciones de brotes y hojas (enrulamiento de la hoja), escaso desarrollo radical, menor rendimiento productivo, formación de agrupamiento de hojas pequeñas en la porción terminal de la planta (roseta), plantas con crecimiento reducido y entrenudos cortos (Ratto S, y Miguez F, 2006).

Otros factores o condiciones que reducen la disponibilidad y aumentan las pérdidas de cinc son el encalado excesivo, la alta pluviosidad (o encharcamiento), bajas temperaturas asociadas a exceso de humedad, los cuales pueden hacer que las deficiencias sean más pronunciadas, esto tiende a manifestarse en el estado inicial de crecimiento de la planta, afectando el rendimiento final. Es preciso mencionar que el cinc es fuertemente adsorbido por los coloides del suelo, lo que ayuda a disminuir las pérdidas por lixiviación. Es por ello que en suelos arenosos, con baja capacidad de intercambio catiónica y sujetos a lluvias intensas se pueden presentar problemas de deficiencia (Vázquez y Scheid Lopes, 2006).

En maíz y para el cinc, es frecuente la aparición de síntomas en las primeras semanas del cultivo, manifestándose en plantas jóvenes. Los síntomas de deficiencia generalmente aparecen en la segunda o tercer semana del ciclo, y la característica es su corta duración. Puede durar desde unos pocos días a un par de semanas, para luego desaparecer por completo. Sólo en algunas situaciones, en suelos arenosos, se ha detectado sintomatología que persiste hasta la floración. La característica compartida, en esta última situación, es la de lotes que están en producción bajo siembra directa, con elevada fertilización fosfatada y en periodos de baja humedad (Ratto, 2006). La sintomatología de deficiencia de cinc observada en hojas maduras en floración se presentó en lotes con elevada fertilización fosfatada, con valores de relación P/Zn cercanos o mayores a 150, considerado activo en la inducción del déficit de cinc por efecto del fósforo (Ratto y Giuffré 1997).

La importancia de este nutriente juega un rol fundamental en muchos procesos metabólicos dentro de los cuales podemos nombrar, metabolismo de los carbohidratos (en el proceso de la fotosíntesis y la conversión de azúcares en almidón), metabolismo de las proteínas (intervienen en el contenido de ARN y en la síntesis de ribosomas), metabolismo de las auxinas (necesario para la producción de triptófano, aminoácido esencial, precursor de ácido Indól Butírico, hormona de crecimiento vegetal), formación de polen, mantenimiento de la integridad de las membranas biológicas, resistencia a la infección de determinados patógenos. En relación a la interacción fósforo-cinc es clásica la referencia sobre el antagonismo de dichos elementos. Ya fue comprobado que el fósforo insolubiliza el cinc en

las superficies de las raíces disminuyendo su absorción y que inhibe no competitivamente la absorción de cinc. El mecanismo de la interacción P:Zn no es conocido, sin embargo, esta relacionada a altos niveles de fósforo disponible en el suelo o a la aplicación de este elemento al suelo (Alloway, J., 2004).

Con respecto al papel de éste nutriente en la ocurrencia de enfermedades, a pesar de los recientes trabajos de investigación relacionados al empleo de micronutrientes en la agricultura, la interacción del cinc con la ocurrencia de enfermedades y plagas, es aún considerablemente oscura y controvertida. De ésta manera; conforme a lo citado por Zambolim y Ventura (1996), en plantas de arroz cultivadas en suelo deficiente en cinc pueden evidenciar el aumento de la incidencia de *Xanthomonas*. El sulfato de cinc al 2,5 % ha sido informado como altamente eficiente en el control de bacteriosis del arroz, en condiciones naturales. La aplicación de fertilizantes conteniendo cinc, vía suelo en cantidades excesivas, puede también aumentar la producción de toxinas por parte del referido patógeno. Otros resultados sugieren que el cinc puede favorecer o restringir la incidencia de enfermedades y plagas, en función de la especie considerada, de las condiciones edafo-climáticas reinantes en el período, además de la forma química considerada. Con relación a la prevención de plagas, Choboussou (1999), menciona que el cinc aplicado en la forma de sales en las hojas, puede favorecer la ocurrencia y la multiplicación de pulgones en diversas especies cultivadas. Cabe resaltar que, a pesar de ser el micronutriente más considerado en programas de fertilización, su provisión en dosis elevadas y sin criterio técnico definido, puede interferir en el aprovechamiento y metabolización de otros nutrientes, favoreciendo el crecimiento y la producción de metabolitos (micotoxinas) de hongos.

El agregado puede ser realizado a través de la aplicación del nutriente en el suelo, por vía foliar o en tratamientos de semilla. La incorporación de cinc por medio de tratamiento de semillas o por vía foliar, con utilización del nutriente quelatado, ha sido la alternativa mas eficiente porque prácticamente la totalidad del cinc aplicado es aprovechado por las plantas, incluso en pequeñas dosis. La fertilización con cinc es fundamental para el normal crecimiento y desarrollo de la planta y así poder obtener altos rendimientos (Alloway, J., 2004).

Existen evidencias del acentuado efecto residual de fertilizantes con cinc. La dosis de 3 kg ha<sup>-1</sup> de cinc en la forma de SO<sub>4</sub>Zn aplicada al voleo sólo en el primer cultivo, fue suficiente para mantener producciones próximas al máximo por lo menos durante 4 cosechas consecutivas (Ritchey et al, 1986). Adicionalmente la dosis de 1 kg ha<sup>-1</sup> de cinc, aplicada al

voleo en mezcla con superfosfato simple en polvo en primer cultivo, fue suficiente para aumentar el rendimiento de granos, los tenores de cinc del suelo y de la hoja de maíz en el cuarto cultivo (Galrão, 1995). Más recientemente (Galráo, 1996) concluyó que  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de cinc ( $\text{ZnSO}_4$ , 23 % de Zn), aplicado al voleo en el primer cultivo, fue suficiente para propiciar rendimientos máximos de maíz para tres cultivos. Mientras que cuando fue aplicado al surco de siembra sólo en el primer cultivo, o divididamente  $0,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de cinc por cultivo, el rendimiento máximo de granos fue alcanzado sólo a partir del segundo año.

## **HIPOTESIS**

El rendimiento del cultivo de maíz se incrementa ante la aplicación de dosis crecientes de cinc como fertilizante, en suelos que presentan bajos niveles de dicho nutriente al momento de la siembra.

## **OBJETIVO GENERAL**

Aproximar la dosis optima de Cinc en la mezcla de fertilizantes para lograr aumentos de rendimientos en el cultivo de maíz.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Relacionar la concentración de Cinc a los componentes directos del rendimiento (espigas/planta y granos/ espiga).
- Evaluar las respuestas del cultivo a la aplicación de Cinc.
- Corresponder el contenido de Cinc con el área foliar en R1.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EXPERIMENTAL**

El ensayo se realizó durante la campaña 2010/11, en el establecimiento “El Cerrito” ubicado en la localidad de Chajan (a 90 kilómetros de la ciudad de Río Cuarto), departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba.

Se llevó a cabo bajo un sistema de siembra directa, sobre un suelo Ustorthent típico algo excesivamente drenado, desarrollado sobre materiales arenosos finos con pendientes del 1 al 3%. La capa arable (horizonte A<sub>1</sub>) de 20 cm de espesor tiene textura arenosa franca y estructura masiva con tendencia a bloques subangulares débiles, hacia abajo (horizonte de transición AC) de textura franca muy fina, mientras que el calcáreo se encuentra muy profundo (horizonte C). Estos suelos presentan una baja retención de humedad y su débil estructura hace que sean muy susceptibles a la erosión eólica. Muestras tomadas en los lotes del establecimiento, incluido el sitio en el cual se llevó a cabo el experimento, arrojaron valores entre 0,21 y 0,52  $\mu\text{ kg}^{-1}$  de Zn (DTPA), (Espósito *et al*, 2010).

La siembra se realizó en la segunda quincena del mes de octubre, con una sembradora Agrometal TX Mega de 16 surcos con sistema convencional de placas adecuadas para el calibre de la semilla empleadas a una distancia entre hileras de 0,525 metros, se fertilizó al momento de la siembra por debajo y al costado de la línea de siembra con nitrógeno, azufre y fósforo, el híbrido utilizado para llevar adelante el correspondiente trabajo de investigación fue Dekalb 190 MGRR2. A la siembra se realizó un muestreo de suelo a diferentes profundidades (0-0,20 m, 0,20 – 0,40 m y 0,40 – 0,60 m), donde se determinará: MO, pH, P disponible en el horizonte superficial (0 - 0,20), N-Nitratos, S-Sulfatos y Cinc disponible (DTPA), (Kim Tan, 1996) a 0 – 0,20 m de profundidad, mientras que para la determinación de Cinc a nivel de planta en R1 se hará mediante el método de digestión ácida (Mills et al, 1996).

En la Tabla 1, se presentan los resultados del análisis de suelo del sitio experimental.

**Tabla 1:** Análisis de suelo del sitio experimental, Chaján, Córdoba

Profundidad	P	Materia Orgánica	N-NO3	S-SO4	pH	Ca	Mg	K	Na	PSI	Zn	B
(cm)	ppm	%	ppm	ppm		meq /100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g		ppm	ppm
0-20	24.5	2.1	12.1	4.1	6.2	7.1	2	2.3	0.3	2.65	1.20	0.4
20-40			10.8	4.1								
40-60			9.1	4.4								

Laboratorio de Suelos Fertilab, Mar del Plata.

La elección del lote del ensayo se basó en la selección de sitios que en sus análisis de suelo (muestras compuestas por distintas partes de cada lote) presentaron niveles críticos de cinc ( $0,21$  y  $0,52 \mu \text{kg}^{-1}$ ). Luego de la elección del lugar específico del ensayo, se tomaron muestras de suelo al azar a distintas profundidades con el objetivo de poder determinar en que valores se hallaban los nutrientes especialmente el cinc, encontrándose una concentración de  $1.2$  ppm. Esta diferencia en la disponibilidad de cinc entre el sitio experimental y aquellos detectados previamente puede ser explicada por la elevada variabilidad espacial que éste nutriente manifiesta en los lotes de producción (Cruzate y Rivero, 2010). Una vez alcanzado el estadio fenológico de R1 se tomaron muestras de hojas ubicadas por debajo de la espiga de las plantas marcadas con la finalidad de medir el área foliar y la concentración de cinc a nivel foliar, las cuales se colocaron en estufa hasta lograr peso constante para luego ser enviadas a laboratorio fertilab.

Las dosis de cinc elemento probadas fueron de  $0$ ;  $0,5$ ;  $1$ ;  $1,5$  y  $2 \text{ kg ha}^{-1}$ . Las mismas se obtuvieron mediante la mezcla de diferentes proporciones de dos fertilizantes sólidos: SZ (12-17-0-10S-1Zn) y MES S10 (12-17-0-10S). El ensayo se realizó en siete tratamientos agrupados en bloques conformados por parcelas de  $8$  metros de ancho por  $20$  metros de largo totalmente aleatorizados, con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron:

- Testigo (Sin Fertilizar).
- DAP 165 Kg (Fósforo).
- MES S10 200 Kg ,24 kg de Nitrógeno (N), 34 kg de Fósforo (P) y 20 kg de Azufre (S).

- MES SZ 50Kg + MES S10 150Kg, 24 kg de N, 34 kg de P, 20 kg de S y 0,5 kg de cinc (Zn).

- MES SZ 100Kg + MES S10 100Kg, 24 kg de N, 34 kg de P, 20 kg de S y 1 kg de cinc.

- MES SZ 150Kg + MES S10 50Kg, 24 kg de N, 34 kg de P, 20 kg de S y 1,5 kg de cinc.

- MES SZ 200 Kg, 24 kg de N, 34 kg de P, 20 kg de S y 2 kg de cinc.

Tales tratamientos son referenciados como Testigo, DAP 165 Kg, NPS (nitrógeno, fósforo y azufre), NPS + 0,5 kg Zn; NPS + 1 kg Zn; NPS + 1,5 kg Zn y NPS + 2 kg Zn, correspondiéndose cada uno con el orden anteriormente descrito.

Se realizaron los controles de malezas mediante barbecho químico y aplicación de acetoclor y atrazina en preemergencia. Todos los tratamientos fueron corregidos a 180 kg de N ha<sup>-1</sup> mediante aplicación de UAN con mochila eléctrica.

## **OBSERVACIONES Y MEDICIONES**

Fenología del cultivo: se identificó la ocurrencia de los estadios fenológicos de VE, V4, R1 y R6 según Ritchie y Hanway (1997).

Marcación de plantas: Al desarrollar el cultivo su cuarta hoja (estado fenológico V4) fueron marcadas cinco plantas por parcela con sintomatología de deficiencia de cinc y cinco plantas consideras normales. Las mismas fueron marcadas en la base con cintas plásticas color rojo (deficientes) y amarillo (normales).

Área Foliar: En el estado fenológico de floración (R1) se midió el área foliar de la hoja ubicada por debajo de la espiga. Para tal cuantificación se multiplicaron datos de largo y ancho de la hoja, afectándolos por un factor definido 0,75, Montgomery (1911), por lo que el área foliar es resultado del siguiente cálculo [1]:

$$\text{ÁREA FOLIAR (cm}^2\text{)} = \text{LARGO DE HOJA (cm)} \times \text{ANCHO DE HOJA (cm)} \times 0,75$$

[1]

Concentración de nutrientes en la hoja ubicada por debajo la espiga: En el estadio fenológico R1 se realizó, mediante método destructivo, la recolección de hojas ubicadas por debajo de la espiga para determinar la concentración de Zn y N. Las determinaciones las realizó un laboratorio privado. El muestreo se realizó sobre plantas que se encontraban en condiciones de competencia perfecta.

Determinación de rendimiento y componentes directos: La cosecha se efectuó en forma manual, llevándose a cabo en 7 de abril de 2011. Se cosecharon en forma individual todas las plantas que habían sido previamente marcadas con cintas amarillas y rojas. La trilla o desgranado se ejecutó con máquina trilladora a engranajes accionada manualmente. Se empleó una balanza de precisión para pesar las muestras. Posteriormente, se extrajo una alícuota de granos de cada parcela con el objetivo de realizar determinaciones de humedad para corregir el peso de los granos, calculando el rendimiento con un contenido de humedad de 13.5 % (condición de entrega) de acuerdo a la tabla de merma.

## **ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Toda la información obtenida fue analizada estadísticamente mediante análisis de varianza (ANAVA), comparación de medias según el test Duncan al 5 % de probabilidad, análisis de correlación y regresión lineal, a través del programa Infostat (Di Rienzo et al., 2010).

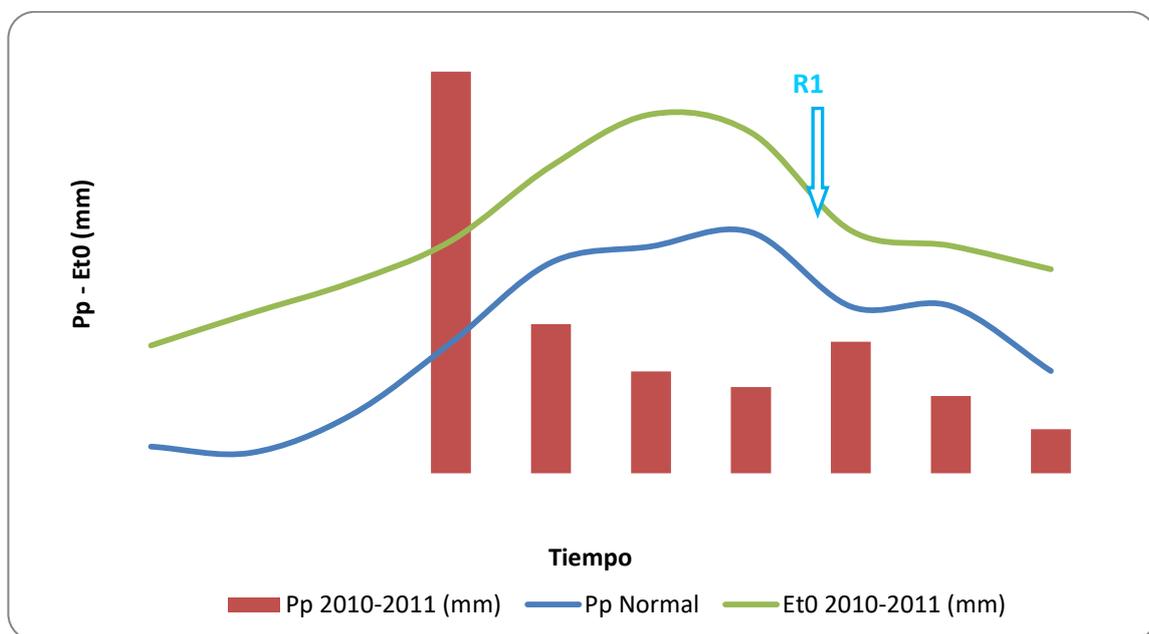
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### **Descripción meteorológica de la campaña 2010/11 para el sitio del ensayo.**

Regionalmente el área de estudio, se caracteriza por presentar un clima templado sub húmedo, con precipitaciones que suelen exceder la evapotranspiración en los meses de primavera y otoño y con déficit importantes en verano e invierno. La precipitación media anual normal es de 801,2 mm, con valores extremos mínimos de 451,1 mm en 1988 y máximos de 1995,2 mm en 1984, para la serie 1978 – 2008 (Seiler *et al.*, 1995).

El régimen térmico es mesotermal, la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23 °C con una máxima absoluta de 39,5 °C, la temperatura media del mas más frío (julio) es de 9,1 °C con una mínima absoluta de -11,5 °C. La amplitud térmica media anual es de 13,9 °. La fecha media de la primera helada es el 25 de mayo y la de la última es el 12 de septiembre, siendo el periodo libre de heladas 255 días en promedio (Seiler *et al.*, 1995).

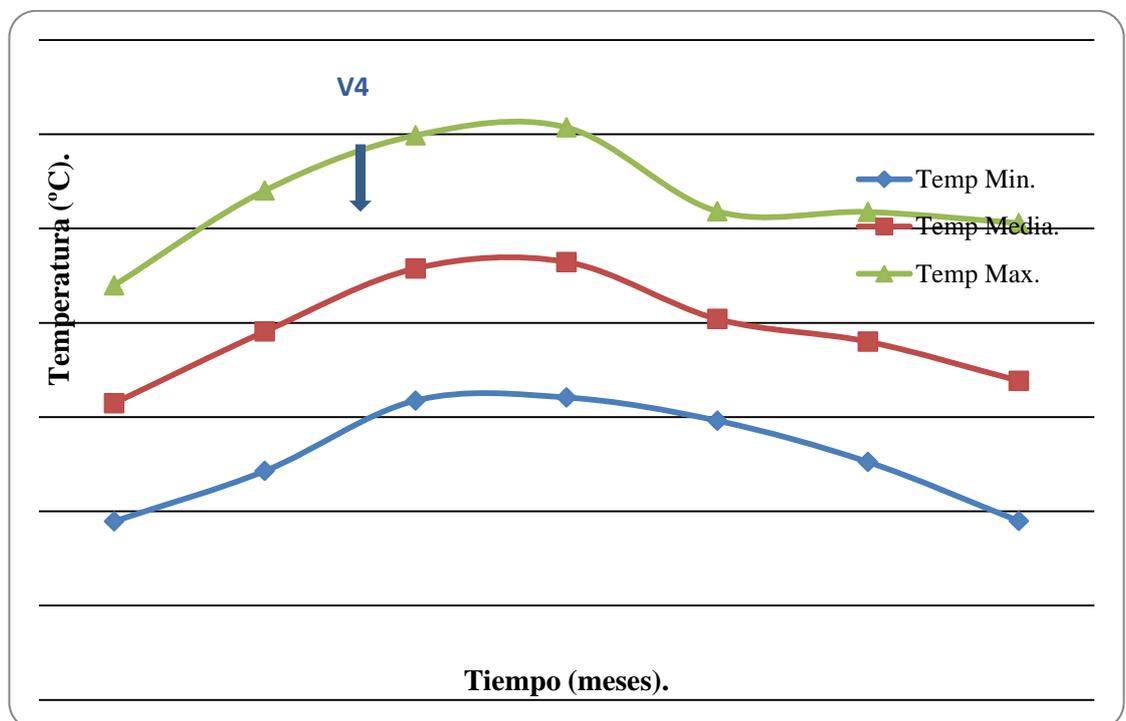
Las precipitaciones y la temperatura media diaria, durante la estación de crecimiento del cultivo (octubre a marzo), se indican a continuación en las figuras 1 y 2, respectivamente.



**Figura 1:** Precipitación mensual (mm) para el período julio-abril del ciclo 2010/11 (barras rojas), valores normales (línea azul) y evapotranspiración del cultivo (línea verde), evaluación de área foliar (flecha turquesa), Localidad Chaján, Córdoba.

Las precipitaciones de la campaña 2010-2011 (figura 1) se ubicaron muy por debajo de los registros normales de la zona de estudio. Para el período septiembre – abril, en el cual

se desarrolló el cultivo, el déficit acumulado respecto de la normal fue de 189mm. La distribución de las lluvias también fue errática registrándose eventos de alta pluviometría en poco tiempo y períodos de al menos 20 días sin precipitaciones en meses de alta demanda atmosférica (diciembre-enero). Las jornadas de intensos vientos con temperaturas cercanas a los 35°C produjeron situaciones de estrés para el cultivo durante la última década de enero, momento donde se realizó la evaluación de área foliar. La reserva de agua en el perfil del suelo y la adecuada elección de la fecha de siembra jugaron un rol muy importante para que la menor disponibilidad de lluvias no afecte significativamente al cultivo.



**Figura 2:** Temperatura del aire durante el período octubre - abril de la campaña 2010/11. Temperatura media (Temp. Media), Temperaturas máximas (Temp. Max) y Temperaturas mínimas (Temp.Min), estadio fenológico V4 .

Los registros térmicos muestran que la temperatura mínima registrada no fue inferior a la temperatura base del cultivo de maíz que es de 8°C (Andrade *et al.*, 1996), siendo la media en el mismo período superior a 10 °C. Tanto la temperatura mínima como la media en el resto de la temporada fue superior a la temperatura base del cultivo, por lo que podemos estimar que no hubo restricción para el crecimiento del mismo. La temperatura media no llegó a alcanzar los valores óptimos que presenta el maíz que es de 30-34°C (Andrade *et al.*,

1996), por lo que el crecimiento y desarrollo del cultivo no presentó limitaciones, pero tampoco pudo llegar a su máxima capacidad de crecimiento y desarrollo.

Desde el punto de vista de las precipitaciones el cultivo experimentó períodos de déficit hídrico desde noviembre hasta el final del ciclo, donde la evapotranspiración fue superior a la precipitación recibida lo que pudo afectar tanto el crecimiento y el desarrollo, como así también, el rendimiento. En cuanto a las temperaturas estas no fueron extremas por lo que no se vio afectado el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz.

### Fenología del cultivo

En la Tabla 2 se presenta la fenología del cultivo y las fechas de ocurrencia de los diferentes estadios. Es necesario mencionar que no se observaron variaciones en la fenología del cultivo entre los tratamientos, por lo tanto en la tabla se presentan los valores medios.

**Tabla 2:** Estadio fenológico y fecha de ocurrencia de los mismos para el cultivo de maíz, Chajan (Córdoba).

Estadio Fenológico	Fecha de ocurrencia
VE	30/10/2010
V4	20/11/2010
R1	27/01/2011
R6	07/04/2011

VE, V4, R1 y R6, emergencia, 4 hojas, floración y madurez fisiológica según Ritchie y Hanway (1997).

### Área foliar

En el estadio de 4 hojas completamente desplegadas del maíz, se identificaron plantas con deficiencia de cinc y plantas consideradas normales en relación a la sintomatología visual de esta deficiencia. Al momento de floración se evaluó el área foliar de la hoja ubicada por debajo de la espiga, donde se observó que no había diferencias estadísticamente significativas en el estudio del área foliar de las hojas de las plantas denominadas deficientes ( $p=0.4268$ ). Para el caso de las plantas marcadas como normales al realizar el análisis estadístico se observó que existían diferencias significativas en los valores de área foliar

( $p=0.2476$ ), donde los tratamiento Testigo y MES SZ 200 Kg resultaron distintos a los tratamientos DAP 165 Kg y MES SZ 100 Kg + MES S10 100 Kg, mientras que en los restantes tratamientos no se registraron diferencias (Tabla 3).

**Tabla 3:** Área Foliar ( $\text{cm}^2$ ) en R1 sobre plantas con deficiencia severa de cinc y plantas normales, según dosis de cinc aplicada.

	<b>Planta Normal.</b>	<b>Planta Deficiente.</b>
	<b>Área Foliar (<math>\text{cm}^2</math>).</b>	<b>Área Foliar (<math>\text{cm}^2</math>).</b>
<b>Determinaciones</b>		
Testigo	a	535.31 a
DAP 165	c	511.86 a
MES S10 200 Kg.	512.57 ab	514.78 a
MES SZ 50Kg + MES S10 150Kg	498.13 ab	533.16 a
MES SZ 100Kg + MES S10 100Kg	552.77 b	527.03 a
MES SZ 150Kg + MES S10 50Kg	499.00 ab	436.24 a
MES SZ 200 Kg	446.61 a	504.23 a
CV (%)	12.35	13.06

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según test de Duncan, (Infostat, 2004). CV, Coeficiente de variación.

La ausencia de respuesta en el área foliar de las hojas al agregado de cinc en los fertilizantes evaluados, podría relacionarse a la suficiente cantidad de cinc en el suelo (1,2ppm); lo cual coincide con un estudio realizado por Yamada (2004) en Río Grande do Zoul (Brasil) donde estableció  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  de cinc (Extractante DTPA), como umbral por

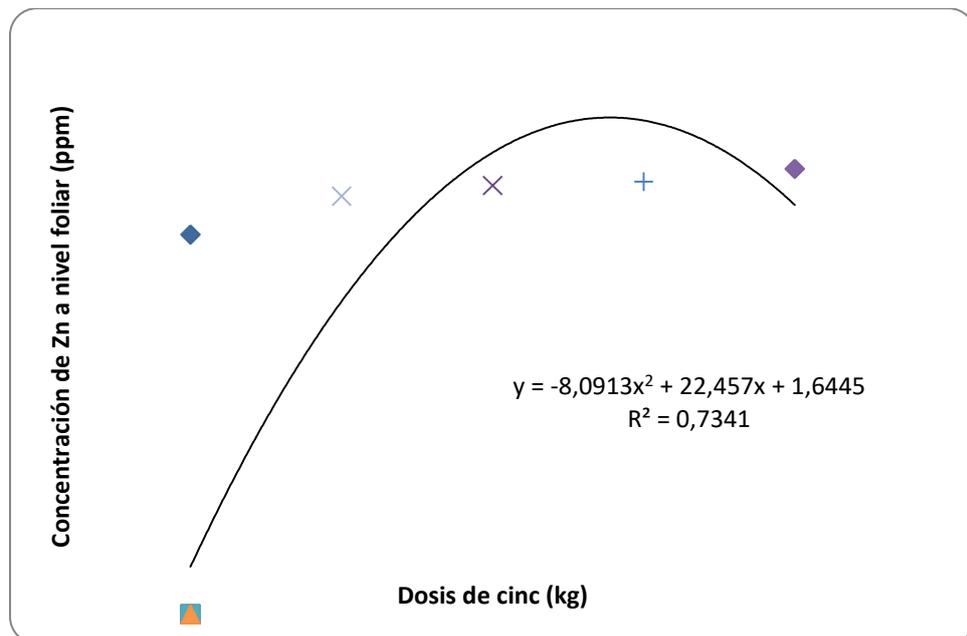
encima del cual no necesariamente debiera manifestarse respuesta a la fertilización. Marengo (2009) encontró diferencias en el área foliar de las plantas evaluadas a nivel de la hoja de la espiga de las plantas marcadas como normales, no siendo así en las deficientes donde no se observaron diferencias estadísticas, mientras que no registró variación de este parámetro cuando analizo las hojas ubicadas por debajo de la espiga en plantas marcadas como normales y deficientes. No solo no se encontraron respuestas al cinc si no que tampoco se registró respuesta al fósforo y al azufre, viéndose esto influenciado por un menor registro de las precipitaciones en el período analizado (R1).

La concentración de cinc a nivel de suelo en el lugar del ensayo se presentó dentro del rango de suficiencia, a pesar de ello, en todos los tratamientos fue posible la identificación de plantas con deficiencia, siendo usual la aparición de síntomas en las primeras semanas del cultivo. Es necesario destacar que esta sintomatología presentó corta duración, pocos días a una semana, para luego desaparecer por completo. Ésta situación tendría su causa en distintos factores, lotes que están en producción bajo siembra directa, con elevada fertilización fosfatada y en periodos de baja humedad (Ratto, 2006), características que coinciden con las condiciones del ensayo, sistema de siembra directa durante varias campañas consecutivas, lo cual a través de la generación de rastrojo modifica parámetros como la temperatura y especialmente la amplitud térmica del suelo, condiciones que limitan el crecimiento de las raíces, la difusión del cinc y la tasa de liberación de cinc desde formas medianamente lábiles hacia formas solubles (Ratto, et al. 2006).

Bajo siembra directa en el sur de Córdoba, es frecuente que la distribución del rastrojo sobre la superficie del suelo no sea uniforme, como consecuencia de un desuniforme desparramado del mismo durante la cosecha o por redistribución espacial por efecto del viento (Espósito, 2002). De esta manera, la presencia de diferentes condiciones de cobertura afectaría el microambiente térmico en distintos puntos del lote, lo que estaría derivando en la presencia de plantas normales junto a otras con deficiencia dentro de pequeñas espacios.

### **Concentración de Cinc a nivel foliar.**

En el estado fenológico de floración se determinó la concentración de cinc foliar de la hoja ubicada por debajo de la espiga. Como la concentración de este elemento en la hoja de la espiga tiene una relación positiva con el rendimiento en granos (Ratto, 2006), se consideró relevante evaluar el efecto de los tratamientos de fertilización sobre esta variable.



**Figura 3** Concentración de cinc en la hoja inferior a la espiga (ppm) en relación a la dosis de cinc en la mezcla fertilizante (kg).

Según Ratto (2006), se considera que un valor de 20 ppm de cinc en la hoja opuesta a la espiga separa la deficiencia de la suficiencia. En este caso se observó que a medida que se incrementaba la dosis de cinc la concentración de este microelemento a nivel de hoja era mayor pero a pesar de esto, no se logró salir del rango de deficiencia como menciona la literatura consultada. Esto puede deberse a una relación P/Zn alta que hace a la manifestación de deficiencias de este elemento por exceso de fósforo.

La deficiencia de cinc se encuentra muy difundida en los sistemas de producción a nivel mundial y se considera que una buena forma de diagnosticar esta condición es mediante la combinación de la observación de síntomas, análisis foliar y de suelo.

**Tabla 4:** Concentración de cinc (ppm) en hoja inferior a la espiga en R1, según la dosis de cinc aplicada.

<b>Tratamientos</b>	<b>Zn</b>
MES SZ 200 KG	15.45a
MES SZ 100 KG + S10 100 KG	14.87a
MES SZ 50 KG + S10 150 KG	14.50a
MAP 155 KG	14.23a
TESTIGO	13.97a
MES SZ 150 KG + S10 50KG	13.77a
<u>MES S10 200 KG</u>	<u>13.17a</u>
CV (%)	9.86

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según test de Duncan (Infostat, 2004). CV, Coeficiente de variación.

Como se observa en la Tabla 4 los resultados obtenidos coinciden con los valores críticos hallados en estudios realizados por Raij *et al.* (1991), en el cual se afirma que la concentración normal aproximada de cinc en las hojas maduras de varias especies cultivadas es de entre 27 a 150 ppm, siendo deficiente con 10 a 20 ppm.

Por lo tanto se puede decir que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de cinc en la hoja y los distintos tratamientos efectuados.

Los niveles del elemento en el suelo fueron superiores al nivel crítico, y estuvieron dentro del rango de suficiencia (1,2 ppm), esto generó la falta de respuesta entre tratamientos.

### **Producción de Plantas Normales y Deficientes.**

En la cosecha del cultivo, efectuada el 27 de marzo sobre plantas normales y deficientes, se realizó un estudio sobre la producción individual de las plantas marcadas, para ello se evaluó el peso de granos y la relación marlo/grano como estimadores indirectos del rendimiento.

Los resultados de los análisis realizados en plantas identificadas como normales (Tabla 6) no se muestran diferencias estadísticamente significativa para la relación marlo/grano ( $p= 0.7091$ ). También se destaca que los tratamientos DAP 165 Kg, MES SZ 50Kg + MESS10 150Kg y MES SZ 150Kg + MES S10 50Kg fueron los que presentaron una tendencia a producir un mayor peso en granos por espiga, mientras que el tratamiento MES SZ 200 Kg difiere de los demás tratamientos y en el caso de los demás tratamientos fueron similares al Testigo ( $p=0.0977$ ).

En cuanto al análisis de las plantas deficientes no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para la relación marlo/grano ( $p=0.5642$ ), al igual que para el análisis del peso de los granos por espiga ( $p=0.5314$ ) donde no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos realizados.

**Tabla 5:** Componentes indirectos del rendimiento de maíz, en plantas con deficiencia severa de cinc y en plantas normales, según dosis de cinc aplicada.

Determinaciones	Plantas Normales		Plantas Deficientes	
	Relación marlo/grano.	Peso de granos por espiga.	Relación marlo/grano.	Peso de granos por espiga.
TESTIGO	0.17 a	797.56 ab	0.19 a	632.13 a
DAP165 Kg	0.16 a	882.30 b	0.17 a	727.39 a
MES S10 200 Kg.	0.15 a	793.53 ab	0.18 a	608.87 a
MES SZ 50Kg + MESS10 150Kg	0.15 a	848.70 b	0.16 a	703.20 a
MES SZ 100Kg + MES S10 100Kg	0.16 a	810.46 ab	0.18 a	622.52 a
MES SZ 150Kg + MES S10 50Kg	0.16 a	837.42 b	0.15 a	571.32 a
MES SZ 200 Kg	0.16 a	665.09 a	0.17 a	629.70 a
CV (%)	12.40	11.73	15.86	18.10

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según test de Duncan, (Infostat, 2004). CV, Coeficiente de variación.

Realizando una comparación entre las plantas deficientes y normales, ante los diferentes tratamientos no se observaron diferencias en el desarrollo y crecimiento de las mismas. Esta falta de respuesta al agregado de cinc se debería a la disponibilidad de este micronutriente en el suelo, que fue superior al nivel crítico (1,2 ppm). Se observa, que en ambientes donde la disponibilidad de cinc es adecuada las plantas con deficiencia en estados tempranos de desarrollo lograrían recuperarse y tener un comportamiento normal. Contrariamente a lo planteado por Melgar *et al.* (2001) en un estudio realizado en el sur de la provincia de Santa Fe y noreste de Buenos Aires en 14 sitios distintos con niveles de cinc promedio de 1ppm, encontraron que la respuesta a la aplicación de cinc fue lineal en todo el rango de las dosis evaluadas a razón de 0,109 Mg de maíz por kg de cinc aplicado.

Las condiciones de bajas temperaturas al momento de la siembra y durante el desarrollo de las primeras hojas habrían estimulado la manifestación de sintomatología de deficiencia de cinc en las plantas al momento de V4 (Ratto y Miguez, 2006) afectando también la difusión del nutriente (Ratto, 2006). Dicho efecto luego podría haber sido revertido por el aumento de la temperatura, esto podría explicar la falta de respuesta en las determinaciones realizadas en plantas supuestamente deficientes y normales.

### **Rendimiento y componentes directos**

El rendimiento de los cultivos puede ser estudiado a través de sus componentes numéricos, número de granos por unidad de superficie y peso de los mismos, llamados también componentes directos del rendimiento (Andrade y Sadras, 2002).

En este estudio, ambos componentes (número y peso de granos) no fueron afectados estadísticamente por los diferentes tratamientos de fertilización, en el caso del parámetro peso de granos, este no se ve influenciado producto de que dicho componente posee una alta heredabilidad genética (Andrade *et al.* 1996), siendo menos afectado por el ambiente, mientras que el número de granos si presenta variaciones frente a las condiciones ambientales en las que se desarrolló el cultivo al momento de la definición del rendimiento (Tabla 6).

En la figura 4 se puede ver que no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento en función de los distintos tratamientos de fertilización evaluados.

**Tabla 6:** Componentes directos del rendimiento: número de granos (granos m<sup>2</sup>) y peso de 1000 granos (g) en función de distintas dosis de Cinc.

<b>Determinaciones</b>	<b>Nº granos m<sup>2</sup></b>	<b>Peso de 1000 granos (g)</b>
TESTIGO	2042.14 a	356.62 a
DAP 165 Kg	2299.55 a	356.27 a
MES S10 200 Kg.	2003.43 a	344.18 a
MES SZ 50Kg + MESS10 150Kg	2216.99 a	346.21 a
MES SZ 100Kg + MES S10 100Kg	2047.10 a	349.82 a
MES SZ 150Kg + MES S10 50Kg	2012.49 a	345.63 a
MES SZ 200 Kg	1849.70 a	335.46 a
Cv (%)	19.38	5.68

En columnas, medias con una letra común no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad según test de Duncan (Infostat, 2004). CV, Coeficiente de variación.



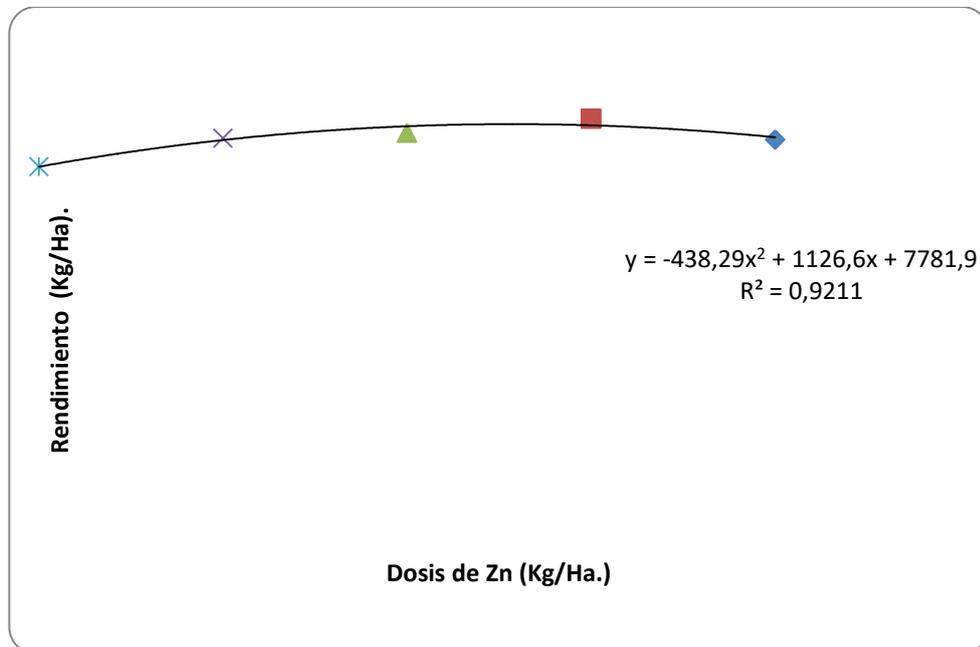
**Figura 4** Rendimiento (Kg/Ha) en función de los distintos tratamientos de fertilización.

Los resultados descriptos no manifiestan respuesta al cinc, justificado en una concentración edáfica de 1,2 ppm. Estos resultados coinciden con Yamada (2004), que establece como nivel crítico una disponibilidad de cinc inferior a 0,2 ppm y categoriza como alta suficiencia una concentración mayor a 0,5 ppm. Otros investigadores como es el caso de Ferraris *et al.* (2010) y Melgar, R (2001) en diversos ensayos llevados a cabo en la zona núcleo maicera encontraron respuestas a la fertilización de maíz con diferentes compuestos a base de cinc, mostrando a este elemento como un nutriente de importancia para un amplio rango de situaciones productivas. También Marengo (2009) encontró que no se manifestaban diferencias en el rendimiento del cultivo de maíz al agregado de fertilizantes a base de micronutrientes como el cinc.

#### **Relación entre rendimiento de granos a nivel de parcela y dosis de cinc.**

Además de los análisis estadísticos presentados anteriormente, también se procedió a evaluar la correlación entre rendimiento y las dosis de cinc evaluadas. En la Figura n° 5 puede observarse que a medida que se incrementa la cantidad de cinc en la mezcla de fertilizante los rendimientos obtenidos van en aumento, hasta aproximadamente 1,5 Kg de cinc, donde a partir de ahí los valores de rendimiento vuelven a disminuir.

Nuevamente como se mencionó a lo largo del trabajo la falta de respuesta puede explicarse por el nivel de cinc en el suelo, el cual es superior al umbral crítico planteado por otros autores, para poder encontrar respuesta a la fertilización con microelementos.



**Figura 5** Rendimiento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) en función de las dosis de cinc empleadas ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ).

En estudios realizados por Ferraris et al. (2010) se destaca que la aplicación de cinc en diferentes momentos y dosis permite incrementar significativamente el rendimiento del cultivo de maíz a través de un mayor crecimiento vegetativo que impacta sobre el número de granos.

Michiels et al. (2009) en experiencias realizadas en la región pampeana concluyeron que la magnitud y consistencia de las respuestas obtenidas a la aplicación de cinc con MESZn a la siembra permiten concluir que esta práctica es económicamente viable y aplicable a las condiciones de producción en la región. La dosis óptima calibrada de cinc fue de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esto ha demostrado que la deficiencia de cinc es un factor limitante de la productividad del maíz en la región pampeana y que debe ser considerado para una adecuada nutrición balanceada del cultivo. La materia orgánica aparenta ser el mejor indicador de respuesta a la fertilización con cinc entre las propiedades evaluadas.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que para el sitio experimental y bajo las condiciones de la campaña 2010/11 el cultivo de maíz no respondió al agregado de cinc.

En las plantas marcadas como deficientes en el estadio fenológico de V4 no se observaron diferencias en cuanto al comportamiento de los parámetros medidos en comparación con las plantas caracterizadas como normales en relación a la sintomatología de deficiencia.

A modo de recomendación para futuros ensayos experimentales que comprendan la evaluación de este nutriente es ventajoso tener en cuenta la variación espacial que presenta el cinc en relación a su disponibilidad en el suelo, como así también, tener presente la posible implementación de técnicas de fertilización variable.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALLOWAY, J., 2004. Importancia del Zinc en el cultivo de maíz. En: [http://www.stoller.com.ar/descargas/zinc\\_en\\_maiz.pdf](http://www.stoller.com.ar/descargas/zinc_en_maiz.pdf). Consultado: 28-09-2010.
- ANDRADE F., CIRILO A., OTEGUI M., UHART S. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. p 1-12, 121-141.
- ANDRADE, F. y V. O. SADRAS. 2002. Bases ecofisiológicas para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA) – Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Mar del Plata). 450 p
- ALDRICH, S.R., SCOTT, W.O. & LENG, E.R. 1975. Modern corn production, 2nd ed. Champaign, IL, USA, A & L Publications.
- BAROTLONI ROBERTO 1990. El maíz. Ediciones Mundi-Prensa. p: 9-11, 205.
- BERARDO, A., CULOT, P, DUARTE, J. y DARWICHT, N. 1976. Evaluación de algunos factores de producción del cultivo de maíz en el sudeste bonaerense y su respuesta a la fertilización. Revista IDIA 32:195-208.
- CHOBOUSSOU, F. 1999, Nitrógeno y micronutrientes sobre el rendimiento y la incidencia de enfermedades foliares en maíz. En:[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde.../AndreTomazela.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde.../AndreTomazela.pdf). Consultado: 20-12-2010.
- CRUZATE, G. y A. RIVERO. 2010. Variabilidad espacial y temporal de P y Zn en siembra directa y la relación con algunas propiedades en un suelo en Paraná, Entre Ríos. Comisión 3: Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, Santa Fe, 31 de mayo al 4 de junio de 2010.

- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. BALZARINI, L. GONZALES, M. TABLADA y C. ROBLEDO. 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar/>.
- ESPÓSITO G. 2002. Propiedades hidrofísicas del suelo asociadas a diferentes sistemas de labranza en cultivo de maíz. Tesis M. Sc Producción Vegetal. FAV
- ESPÓSITO G., BALBOA G., CASTILLO C. Y BALBOA R., 2010. Disponibilidad de Zinc y respuesta a la fertilización del maíz en el Sur de Córdoba. XXI Congreso Argentino de la Ciencia de suelo.
- FERRARIS, G., COURETOT, L y URRUTIA, J., 2010. Tecnologías para la aplicación de microelementos en maíz. Dosis y sistemas de aplicación de zinc en combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. V Jornada de Maíz. AIANBA-INTA EEA Pergamino. 11p.
- FERRARIS, G. y L. COURETOT. 2007. Respuesta del Maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07. Experiencias de Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 116 – 122.
- GALINAT, W.C. 1988. The origin of corn. *In* G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. Corn and corn improvement, 3rd ed., p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- GALRAO, E. Z., 1995. Níveis críticos de zinco para o milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 19 (2):255-260. Campinas, Brasil.
- GALRAO, E. Z. 1996. Métodos de aplicação de zinco e avaliação da disponibilidade para o milho num Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, fase cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 20 (2):265-272. Campinas, Brazil.
- GIRMA, K., L. MARTIN, K. FREEMAN, L. MOSALI, R. TEAL, R. RAUN WILLIAM, S. MOGES y D. ARNALL. 2007. Determination of Optimum Rate and

Growth Stage for Foliar-Applied Phosphorus in Corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Volume 38, pages 1137 – 1154.

- GOLDMAN, V., ECHEVERRÍA, H.E., ANDRADE, F., UHART, S. 2002. Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre la concentración de nutrientes en maíz. *Ciencia del Suelo* 20 (1):27-35.
- KYM TAN. H. 1996. Soil sampling preparation and analysis. P 219-222.
- MARENGO, A. 2009. Trabajo final de grado. Efecto de la fertilización con Zinc sobre el área foliar y el rendimiento del cultivo de maíz.
- MARTENS, D. C. y W. LINDSAY. 1990. Testing soil for Copper, Iron, Manganese, and Zinc. *Soil testing and plant analysis*. SSSA, Madison, pp. 229-264
- MELGAR, R., J. LAVANDERA, M. TORRES DUGGAN y L. VENTIMIGLIA. 2001. Respuesta a la fertilización con Boro y Zinc en sistemas intensivos de producción de maíz. *Revista la Ciencia del Suelo* 19: 2
- MICHIELS, CARLOS L.; RUFFO, MATIAS L. 2009. El zinc limita el rendimiento del maíz en la región pampeana argentina.
- MILLS, H. A., BENTON JONES, JR. 1996. *Plant analysis handbook II. A practical sampling preparation, analysis and interpretation guide*.
- MONTGOMERY, E. G. 1911. Correlation studies of com. *Nebraska Agricultural Station Annual Report*, Lincoln, v. 24. Pag.108-159.
- RAIJ B. VAN. 1991. *Fertilidade do Solo e Adubação*. Editora Agronômica Ceres. Piracicaba, Brasil. 343.
- RATTO, S., FATTA, N., LAMAS, M. 1991. Análisis foliar de cultivo. II. Microelementos. *Rev. Facultad de Agronomía*, 12 (1):31 – 38.

- RATIO, S.E Y MIGUEZ F. H., 2006. Zinc en el cultivo de maíz, deficiencia de oportunidad. En:[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/3D2EF1F58D7E213805257268004D56B5/\\$file/Zinc+en+el+Cultivo+de+Maíz,+Deficiencia+de+Oportunidad.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/3D2EF1F58D7E213805257268004D56B5/$file/Zinc+en+el+Cultivo+de+Maíz,+Deficiencia+de+Oportunidad.pdf). Consultado: 25-11-2010.
- RATIO, S., 2006. Los microelementos en el sistema productivo del área pampeana. Editora Vázquez, M. Micronutrientes en la Agricultura. Diagnóstico y fertilización en la Argentina. La experiencia brasilera. 1ª edición. 92 – 06 p.
- RATIO, S. MIZUNO, I. 1991. Respuesta del maíz al agregado de Zinc en ensayo de invernáculo. XIII Congreso Argentino de la ciencia del Suelo.
- RATIO, S., GIUFFRÉ, L. 1997. Relación P/Zn en cultivo de maíz. Actas de VI Congreso Nacional de Maíz, AIANBA (II) 190-195.
- RITCHIE W. y HANWAY 1997. How a corn plant develops. Special Reports N° 48. Iowa State University of science and Technology. Cooperative Extension Service ames, Iowa.: 21 pág.
- RITCHEY, K. D., COX, F. R., GALRAO, E. Z., YOST, R. S. 1986. Disponibilidad de zinc para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho – Escuro Argiliso. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brszilia, Brazil, V.21, n.3, p.215-225.
- RIVERO, E., CRUZATE, G. A., y TURATI, R. 2006. Azufre, Boro y Zinc: Mapas de disponibilidad y reposición en suelos de la región Pampeana. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.
- SEILER, R., FABRICIUS, R., ROTONDO, V., y VINOCUR, M. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto -1974 / 1993. Volumen I. UNRC. p:4.
- VÁZQUEZ, M y A. FANCELLI. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Editora Vázquez, M. Micronutrientes en la Agricultura. Diagnóstico y fertilización en la Argentina. La experiencia brasilera. 1ª edición. 11-22 p.

- VÁZQUES, M y A. SCHEID LOPES. 2006. Micronutrientes, la experiencia brasilera. Filosofía de aplicación y eficiencia agronómica. Editora Vázquez, M. Micronutrientes en la Agricultura. Diagnóstico y fertilización en la Argentina. La experiencia brasilera. 1ª edición. 45 – 61 p.
- VOLMER, ER & RATTO, S. 2005. Disponibilidad de Cinc, Cobre, Hierro y Manganeso extraíble con DTPA en suelos de Córdoba (Argentina) y variables edáficas que la condicionan. Ci. Suelo. 23(2)00-00.
- WHITNEY, D. A., 1997. Fertilization. En: Soybean production handbook. Kansas States University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, C-449.
- WILKES, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 30: 209-223.
- YAMADA, T., 2004. Deficiencias de micronutrientes, ocurrencia, detección y corrección: El éxito de la experiencia brasilera. Encarte Técnico POTAFOS. Piracicaba. Brasil. Artículo publicado en Informaciones Agronómicas, No. 24. Archivo Agron No. 9.
- ZAMBOLIM, L., Y VENTURA, J.A. 1996. Resistência a doenças induzidas pela nutrição mineral das plantas. Informacões Agronômicas, Encarte Técnico POTAFOS. Piracicaba. Brasil.

**ANEXO I**

**Plano del Ensayo.**

<b>Cabecera</b>						
4	<b>Bloque 2</b>	MES EZ 50 Kg + MES S10 150 Kg	2	<b>Bloque 4</b>	DAP 165 Kg	<b>Tratamientos</b>
6		MES SZ 150 Kg + MES S10 50 Kg	1		TESTIGO	
3		MES S10 200 Kg	6		MES SZ 150 Kg + MES S10 50 Kg	
7		MES SZ 200 Kg	4		MES EZ 50 Kg + MES S10 150 Kg	
1		TESTIGO	7		MES SZ 200 Kg	
2		DAP 165 Kg	3		MES S10 200 Kg	
5		MES SZ 100 Kg + MES S10 100 Kg	5		MES SZ 100 Kg + MES S10 100 Kg	
<b>Tratamientos</b>						
5	<b>Bloque 1</b>	MES SZ 100 Kg + MES S10 100 Kg	5	<b>Bloque 3</b>	MES SZ 100 Kg + MES S10 100 Kg	<b>Tratamientos</b>
1		TESTIGO	6		MES SZ 150 Kg + MES S10 50 Kg	
2		DAP 165 Kg	4		MES EZ 50 Kg + MES S10 150 Kg	
4		MES EZ 50 Kg + MES S10 150 Kg	7		MES SZ 200 Kg	
6		MES SZ 150 Kg + MES S10 50 Kg	3		MES S10 200 Kg	
3		MES S10 200 Kg	2		DAP 165 Kg	
7		MES SZ 200 Kg	1		TESTIGO	
<b>Tratamientos</b>						
<b>Cabecera</b>						

## ANEXO II

### Área Foliar.

#### Análisis de la varianza

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Def	Area Foliar.	28	0.34	0.01	13.06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40835.10	9	4537.23	1.03	0.4561
Tratamientos	27838.38	6	4639.73	1.05	0.4268
Bloques	12996.73	3	4332.24	0.98	0.4239
Error	79520.68	18	4417.82		
Total	120355.78	27			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4417.8155 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
6.00	436.24	4	33.23 A
7.00	504.23	4	33.23 A
2.00	511.86	4	33.23 A
3.00	514.78	4	33.23 A
5.00	527.03	4	33.23 A
4.00	533.16	4	33.23 A
1.00	535.31	4	33.23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 4417.8155 gl: 18

Bloques	Medias	n	E.E.
4.00	477.39	7	25.12 A
3.00	500.81	7	25.12 A
1.00	526.91	7	25.12 A
2.00	530.67	7	25.12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nor	Area Foliar.	28	0.44	0.16	12.35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	55230.33	9	6136.70	1.57	0.1973
Tratamientos	34130.68	6	5688.45	1.46	0.2476
Bloques	21099.65	3	7033.22	1.80	0.1827
Error	70199.27	18	3899.96		
Total	125429.60	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 3899.9593 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
7.00	446.61	4	31.22 A
1.00	480.43	4	31.22 A B
4.00	498.13	4	31.22 A B
6.00	499.00	4	31.22 A B
3.00	512.57	4	31.22 A B
2.00	550.84	4	31.22 B
5.00	552.77	4	31.22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 3899.9593 gl: 18

Bloques	Medias	n	E.E.
4.00	464.24	7	23.60 A
3.00	497.85	7	23.60 A
1.00	528.89	7	23.60 A
2.00	532.08	7	23.60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Análisis de concentración nutricional a nivel foliar.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Zn Ppm.	21	0.27	0.00	9.86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.07	6	1.68	0.85	0.5550
Tratamientos	10.07	6	1.68	0.85	0.5550
Error	27.74	14	1.98		
Total	37.81	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1.9816 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.
MES SZ 200 KG	15.45	3	0.81 A
MES SZ 100 KG + S10 100 KG	14.87	3	0.81 A
MES SZ 50 KG + S10 150 KG	14.50	3	0.81 A
MAP 155 KG	14.23	3	0.81 A

TESTIGO	13.97	3	0.81	A
MES SZ 150 KG + S10 50KG	13.77	3	0.81	A
MES S10 200 KG	13.17	3	0.81	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Producción de plantas normales y deficientes.

### Análisis de la varianza

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Def	Relación M/G.	28	0.47	0.21	15.86

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	9	1.3E-03	1.79	0.1406
Tratamientos	3.6E-03	6	6.1E-04	0.83	0.5642
Bloques	0.01	3	2.7E-03	3.71	0.0308
Error	0.01	18	7.3E-04		
Total	0.02	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0007 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
6.00	0.15	4	0.01	A
4.00	0.16	4	0.01	A
7.00	0.17	4	0.01	A
2.00	0.17	4	0.01	A
5.00	0.18	4	0.01	A
3.00	0.18	4	0.01	A
1.00	0.19	4	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0007 gl: 18

Bloques	Medias	n	E.E.		
2.00	0.14	7	0.01	A	
1.00	0.17	7	0.01	A	B
3.00	0.18	7	0.01		B
4.00	0.19	7	0.01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nor	Relación M/G.	28	0.35	0.03	12.40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.7E-03	9	4.2E-04	1.09	0.4143
Tratamientos	1.4E-03	6	2.4E-04	0.62	0.7091
Bloques	2.3E-03	3	7.7E-04	2.03	0.1455
Error	0.01	18	3.8E-04		
Total	0.01	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 0.0004 gl: 18*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
4.00	0.15	4	0.01	A
3.00	0.15	4	0.01	A
2.00	0.16	4	0.01	A
6.00	0.16	4	0.01	A
5.00	0.16	4	0.01	A
7.00	0.16	4	0.01	A
1.00	0.17	4	0.01	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 0.0004 gl: 18*

Bloques	Medias	n	E.E.	
2.00	0.15	7	0.01	A
4.00	0.15	7	0.01	A
1.00	0.16	7	0.01	A
3.00	0.17	7	0.01	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

### Análisis de la varianza

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Def	Peso Granos.	28	0.66	0.49	18.10

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	470494.04	9	52277.12	3.87	0.0070
Tratamientos	71029.54	6	11838.26	0.88	0.5314
Bloques	399464.51	3	133154.84	9.86	0.0005
Error	243169.70	18	13509.43		
Total	713663.74	27			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13509.4279 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.
6.00	571.32	4	58.12 A
3.00	608.87	4	58.12 A
5.00	622.52	4	58.12 A
7.00	629.70	4	58.12 A
1.00	632.13	4	58.12 A
4.00	703.20	4	58.12 A
2.00	727.39	4	58.12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 13509.4279 gl: 18

Bloques	Medias	n	E.E.		
4.00	471.70	7	43.93	A	
3.00	601.64	7	43.93	A	B
1.00	702.33	7	43.93		B C
2.00	792.98	7	43.93		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Zn	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nor	Peso Granos.	28	0.62	0.43	11.73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	259312.39	9	28812.49	3.23	0.0164
Tratamientos	114904.94	6	19150.82	2.15	0.0977
Bloques	144407.45	3	48135.82	5.40	0.0079
Error	160537.13	18	8918.73		
Total	419849.52	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 8918.7296 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
7.00	665.09	4	47.22	A	
3.00	793.53	4	47.22	A	B
1.00	797.56	4	47.22	A	B
5.00	810.46	4	47.22	A	B
6.00	837.42	4	47.22		B
4.00	848.70	4	47.22		B
2.00	882.30	4	47.22		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 8918.7296 gl: 18

Bloques	Medias	n	E.E.	
4.00	727.61	7	35.69	A
3.00	743.07	7	35.69	A
2.00	851.29	7	35.69	B
1.00	898.07	7	35.69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Rendimiento: Componentes Directos (N° de granos y peso de mil semillas).**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N° Granos.	56	0.40	0.28	19.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4889742.57	9	543304.73	3.38	0.0029
Tratamientos	1054599.38	6	175766.56	1.09	0.3804
Bloques	3835143.19	3	1278381.06	7.96	0.0002
Error	7391797.93	46	160691.26		
Total	12281540.50	55			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 160691.2593 gl: 46

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
7.00	1849.70	8	141.73	A
3.00	2003.43	8	141.73	A
6.00	2012.49	8	141.73	A
1.00	2042.14	8	141.73	A
5.00	2047.10	8	141.73	A
4.00	2216.99	8	141.73	A
2.00	2299.55	8	141.73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 160691.2593 gl: 46

Bloques	Medias	n	E.E.	
4.00	1713.29	14	107.14	A
3.00	1921.00	14	107.14	A
1.00	2286.14	14	107.14	B
2.00	2348.95	14	107.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 1000	56	0.17	4.1E-03	5.68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3600.44	9	400.05	1.03	0.4346
Tratamientos	2609.79	6	434.96	1.11	0.3685
Bloques	990.65	3	330.22	0.85	0.4756
Error	17946.02	46	390.13		
Total	21546.46	55			

**Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 390.1309 gl: 46*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
7.00	335.46	8	6.98	A
3.00	344.18	8	6.98	A
6.00	345.63	8	6.98	A
4.00	346.21	8	6.98	A
5.00	349.82	8	6.98	A
2.00	356.27	8	6.98	A
1.00	356.62	8	6.98	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 390.1309 gl: 46*

Bloques	Medias	n	E.E.	
3.00	344.29	14	5.28	A
2.00	344.78	14	5.28	A
4.00	347.11	14	5.28	A
1.00	354.79	14	5.28	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Análisis de la varianza (Rendimiento Final).**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rto Final	56	0.39	0.27	19.83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69287697.84	9	7698633.09	3.21	0.0042
Tratamientos	14386614.41	6	2397769.07	1.00	0.4363
Bloque	54901083.43	3	18300361.14	7.64	0.0003
Error	110187719.94	46	2395385.22		
Total	179475417.78	55			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2395385.2161 gl: 46

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
7.00	7024.14	8	547.20	A
3.00	7594.31	8	547.20	A
1.00	7614.31	8	547.20	A
6.00	7615.96	8	547.20	A
5.00	7755.79	8	547.20	A
4.00	8350.31	8	547.20	A
2.00	8683.82	8	547.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

*Error: 2395385.2161 gl: 46*

Bloque	Medias	n	E.E.	
4.00	6468.71	14	413.64	A
3.00	7253.02	14	413.64	A
1.00	8601.11	14	413.64	B
2.00	8899.24	14	413.64	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*