

## **Uso de micronutrientes como complemento de la nutrición en la siembra y post emergencia en sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench**

## **Use of micronutrients as a nutritional supplement at sowing and post emergence in grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench**

**Marcelo Torrecillas<sup>1,2</sup>, Florencia Lavelli<sup>1,2</sup>, Ezequiel García Stepien<sup>1,2</sup>**

[mgtorre66@gmail.com](mailto:mgtorre66@gmail.com), [fiorella.lavelli@gmail.com](mailto:fiorella.lavelli@gmail.com), [garciastepien@gmail.com](mailto:garciastepien@gmail.com)

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Camino de Cintura y Juan XXIII, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina. <sup>2</sup> Instituto de Investigación en Producción Agropecuaria, Ambiente y Salud (IIPAAS), Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Camino de Cintura y Juan XXIII, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina.

Recibido 01/10/2021; Aceptado: 09/11/2021

**Resumen:** El cultivo de sorgo para la producción de grano se ha revalorizado en virtud de una demanda creciente, sumado a la seguridad de producción bajo condiciones climáticas adversas, adaptabilidad a suelos de baja aptitud y moderados a bajos costos de implantación. Existe una notoria deficiencia de información técnica y experimentación adaptativa en relación a dosis y niveles de respuesta de dicho cultivo con respecto a diferentes nutrientes. Si bien los macronutrientes, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), se encuentran entre los nutrientes más importantes para los vegetales, el uso de micronutrientes podría ser una estrategia para lograr una mayor absorción de macronutrientes por parte de las plantas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes productos comerciales con micronutrientes y sus combinaciones en diferentes estadios del cultivo de sorgo y su respuesta en el rendimiento en grano. El mismo híbrido granífero se evaluó en dos localidades, incluyendo un tratamiento de semilla y dos de aplicación foliar. No se detectaron interacciones significativas ambientes × tratamientos. Se observó una tendencia a mayores rendimientos en grano, aunque no significativos, destacándose los tratamientos Top Seed, Absortec Cooper y Top Zinc Max. Los resultados obtenidos indicaron una tendencia auspiciosa en relación a la performance del rendimiento de grano, pero que debe ser confirmado en futuras evaluaciones.

**Palabras-clave:** Sorgo. Grano. Micronutrientes. Rendimiento.

**Abstract:** The cultivation of sorghum for grain production has been revalued by virtue of a growing demand, added to the security of production under adverse climatic conditions, adaptability to soils of low aptitude and moderate to low implantation costs. There is a notable deficiency of technical information and adaptive experimentation in relation to dose and response levels of said crop with respect to different nutrients. Although the macronutrients, nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), are among the most important nutrients for vegetables, the use of micronutrients could be a strategy to achieve a greater absorption of macronutrients by plants. floors. The objective of the present work was to evaluate the effect of different commercial products with micronutrients and their combinations in different stages of the sorghum crop and its response in grain yield. The same graniferous hybrid was evaluated in two locations, including one seed treatment and two foliar application. No significant environment × treatment interactions were detected. A trend towards higher grain yields, although not significant, was observed, highlighting the Top Seed, Abortec Cooper and Top Zinc Max treatments. The results obtained indicated an auspicious trend in relation to grain yield performance, but it must be confirmed in future evaluations.

**Keywords:** Sorghum. Grain. Micronutrients. Performance

## 1. Introducción

El sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cultivo que posee grandes ventajas frente al escenario actual de elevada erraticidad climática. En los sistemas de producción de distintas zonas del país se lo incluye por su estabilidad de rendimientos, rusticidad, adaptabilidad a suelos de inferior calidad, resistencia a la sequía y menores costos de implantación con respecto a otros cultivos de verano. Debido a la abundante producción de rastrojo de alta perdurabilidad y a su denso sistema radical, este cultivo realiza también un aporte importante a la sustentabilidad de los esquemas de agricultura continua a través de una mejora en el balance de carbono y de la estructuración de los suelos (Ferrari *et al.*, 2012).

La nutrición mineral es esencial para que plantas puedan realizar sus funciones esenciales y específicas a nivel metabólico. Cuando uno de los nutrientes esenciales no está presente en cantidades satisfactorias o en condiciones que la hacen escasamente disponible, su deficiencia celular promoverá cambios en su metabolismo. Los síntomas de las deficiencias minerales son más o menos característico de cada nutriente y también dependen de la severidad, el cultivo y factores medioambientales (Santi *et al.*, 2005). Los macronutrientes, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), se encuentran entre los nutrientes más importantes para los vegetales. Sin embargo, estos nutrientes se caracterizan por eficiencias de absorción muy bajas. Por otro lado, el uso excesivo de N y P en la agricultura, conduce a efectos ambientales como la producción de gases de efecto invernadero, la contaminación de las aguas superficiales y eutrofización entre

otros. En ese sentido, el uso de micronutrientes podría ser una estrategia para lograr una mayor absorción de macronutrientes por parte de las plantas. Un estudio reciente (Dinkba *et al.*, 2017) ha demostrado que la enmienda del suelo fertilizado con NPK con formulaciones compuestas de micronutrientes de zinc (Zn), boro (B) y cobre (Cu) aumentaron el rendimiento de grano de soja. En sorgo se dispone de escasa información sobre su nutrición con micronutrientes. Según Cavalcante *et al.* (2018), la acumulación de nutrientes en las plantas de sorgo obedece al siguiente orden de importancia:  $K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Zn > Mn > Cu$ . En general, la acumulación de micronutrientes en la biomasa de sorgo es lenta hasta el  $V_9$ , coincidiendo con unos 30-32 días desde emergencia (DDE). A partir de ese momento, las tasas de absorción aumentan significativamente. Sin embargo, para Fe y Mn, este período de absorción es más largo y a una menor tasa, comenzando a los 32 DDE, estabilizándose a los 38 y 37 DDE, respectivamente (Cavalcante *et al.*, 2018). Sin embargo, la deficiencia de micronutrientes puede corregirse mediante la aplicación foliar y debe realizarse antes de la Etapa  $V_9$  (Cavalcante *et al.*, 2018). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes productos comerciales con micronutrientes y sus combinaciones en diferentes estadios del cultivo de sorgo y su respuesta en el rendimiento en grano.

## 2. Materiales y Métodos

### Material genético y condiciones del ensayo:

El genotipo evaluado fue el híbrido de sorgo granífero Summer II (Nuseed) (Figura 1). Se sembró el mismo día 01/12/2020 en la localidad de Gral. Las Heras (A1,  $35^{\circ} 0'14.41''S / 58^{\circ}49'6.33''O$ ) y en la localidad de San Miguel del Monte (A2,  $35^{\circ}40'57,29''S / 58^{\circ}42'06,91''O$ ) con una sembradora experimental. En ambos ambientes (A) los suelos fueron preparados con labranza convencional y se fertilizaron a la siembra con 150 kg/ha de Nitrocomplex Zar (21-17-3 +1% MgO + 5% S + 0,1% Zn).

### Condiciones edafoclimáticas:

Las condiciones edafoclimáticas se detallan en la Tabla 1

**Tabla 1. Condiciones edafoclimáticas de los experimentos.**

	Gral. Las Heras	San Miguel del Monte
	Suelo	
MO (%)	3,37	3,00
pH	6,13	5,98
P ext (ppm)	7,55	8,90
N-NO <sub>3</sub> (ppm) 0-20cm	17,39	16,36
	Clima	
Precipitaciones (mm)	484	507

Temperatura media (°C)	21,7	20,8
Temperatura máxima (°C)	37,1	38,6
Temperatura mínima (°C)	1,3	2,2

Ref. Las muestras de suelo fueron tomadas de 0-20 cm. MO (%): Materia orgánica, pH (2,5:1), P ext (ppm): Fósforo extractable Bray 1, N-NO<sub>3</sub> (ppm): Nitrógeno de nitratos. Los datos de precipitaciones acumuladas de siembra a cosecha fueron registrados en cada localidad realizando las lecturas diarias de los pluviómetros a las 9:00 am. Las temperaturas del aire corresponden al registro de INTA Castelar para la Localidad de Las Heras y a INTA Chascomús para San Miguel del Monte debido a su proximidad (<http://siga2.inta.gov.ar/#/data>).

No se registraron limitantes en cuanto a las condiciones para el desarrollo del cultivo en ambos ambientes evaluados (Tabla 1). El A1 presentó condiciones edáficas similares al A2, salvo que con un contenido de fósforo menor. En cuanto a las condiciones ambientales, el A1 registró mayores precipitaciones y menores temperaturas. Las temperaturas mínimas de 1,3 en A1 y 2,2 en A2 se registraron luego de que el cultivo llegara a madures fisiológica (7/5/21 y 5/5/21 respectivamente), por lo que no comprometieron su desarrollo.



Figura 1. Ensayos de sorgo granífero en estado de llenado de granos. Cosecha en San Miguel del Monte (der.) y en Gral las heras (izq.).

**Productos evaluados:**

**Top Seed (Spraytec):** Tratamiento de semillas. Contiene Cobalto (Co) 1,3%, Molibdeno (Mo) 2,6 %, Boro soluble (B) 0,47%, Potasio (K) 2,0%, Zinc (Zn) 2,3%, Silicio (Si) 0,65% y Fósforo asimilable (P) 0,7 %.

**Absortec Copper (Spraytec):** Fertilizante complejo foliar líquido. Contiene: Nitrógeno total (N) 18,5%, Fósforo asimilable (P) 1,0%, Manganeso (Mn) 0,3%,

Cobre (Cu) 0,2 %, Boro (B) 0,1%, Azufre de sulfatos (S) 0,9 %. Grado: 18,5 – 1 – 0. pH en dosis máxima de uso: 3,0. Densidad: 1,09 g/ml.

**Top Zinc Max (Spraytec):** Fertilizante foliar líquido. Contiene: Nitrógeno total sin nitratos (N) 7,3%, Fósforo asimilable (P) 6,3%, Cobalto (Co) 0,5%, Molibdeno (Mo) 2,1%, Azufre de sulfatos (S) 1,7%, Boro soluble (B) 1,5%, Zinc (Zn) 2,2%. Grado: 7,3 – 6,3 – 0. pH en dosis máxima de uso: 2,7 Densidad: 1,43 g/ml.

**Los tratamientos evaluados fueron:**

Tratamientos	Momento de aplicación	Producto
1	En la siembra.	Top Seed 300cc/100kg de semillas.
2	En E4 (Vanderlip y Reeves, 1972).	Absortec Copper 4lts/ha
3	En E4 (Vanderlip y Reeves, 1972).	Top Zinc Max 200cc/ha
4	En E4 (Vanderlip y Reeves, 1972).	Top Zinc Max 200cc/ha + Absortec Copper 2lts/ha
5	Testigo	-

Las aplicaciones de los tratamientos 2, 3 y 4 se realizaron con mochila manual, cuando el cultivo se encontraba en E4 (6/2/2021). La cosecha del A1 fue el 10/05/2021 y del A2 el 7/05/2021. Se cosecharon 2 m lineales sin faltantes de plantas en forma manual para la determinación del rendimiento en grano (RG, tn/ha). Los valores fueron corregidos a una humedad del 14,5%.

#### **Diseño experimental**

El diseño del ensayo fue de bloques completos al azar con arreglo factorial y tres repeticiones por tratamiento. Los ambientes fueron los factores principales y los tratamientos los factores secundarios. Las parcelas experimentales consistieron de 2 surcos de 5,2 m de longitud, separados a 0,5 m entre surcos e intercalados por un surco de bordura entre tratamientos.

#### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de variancia (ANOVA) con el software estadístico Infostat (2020). La separación de medias se realizó mediante el test de diferencias mínimas significativas (DMS) al nivel de probabilidad de  $p < 0.05$ .

### **3. Resultados**

A pesar de presentar mejores condiciones el A1, no se expresó en un mayor RG. Esto pudo deberse a un mayor impedimento edáfico posiblemente a un elevado valor de compactación del suelo. A pesar de que no se evaluó este parámetro, el lote provenía de una rotación con ganadería con una alta carga animal de novillos en recría. Esta posible condición edáfica pudo haber sido la razón de la marcada diferencia de rendimiento entre ambos ambientes y del menor desarrollo visual comparativo del cultivo observado al realizar el ensayo.

En el ANOVA sólo se encontraron diferencias significativas entre los ambientes, siendo el A2 el de mayor RG con 8,10 tn/ha y A1 con 6,18 tn/ha, posiblemente debido a las diferencias edáficas mencionadas anteriormente. A pesar de ello, no hubo interacciones significativas ambientes × tratamientos. En cuanto a los tratamientos con micronutrientes no produjeron diferencias significativas en el RG (tn/ha). Sin embargo, en todos los casos se observó una tendencia a mayores rendimientos en grano (Figura 2), destacándose los tratamientos Top Seed, Absortec Cooper, Top Zinc Max, como los de mejor desempeño, con diferencias de 1,83 y 1,57 y 1,41 tn/ha respectivamente con respecto al testigo (6,12 tn/ha). El tratamiento combinado de Top Zinc Max + Absortec Copper no sería recomendable debido a los resultados obtenidos, presentando un efecto depresor de los rendimientos con respecto al resto de tratamientos.

### ***Evaluación de micronutrientes en sorgo granífero***

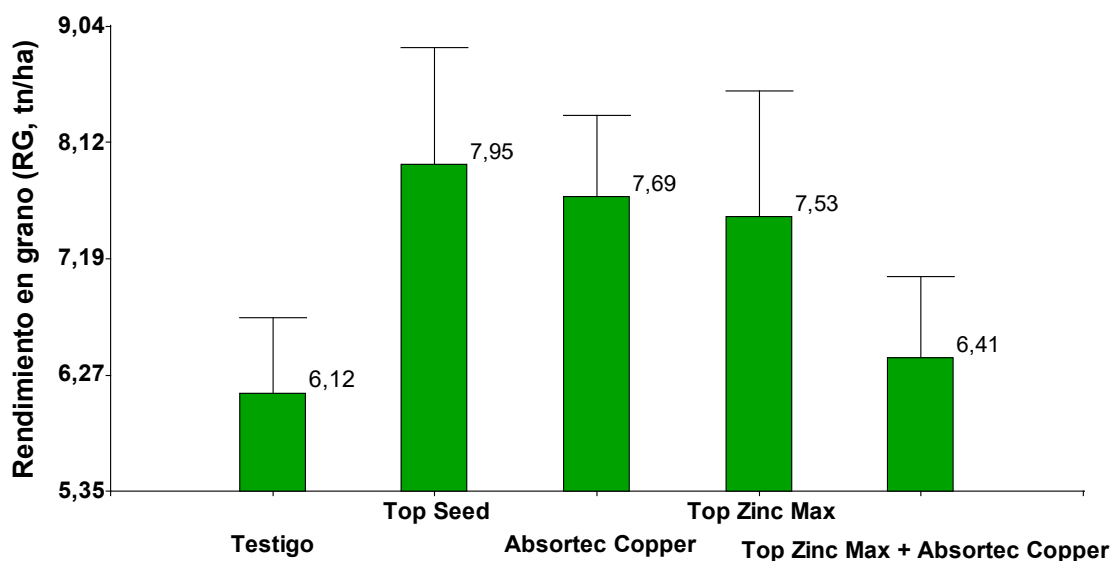


Figura 2. Gráfico de barras con las medias de rendimiento y su error estándar para los resultados medios de ambas localidades.

## **4. Conclusiones**

La aplicación de micronutrientes produjo mejoras apreciables en los rendimientos del cultivo de sorgo, aunque no significativas. Estas prácticas contribuyen un escalón más a la tecnificación del cultivo, mejorando la eficiencia en la utilización de recursos.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la empresa Spraytec por la provisión de los productos y dejan constancia que no existe conflicto de intereses entre ambas partes, en relación a la recomendación técnica de los productos.

#### **5. Bibliografía**

Cavalcante TJ, Castoldi G, Rodrigues CR, Nogueira MN, Albert AM. (2018) Macro and micronutrients uptake in biomass sorghum. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 48 (4): 364-373. Recuperado de: [www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat)

Dimkpa C, Bindraban P, Fugice J, Agyin-Birikorang S, Singh U, Hellums D. (2017). Composite micronutrient nanoparticles and salts decrease drought stress in soybean. *Agron. Sustain. Dev.* 37: 5.

Ferrari M, Rivoltella L, Casado J. (2012). Diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización nitrogenada en sorgo granífero. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo - XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, Argentina.

Santi A, Camargos SL, Matos Pereira WL, Scaramuzza JF. (2005). Deficiências de micronutrientes em sorgo (*Sorghum bicolor*). *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.3, p.54-63.

Vanderlip RL, Reeves HE. (1972). Growth stages of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Agron. J.* 64 (1): 13-16.