

# RESPUESTA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A LA APLICACIÓN DE AZUFRE, MAGNESIO, CINC Y BORO EN UN SUELO ALCALINO

Clifford Peña, Bruno Añez y Mario Dávila

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Mérida - Venezuela.

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) a la fertilización con azufre (S), cinc (Zn), magnesio (Mg) y boro (B) en un suelo alcalino, se realizó un ensayo en la Estación Experimental de San Juan de Lagunillas, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes, Estado Mérida; en un suelo Cambortid típico, franco arcillo-arenoso, micáceo, isohipertérmico; se utilizó la variedad Texas early granex 502, sembrada en bolsas de polietileno negro con suelo de la Estación. Los tratamientos utilizados consistieron en la aplicación de fertilizantes portadores de S, Mg, Zn, y B en dosis elemental de 16; 8; 2,52 y 5,25 kg.ha<sup>-1</sup> SMgZnB), respectivamente, con una fertilización base de 120 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>(NPK) y dos testigos, uno sin fertilizar (SF) y otro sin fertilización base y con SMgZnB (SNPK), y se repitieron tres veces, a una de las cuales se le adicionó 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre como enmienda, 30 días antes del transplante, para evaluar su efecto sobre los parámetros medidos: rendimiento (g/bolsa), peso fresco promedio del bulbo (g), peso seco promedio del bulbo (g). Se efectuó análisis de variancia como bloques al azar, prueba de contraste utilizando el programa Statistix versión 4.0 y la prueba de amplitudes múltiples de Duncan. La aplicación de 2,52 kg de Zn.ha<sup>-1</sup> como sulfato de cinc produjo efectos significativos sobre el rendimiento, el peso fresco promedio del bulbo y el peso seco; el S, Mg y B no influyeron de una manera importante estas respuestas. La aplicación de S como enmienda mostró una tendencia a influir favorablemente sobre los parámetros evaluados. Los tratamientos que reflejaron la mejor respuesta considerando todos los parámetros fueron NPK+Zn, NPK+ZnMg, NPK+B, NPK+ZnB y NPK+SZnB.

**Palabras clave:** *Allium cepa*, Cebolla, Fertilización, Azufre, Magnesio, Cinc, Boro, Suelos alcalinos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the response of onion (*Allium cepa* L.) to sulphur (S), magnesium (Mg), zinc (Zn) and boron (B) fertilization on an alkaline soil. A trial was conducted at the Experimental Station of San Juan de Lagunillas, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes, Mérida state, on a Typic Cambortid, clay- sandy loam, micaceous, isohyperthermic soil. The variety Texas early granex 502 was sowed in polyethylene black bags containing local soil. This assay had three replications with eighteen treatments. Fertilizers used were S, Mg, Zn and B in elemental doses of 16 ; 8 ; 2,52 y 5,25 kg.ha<sup>-1</sup> (SMgZnB) respectively ; with and without starting fertilization of [120 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 120 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>(NPK)]. One replicate was treated with 1000 kg.ha<sup>-1</sup> of sulphur as amendment 30 days before transplanting. The results were measured by yields (g.bags<sup>-1</sup>); fresh weight mean of bulbs (g) and dry weight mean of bulbs (g). Analysis of variance was made as randomized blocks and the contrast test using Statistix Program version 4.0 and Duncan's multiple range test. The application of 2,52 kg Zn.ha<sup>-1</sup> as zinc sulfate produced significant effects on yields, fresh weight mean of bulbs and dry weight mean of bulbs. S, Mg and B had no significant effects. Sulphur used as amendment showed a positive tendency on considered parameters. Considering all these parameters, the best responses were obtained with the treatments NPK+Zn ; NPK+ZnMg ; NPK+B ; NPK+ZnB and NPK+SZnB.

**Key words:** *Allium cepa*, onion, fertilization, soil, sulphur, zinc, magnesium, boron, alkaline soils.

## INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.), después del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es la hortaliza de mayor importancia y producción en Venezuela.

Su producción está localizada principalmente en los estados Lara y Falcón, entidades que para 1.991 produjeron 38.596 y 11.414 toneladas respecti-

vamente, el 71,66 % de la producción nacional; mientras que los estados andinos (Táchira, Mérida y Trujillo) sólo produjeron el 12,89%. Para ese mismo año, Mérida tuvo la menor producción con sólo 199 t en apenas 12 ha cosechadas y en los estados andinos se obtuvieron los rendimientos más bajos a nivel nacional ( $11.474 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (VENEZUELA, 1994; VENEZUELA, 1996). Tal situación hace pensar en la necesidad de incrementar la investigación para adecuar la tecnología a las condiciones de la zona y mejorar la productividad del cultivo.

Uno de los aspectos más importantes en el incremento de la productividad de un cultivo, es el manejo de la nutrición mineral, práctica que se hace más necesaria debido a lo superficial de sus raíces y a la alta densidad de siembra usada en cebolla. Sin embargo, la investigación que se ha desarrollado en el país sólo abarca lo relacionado con los nutrientes primarios (N, P, K) y ha sido muy poca o ninguna la generada respecto al conocimiento del comportamiento del resto de ellos.

Añez y Tavira (1986), estudiaron el efecto de la aplicación de fertilizantes N, P, K, a diferentes poblaciones de plantas de cebolla y encontraron que los mejores rendimientos del bulbo comercial se obtenían con la aplicación de  $120 \text{ kg}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  +  $120 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ , sin aplicación de nitrógeno; cuando las distancias entre hileras fueron de 20 a 23 cm de separación.

En un estudio sobre el uso de fertilizantes en cebolla, Añez *et al.*, (1996) encontraron que con la aplicación de  $1.000 \text{ kg}$  de azufre en polvo un mes antes del transplante se obtenían los mayores rendimientos, aunque no hubo diferencias significativas. Resultados similares fueron reportados por Smittle (1984) quien observó un incremento en los rendimientos de la cebolla con la aplicación de  $600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de yeso y por Paterson (1979) quien a su vez observó que incrementos en dosis de azufre aplicadas aumentaron el rendimiento, el tamaño del bulbo, aceleraron la madurez, incrementaron el porcentaje de S en el tejido foliar y el contenido de S volátil (picantez) del bulbo.

Añez *et al.*, (1996) recomendaron para San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida, fertilizar con  $120 \text{ kg}$  de N +  $60 \text{ kg}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  +  $120 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 30 días después del transplante.

Paterson *et al.*, (1979) encontraron que con la aplicación de  $17 \text{ kg}$  de azufre por hectárea resultaba en un incremento significativo en el rendimiento de bulbos de cebolla.

Klossowski y Debska (1985), en un ensayo a largo plazo el cual, cubrió 10 estaciones en diferentes localidades con la aplicación de  $50 \text{ kg}$  de magnesio como sulfato de magnesio en suelos deficientes en magnesio disponible ( $30\text{-}70 \text{ mg/l}$ ) encontraron que, el rendimiento tuvo un incremento importante, en tanto que el contenido de Mg de las partes comestibles de la cebolla fue aumentado levemente.

Gupta *et al.* (1985) consiguieron incrementos del 30 y 67% de los rendimientos en bulbo sobre el control, con aplicaciones de cinc en dosis de 5 y  $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  respectivamente. Lal y Maurya (1983), en un ensayo de dos años con cebolla cv Poona Red sembrada en arena, encontraron que el mayor peso tanto seco como fresco fue obtenido por las plantas que recibieron 3 ppm de cinc. Murphy y Walsh (1972), recomiendan aplicar entre  $3,4\text{-}4,5 \text{ kg}$  de Zn en banda cada 3-4 años y luego  $1 \text{ kg/ha}$  anualmente y señalan como dosis recomendable de  $\text{ZnSO}_4$   $4,5\text{-}9,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplicados al voleo de acuerdo al análisis de suelo o foliar. Las dosis aplicadas de cinc como quelato están por el orden de  $3\text{-}5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en aplicaciones en banda (ICA, 1992).

Rao y Deshpande (1971) encontraron que los efectos del boro sobre el crecimiento y rendimiento de cebolla, no fueron evidentes, sin embargo, consiguieron una interacción positiva entre el Cu y el B, obteniéndose los más altos rendimientos ( $15.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) como respuesta a la aplicación de  $13,4 \text{ kg}$  de Cu y  $1,8 \text{ kg}$  de B  $\cdot\text{ha}^{-1}$ ; Jayamohanrao (1974) encontró que estas mismas dosis mejoraban la composición mineral de los bulbos sobre todo los niveles de Ca, P y Fe, los cuales, alcanzaron su máximo con esas dosis. Lorenz y Maynard (1988), reportaron que la repuesta relativa de la cebolla al boro es baja y alta a las aplicaciones de cinc.

La necesidad de determinar la cantidad de un nutriente que debe ser aplicado al suelo como fertilizante, se fundamenta en el hecho de que interactúa en el suelo, originándose deficiencias enmascaradas, toxicidad, etc., cuando sus proporciones no son las más adecuadas. Es así, como resulta de particular importancia conocer la cantidad, la forma de colocación y el momento más adecuado para la aplicación de los fertilizantes requeridos por el cultivo. Aunado a la necesidad de aumentar la eficiencia en el uso de los fertilizantes debido al alza en el costo, como consecuencia de la nueva política económica. Una buena fertilización permite un balance adecuado de nutrientes en el suelo, originando

que todos ellos sean absorbidos sin restricciones por el sistema radical de las plantas, lo cual implica que los cultivos manifiesten todo su potencial productivo (Espinoza, 1992).

Estas razones justifican la realización de trabajos de investigación que permitan vislumbrar las respuestas de los cultivos en las diferentes localidades, para establecer planes de fertilización agrónomicamente mejor concebidos.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- a.- Determinar la influencia del magnesio, azufre, cinc y boro sobre el crecimiento, desarrollo y producción de la cebolla.
- b.- Determinar, con base en los rendimientos, la respuesta de la cebolla a la fertilización con S, Mg, Zn y B en suelos alcalinos.
- c.- Obtener información que sirva de base para el establecimiento de un programa de fertilización con fines de recomendación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Descripción del área bajo estudio.

Este ensayo fue llevado a cabo en la estación experimental de San Juan de Lagunillas, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes, Estado Mérida, Venezuela (08°31'N, 71°21'W), altitud 1104 msnm, precipitación media anual de 500 mm, temperatura media anual de 22°C, luminosidad media diaria de 8,03 horas, evaporación media diaria de 5,75 mm y humedad relativa media mensual de 70,08%. El suelo ha sido clasificado como Cambortid típico, franco arcillo-arenoso, micáceo, isohipertérmico (Ochoa y Malagón, 1979). Las características físicas y químicas del suelo utilizado son presentadas en el Cuadro 1.

**CUADRO 1.** Características físicas y químicas del suelo.

Clase textural	pH	C.O.	N	C/N	P	K	Mg	Ca	Zn	SSO <sub>4</sub>	C.E.
	(1:2)	%	%		mg.kg <sup>-1</sup>						dS.cm <sup>-1</sup>
FAa	7,7	0,71	0,09	8	5	152	207	241	2	2,0	21
Interpretación					B	A	M	A	M	B	

B = bajo

M = medio

A = alto

### 2. Metodología de campo y materiales utilizados.

La siembra se efectuó en semilleros el 12-02-97 y las plántulas fueron transplantadas, a bolsas de polietileno negras de 50x60 cm, el 17-04-97 a los 65 días de sembradas, para obtener 4 ó 5 plantas de la variedad Texas early granex 502 por bolsa. La cosecha se efectuó el 22-07-97 cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica.

A la tercera repetición se le adicionó un equivalente a 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre en polvo como enmienda un mes antes del transplante, con la finalidad de comparar el efecto de la aplicación de los fertilizantes sobre el rendimiento, con y sin la aplicación de la enmienda. También un mes antes del transplante se aplicó la cantidad de azufre requerida como fertilizante, ya que la fuente (azufre flor) utilizada requiere tiempo para su transformación a formas asimilables por la planta.

Todos los fertilizantes, excepto el nitrogenado, fueron aplicados al voleo e incorporados al suelo antes del transplante; la aplicación del fertilizante nitrogenado por su parte fue dividida en dos fracciones, una al voleo al momento del transplante e incorporada al suelo y otra, cuatro semanas más tarde, entre las plantas y parcialmente incorporada. Las cantidades de nutrimentos a aplicar en los diferentes tratamientos son presentados en el Cuadro 2; las fuentes que se utilizaron fueron; Azufre en polvo (80% S); Sulfato de Cinc (36% Zn, 18% S); Sulfato de Magnesio (16% MgO, 13% S); Acido Bórico (17,5% B); Nitrato de Amonio (33,5% N); Formula 16-42-00; Cloruro de Potasio (60% K<sub>2</sub>O).

### 3. Variables cuantificadas:

- a) Rendimiento en g/bolsa: Expresado como la cantidad total en gramos de bulbo obtenido en cada bolsa.
- b) Peso del bulbo: En el momento de la cosecha

se pesaron los bulbos de cada una de las bolsas y se determinó el promedio de peso de ellos, expresado en gramos (g).  
 c) Peso seco del bulbo: Los bulbos fueron colocados en estufa a 55 ± 3 °C de temperatura hasta peso constante.

**CUADRO 2.-** Cantidades de nutrimentos a aplicar en forma de fertilizantes (kg.ha<sup>-1</sup>).

Nº	Tratamiento	Nutrimentos (kg.ha <sup>-1</sup> )						
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Zn	Mg	B
1	NPK	120	60	120				
2	NPK+B	120	60	120				5,25
3	NPK+Mg	120	60	120			8	
4	NPK+MgB	120	60	120			8	5,25
5	NPK+Zn	120	60	120		2,52		
6	NPK+ZnB	120	60	120		2,52		5,25
7	NPK+ZnMg	120	60	120		2,52	8	
8	NPK+ZnMgB	120	60	120		2,52	8	5,25
9	NPK+S	120	60	120	16			
10	NPK+SB	120	60	120	16			5,25
11	NPK+SMg	120	60	120	16		8	
12	NPK+SMgB	120	60	120	16		8	5,25
13	NPK+SZn	120	60	120	16	2,52		
14	NPK+SZnB	120	60	120	16	2,52		5,25
15	NPK+SZnMg	120	60	120	16	2,52	8	
16	NPK+SZnMgB	120	60	120	16	2,52	8	5,25
17	Sin Fertilizar							
18	+ SZnMgB				16	2,52	8	5,25

#### 4. Análisis estadístico:

Se realizó análisis de covarianza, según Steel y Torrie (1988) para ajustar por regresión los datos de rendimiento ya que estaban influidos por el número de plantas. Se efectuó análisis de variancia como bloques al azar, prueba de contraste utilizando el programa Statistix versión 4.0 y la prueba de amplitudes múltiples de Duncan.

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

El análisis de variancia de los rendimientos ajustados mostró diferencias altamente significativas para tratamientos y repeticiones (Cuadro 3). Lo cual indica que algún tratamiento tiene efectos sobre el rendimiento y la significación de las repeticiones se debe, probablemente, al hecho de que a la tercera repetición se le adicionó 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, observándose rendimientos mayores en los tratamientos con enmienda (Figura 1); concordando

con lo observado por Añez *et al* 1.996, quienes aunque no encontraron diferencias estadísticamente significativas, observaron que los rendimientos tendían incrementarse con la aplicación de la enmienda. Smittle (1984) también logró aumentar los rendimientos de cebolla con la aplicación de 600 kg.ha<sup>-1</sup> de yeso. Este incremento en los rendimientos con la aplicación de azufre como enmienda puede deberse al aumento de la disponibilidad de los nutrimentos del suelo.

Para verificar el efecto simple de los diferentes tratamientos se efectuó una prueba de contrastes de los tratamientos o grupos de ellos. En donde se observó que existen diferencias significativas entre el testigo sin fertilizar y el resto de los tratamientos, lo cual era de esperarse, demostrando la necesidad de aplicar los diferentes nutrimentos como fertilizantes en cebolla para aumentar los rendimientos. También se encontraron diferencias altamente significativas cuando se compararon los tratamientos con NPK y sin NPK, reafirmando la

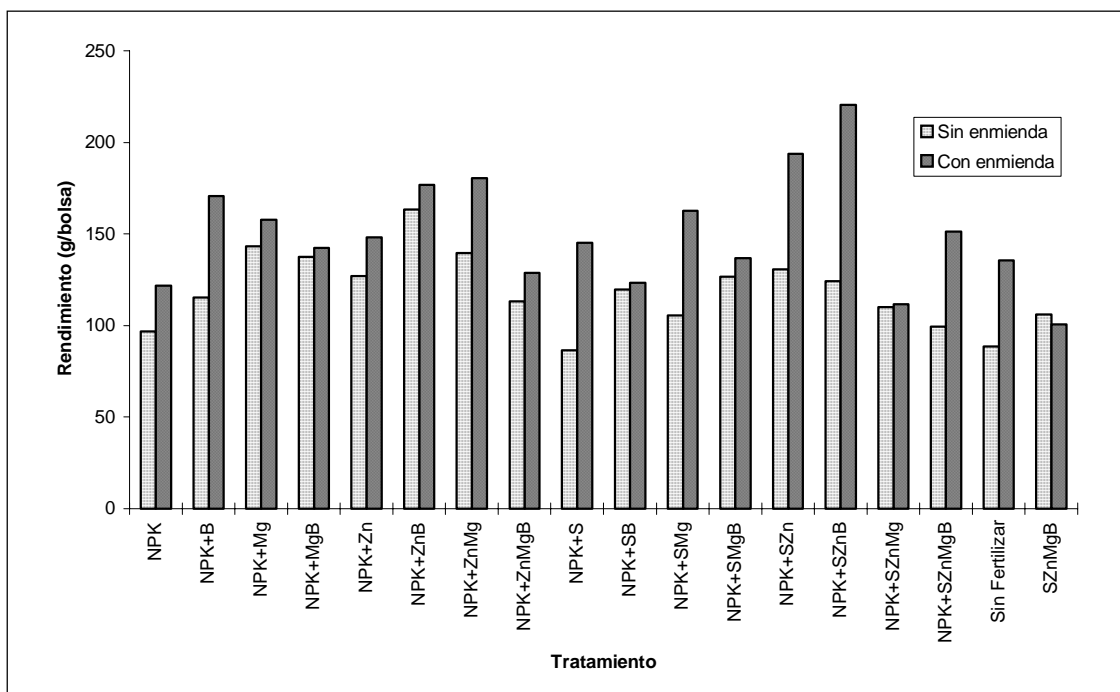
**CUADRO 3.** Análisis de variancia para rendimiento, peso promedio fresco y seco de los bulbos.

F. de V.	Rendimiento ajustado (g/bolsa)			Peso promedio del bulbo (g/bulbo)			Peso seco del bulbo (g/bulbo)		
	gl	SC	P	gl	SC	P	gl	SC	P
Repetición	2	12264,2	0,0000**	2	362,07	0,0451*	2	8,9044	0,0172*
Tratamiento	17	20660,73	0,0013**	17	4477,47	0,0000**	17	60,4310	0,0006**
---- Sin Fertilizar vs resto	1	1968,7	0,0261*	1	401,52	0,0096**	1	1,5780	0,2109ns
---- SZnMgB vs resto	1	1978,2	0,0257*	1	319,53	0,0196*	1	2,5473	0,1144ns
---- NPK vs sin NPK	1	4193,7	0,0018**	1	763,63	0,0006**	1	4,3218	0,0423*
---- con S vs sin S	1	1147,6	0,0846ns	1	793,35	0,0005**	1	6,7480	0,0125*
---- con Zn vs sin Zn	1	1705,3	0,0375*	1	158,45	0,0936ns	1	13,4110	0,0007**
---- con Mg vs sin Mg	1	208,23	0,4545ns	1	182,82	0,0726ns	1	0,3108	0,5751ns
---- con B vs sin B	1	406,62	0,2978ns	1	139,59	0,1147ns	1	0,2865	0,5951ns
Error Experimental	34	12365,85		34	1810,89		34	32,9917	
Total	53	45290,8		51	6650,43		51	102,327	
Media	129,13 g		49,92 g	3,71 g					
C.V.	22,64 %		22,44 %	43,91 %					

\*\* Altamente significativo al 0,01

\* Significativo al 0,05

ns No significativo



**FIGURA 1.** Efecto de la aplicación de azufre como enmienda sobre el rendimiento de la cebolla (g/bolsa)

necesidad de aplicar NPK; sin embargo, no se obtuvieron diferencias cuando se compararon los tratamientos con aplicación de azufre y sin aplicación del elemento contradiciendo los resultados obtenidos por Paterson (1979), quien observó que incrementos en dosis de azufre aumentaban el rendimiento; Paterson *et al* (1979), quienes encontraron que con la aplicación de 17 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre se incrementaba significativamente el rendimiento en bulbos de cebolla. También Kampfer y Zehler (1967) consiguieron que los suministros de azufre, en forma de sulfatos, fomentaban la producción de aceites importantes en el sabor e incrementaban los rendimientos. Beaton (1966) y Bertrand y Wolf (1964) llegan a la misma conclusión. Las razones para no encontrar efecto de la aplicación de azufre como fertilizantes, para este estudio, pudieron haber sido a.- Los fertilizantes portadores de cinc y magnesio poseen cierta cantidad de azufre, el cual pudo haber sido suficiente para que no existiesen diferencias y b.- Las dosis aplicadas no fueron suficientes para incrementar el rendimiento de la cebolla en esta localidad.

Se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos con y sin aplicaciones de Zn, demostrando que aplicaciones de 7 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de cinc tienden a incrementar los rendimientos de cebolla, éstos resultados coinciden con Gupta *et al.* (1985), quienes encontraron incrementos del 30 y 67% en los rendimientos del cultivo con aplicaciones de 5 y 100 mg.kg<sup>-1</sup> de cinc respectivamente. Corroborando lo ya observado por Lorenz y Maynard (1988), una alta respuesta relativa de la cebolla al cinc.

Con relación a la comparación en los tratamientos con y sin boro no se observaron diferencias significativas, concordando con Rao y Deshpande (1971), quienes tampoco obtuvieron efectos significativos del boro sobre el rendimiento y con Lorenz y Maynard (1988), quienes observaron que la respuesta relativa de la cebolla al boro fue baja.

La comparación de los tratamientos con magnesio y los sin magnesio demostró que no existen diferencias entre ellos lo cual puede deberse a que las cantidades de magnesio en los suelos donde se realizó el estudio, 207 mg.kg<sup>-1</sup>, fueron suficientes para nutrir adecuadamente a la cebolla. Klossowski y Debska (1985), obtuvieron incrementos en los rendimientos con aplicaciones de 50 kg de Mg como sulfato de magnesio a suelos deficientes (30-70 mg.kg<sup>-1</sup>).

En el Cuadro 4 se observa que los tratamientos ZnB; SZnB; ZnMg; SZn; Mg; MgB; Zn; B; y SMgB fueron los mejores y estadísticamente iguales según la prueba de amplitudes múltiples de Duncan. Con el tratamiento ZnB se lograron los más altos rendimientos, valdría la pena estudiar un posible efecto sinérgico metal (Zn-Boro); en vista de los resultados obtenidos por Rao y Deshpande (1971) y Jayamohanrao (1974).

Con relación al peso promedio del bulbo, se encontraron diferencias altamente significativas para tratamiento y significativas para repeticiones en el respectivo análisis de variancia (Cuadro 3). La significación en las repeticiones puede deberse al efecto de la tercera repetición, encontrándose un incremento en el peso del bulbo en los tratamientos con la enmienda, como se observa en la Figura 2.

Las comparaciones realizadas por contrastes muestran diferencias altamente significativas y significativas cuando se compararon el testigo sin fertilizar y el testigo sólo con SZnMgB, con el resto de los tratamientos respectivamente. Al igual cuando se comparó con NPK vs sin NPK donde se obtuvieron diferencias altamente significativas. En estas tres comparaciones se observan diferencias marcadas, cuando se usan elementos fertilizantes y cuando no se usan, demostrando que aplicaciones de NPK fueron necesarias para la obtención de los mejores pesos fresco promedios de bulbos.

El azufre mostró ser importante para obtener buenos pesos frescos promedios de bulbo con diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos con S vs los tratamientos sin S. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias cuando se compararon el testigo sin fertilizar vs los tratamientos con S (Cuadro 3, comparación de medias), ya que la mayoría de los tratamientos con S resultaron dentro del mismo grupo de medias que el testigo sin fertilizar, quizá esto se deba al hecho de que los bajos pesos frescos de los bulbos no ameritaban una cantidad mayor de nutrimentos que la ofrecida por el suelo.

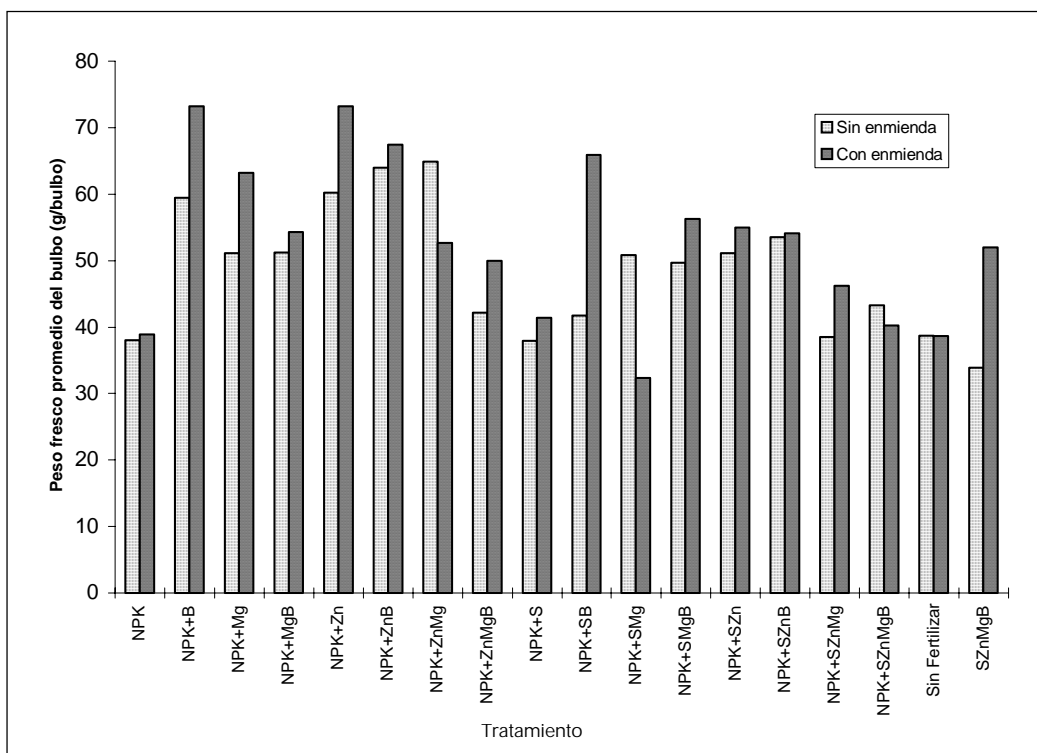
Los pesos frescos promedios de los bulbos no mostraron ser influidos por el Zn, el Mg ni por el B, contradiciendo a Lal y Maurya (1983) quienes encontraron que el peso fresco de los bulbos de cebolla era incrementado con aplicación de cinc (3 mg.kg<sup>-1</sup>).

En el Cuadro 4 se observa que los mejores tratamientos fueron ZnB; Zn; B; ZnMg; Mg; SZnB; SZn; MgB y SMgB, los cuales fueron estadísticamente

**CUADRO 4.** Comparaciones de medias para rendimiento ajustado (g/bolsa).

	<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento g/bolsa(&amp;)</b>	<b>Peso fresco promedio del bulbo(g/bulbo)</b>	<b>Peso seco promedio del bulbo(g/bulbo)</b>
1	NPK+ZnB	167,85a	65,17a	3,044 cd
2	NPK+SZnB	156,19ab	53,73abc	3,742 bcd
3	NPK+ZnMg	153,17abc	60,85ab	2,678 cd
4	NPK+SZn	151,74abc	52,39abcd	2,948 cd
5	NPK+Mg	148,06abcd	55,15abc	3,226 cd
6	NPK+MgB	139,01abcde	52,21abcd	2,299 cd
7	NPK+Zn	134,18abcde	64,57a	6,187a
8	NPK+B	133,68abcde	64,05ab	5,062ab
9	NPK+SMgB	130,16abcde	51,87abcd	3,108 cd
10	NPK+SMg	124,48 bcde	44,66 cd	1,798 d
11	NPK+SB	120,84 bcde	49,78 bcd	3,120 cd
12	NPK+ZnMgB	118,36 bcde	44,78 cd	3,231 cd
13	NPK+SZnMgB	116,62 cde	42,26 cd	2,973 cd
14	NPK+SZnMg	110,48 de	41,05 cd	2,857 cd
15	NPK+S	106,01 e	39,14 d	4,285 bc
16	NPK	105,14 e	38,32 d	2,463 cd
17	Sin Fertilizar	104,24 e	38,68 d	1,901 d
18	SZnMgB	104,18 e	39,89 d	2,273 d

&. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05.



**FIGURA 2.** Efecto de la aplicación de azufre como enmienda sobre el peso fresco promedio del bulbo (g/bulbo)

iguales según la prueba de amplitudes múltiples de Duncan al 0,05. Al igual que en el caso de los rendimientos, el mejor tratamiento resultó ser el ZnB, lo que reafirma lo señalado sobre la posibilidad de encontrar efecto sinérgicos entre los dos elementos, seguido por el Zn y aunque la prueba de contraste no encontró efecto con la aplicación de Zn como efecto simple, la comparación de medias señala que los mejores tratamientos contienen Zn, pudiendo señalar esto una tendencia hacia la obtención de mejores efectos, los cuales pudiesen no manifestarse en toda su intensidad debido al pequeño tamaño de los bulbos.

El análisis de variancia (Cuadro 3) muestra un efecto altamente significativo de los tratamientos sobre el peso seco y significativo de la repetición. Este último efecto, puede deberse a la tendencia que se observa de incrementarse los pesos secos con la aplicación de azufre como enmienda, independientemente del tratamiento aplicado, como se observa en la Figura 3, contradiciendo lo reportado por Smittle (1984), quién no encontró efectos sobre el peso seco de los bulbos de cebolla de la aplicación de yeso.

De acuerdo a la prueba de contraste se observa que no hubo diferencias entre el testigo y el resto de

los tratamientos, sin embargo cuando se comparan los tratamientos con y sin NPK se encuentran diferencias significativas, al igual que cuando se efectúa la comparación de los tratamiento con y sin S, evidenciando que estos elementos tienen efecto en el aumento del peso seco de los bulbos de cebolla. La comparación de los tratamientos con y sin Zn, señala que existieron diferencias altamente significativas. Al igual que en el rendimiento, el cinc demuestra que tiene efectos sobre el peso seco, coincidiendo con lo señalado por Lal y Maurya (1983), quienes encontraron que los pesos secos de los bulbos de cebolla fueron incrementados con la aplicación de 3 mg.kg<sup>-1</sup> de cinc.

En la comparación con y sin Mg y con y sin B no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

La comparación de medias (Cuadro 4) muestra que el mayor efecto sobre el peso seco se obtiene con la aplicación de Zn, este mismo efecto fue referido por Lal y Maurya (1983) como se señaló anteriormente, siendo estadísticamente iguales al tratamiento con B, el cual a su vez es estadísticamente igual a S y a SZnB.

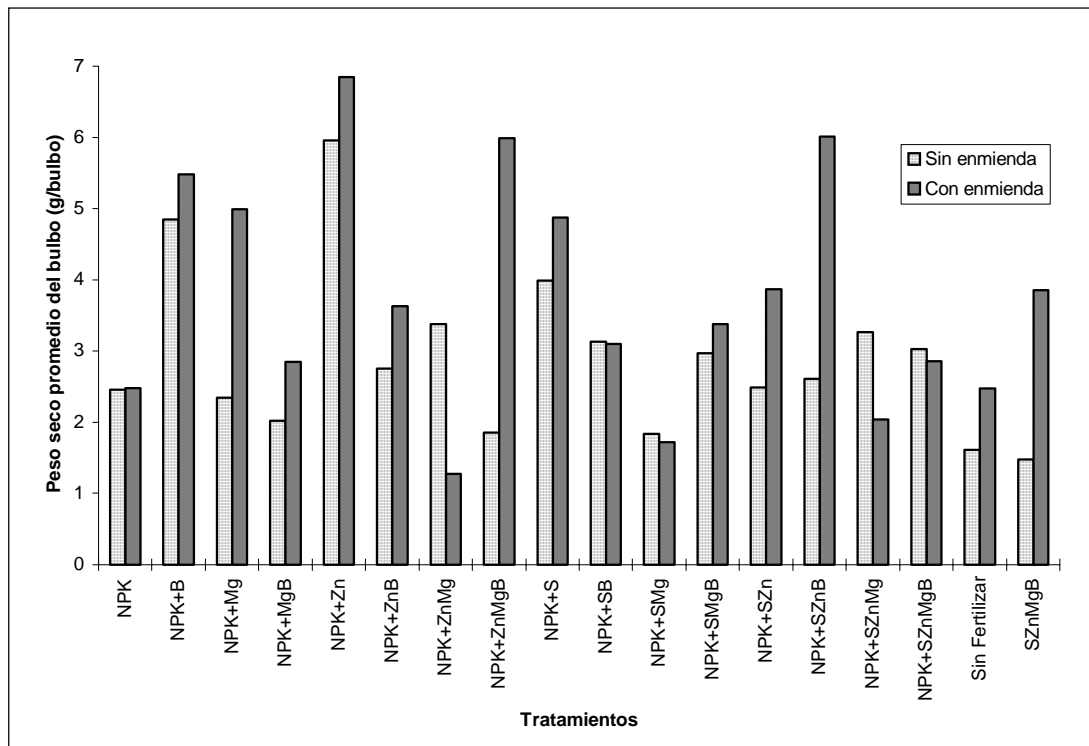


FIGURA 3. Efecto de la aplicación de azufre como enmienda sobre el peso promedio del bulbo (g/bulbo)



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que bajo las condiciones del estudio:

La aplicación de NPK es necesaria para lograr altos rendimientos, un adecuado peso fresco promedio del bulbo y un buen peso seco de los bulbos de cebolla en San Juan de Lagunillas.

La aplicación de 2,52 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn tiene efectos significativos en el rendimiento y altamente significativos sobre el peso seco de los bulbos.

La aplicación de azufre como nutrimento (16 kg.ha<sup>-1</sup>) no mostró influir sobre el rendimiento ni sobre la densidad del bulbo pero sí tuvo efectos significativos sobre el peso seco de los bulbos y altamente significativos sobre el peso fresco promedio del bulbo.

La aplicación de 8 kg/ha de Mg y de 5,25 kg.ha<sup>-1</sup> de B no influyó sobre los rendimientos, el peso fresco promedio ni sobre el peso seco de los bulbos.

El uso de 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre como enmienda 30 días antes del transplante, en la mayoría de los tratamientos, produjo un incremento en el rendimiento, en el peso fresco y seco de los bulbos de cebolla.

Los mejores tratamientos resultaron ser NPK+ZnMg, NPK+Zn, NPK+B, NPK+ZnB y NPK+SZnB los cuales mostraron el mejor comportamiento considerando los parámetros evaluados. Siendo NPK+ZnB el tratamiento con el cual se obtuvieron los mayores rendimientos y peso fresco promedio de los bulbos.

Dadas las conclusiones antes mencionadas se recomienda:

Utilizar 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre como enmienda 30 días antes del transplante de la cebolla.

Incluir en los planes de fertilización de cebolla 2,52 kg.ha<sup>-1</sup> de cinc como sulfato.

Continuar con las investigaciones sobre el efecto del cinc con el fin de determinar la mejor dosis y la frecuencia de aplicación, para evitar posibles efectos detrimentales a la producción.

Evaluar la interacción entre Zn y B en experimentos diseñados para tal fin.

Medir los niveles de nutrimentos tanto en hojas como en bulbos para establecer niveles críticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑEZ, B. y E. TAVIRA. 1986. Aplicación de N, P y K a diferentes poblaciones de plantas de cebolla. Turrialba Vol. 36. No 2, pp 163-170.
- AÑEZ, B.; E. TAVIRA y C. FIGUEREDO. 1996. Producción de cebolla en respuesta a aplicación de fertilizantes en suelos alcalinos. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia 13(5):509-520.
- BEATON, J. D. 1966. Sulfur requirements of cereals, tree fruits, vegetables and other crop. Soil Sci. 101:267-282.
- BERTRANT, D. y A. DE. WOLF. 1964. Optimum de quantité de soufre pour l'oignon et pomme de terre. C. R. Acad. Agric. France. 12 :1021-1026.
- ESPINOZA, J. 1992. Fertilización balanceada de cultivos. Memorias del Seminario sobre la fertilización balanceada. Palmaven - Inpofos Valencia. Venezuela. pp 44-50.
- GUPTA, V. K. ; H. RAJ y S. P. GUPTA. 1985. A note on effect of zinc application on the yield and zinc concentration of onion (*Allium cepa* L.). Haryana Journal of Horticultural Sciences 12 (1/2) :141-142. 1983. In : Horticultural Abstracts 55(4) :2566.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia Técnica No 25. Centro de investigaciones Tibaitatá. Colombia. pp56.
- JAYAMOHANRAO, V. 1974. Effect of copper and boron on the mineral composition of onion (*Allium cepa* L.). Andhra Agricultural Journal. 17(5):170-172. 1970. In : Horticultural Abstracts 44(1) :466.
- JONES, H. A. y L. K. MANN. 1963. Onion and their allies. World crops series. Leonard Hill [books] Ltd. Interscience Publishers Inc. London-New York.
- KÄMPFER, M. y E. ZEHLER. 1967. La importancia de abonos a base de sulfatos en el aumento de rendimiento y calidad de los productos agrícolas, hortícolas y forestales. Revista de la Potasa. Sección 24.
- KLOSSOWKI, W. y I. DEBSKA 1985. [Effect of pre-planting fertilization with magnesium sulphate on the yield and magnesium content of field vegetables]. Wplyw przedwegetacyjnego nawożenia siarczanem magnezu na plon warzyw polowych i zawartosc w nich magnezu. Biuletyn warzywniczy. 28:131-139. 1985. In: Horticultural Abstracts 57(7):5410.
- LAL, S. y A. N. MAURYA. 1983. Effects of zinc on onions. Haryana Journal of Horticultural Sciences 10(3/4) :231-235. 1981. In : Horticultural Abstracts 53(3) :1653.

- LITTLE, T. M. y F. JACKSON HILLS.1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas, S. A. México
- LORENZ, O. y D. MAYNARD. 1988. Knott's Handbook for Vegetable Grows. 3er ed., New York.
- MAERCKE, D. V. y M. VEREECKE. 1978. Subtractive fertilization experiment on onion in relation with soil and leaf analysis, yield and quality. Belgium. Soil and Fertilizer. 41(2) :96.
- MURPHY L. S. y L. M. WALSH.1972. Correction of Micronutrient Deficiencies with Fertilizers. In: Micronutrients in Agriculture. edited by J.J. Mortvedt; P.H. Giordano and N.L. Lindsay. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin USA.
- OCHOA, G. y D. MALAGÓN. 1979. Atlas de microscopía electrónica en suelos de Venezuela (Región de la Cordillera de Mérida). Universidad de Los Andes - Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela. 40p.
- PATERSON, D. R. 1979. Sulfur fertilization effects on onion yield and pungency. Progress Report, Texas Agricultural Experiment Station N° PR-3551.1979. 2pp. In : Horticultural Abstracts 50(3):1781
- PATERSON, D. R. ; J. E. MATOCHA ; M. C. FUGUA y D. R. EARHART. 1979. Response of "Yellow Granex" onions to soil applied sulfur and phosphorus. Hortscience 14(3) :77.
- RAO, V. J. M. y R. DESHPANDE 1973. Effect of micronutrients (copper and boron) on the growth and yield of onion (*Allium cepa*). Indian Journal of Agricultural Research. 5(4) :257-260.1971. In : Horticultural Abstracts 43(11) :7750.
- SMITTLE, D. A. 1984. Responses of onions to sulfur and nitrogen fertilization. The University of Georgia. College of Agriculture. Experiment Stations. Research Report 455.
- STEEL, R. G. D. y J. H. TORRIE. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2da edición. 1ª en español. McGraw-Hill.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA (MAC). 1994. Anuario Estadístico Agropecuario 1989,90,91. Dirección de Planificación y Estadística. Caracas.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA 1.996. Algunos indicadores macroeconómicos y del sector agrícola, Mérida. Material de Trabajo. Sujeto a Revisión.