

# PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) INFLUENCIADA POR LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS <sup>1</sup>

Loren G. Ibarra G. <sup>2</sup>  
José Q. Paredes F. <sup>3</sup>

## ABSTRACT

The experiment was mounted in the Flat town of Capitan Sosa, District of Horqueta - Department of Concepción, in a floor of texture sand - frank, pH of 6,7; and matter organic 1,5%. They were studied the influence of sources, dose, localization and interaction of organic and inorganic fertilizers in the height, the number of leaves and the production of bulbs of onion of the variety «Bahía Periforme». The used sources were: vermicompuesto (10, 20 and 40t.ha<sup>-1</sup>); bovine manure (15, 30 and 60 t.ha<sup>-1</sup>); ordinary super phosphate for the phosphorus (80, 160 and 320 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); the powdered sulfur for the sulfur (20, 40 and 80 kg.ha<sup>-1</sup> S) and an absolute witness. The 15 treatments were distributed totally at random in a delineation in blocks, with three repetitions. They were also applied, a dose of KCl (180 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O) and another of urea (120 kg.ha<sup>-1</sup> of N). All the evaluations have been carried out in the useful parcel of each experimental unit. With regard to the growth of the leaves (height - cm), they were carried out determinations to the 60, 120 and 150 days after the transplant, reaching a half growth of 46,5; 56,5 and 57,9cm, respectively, being noticed a bigger rate of growth until the 60 days. To evaluate the number of leaves, one also kept in mind the time, being quantified at the 30, 60, 120 and 150 days after the transplant; the same ones ended up having 4 on the average; 8; 10 and 13 leaves, respectively. Significant differences were not observed in this variable, however, with the carried out fertilization significant increase was verified in the production, and the doses recommended for the obtaining of 90% of the maximum production considering fresh bulb, they were of: 7 t.ha<sup>-1</sup> of vermicompuesto; 10 t.ha<sup>-1</sup> of bovine manure; 277,2 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> of S. The interaction that demonstrated bigger answer among the organic amendments was the vermicompuesto applied in furrows, while, among the chemical fertilizers there was bigger answer to the phosphorus.

**Key words:** *Allium stump*; Vermicompuesto; Bovine manure; Organic payments; You amend organic and inorganic.

## RESUMEN

El experimento fue montado en la localidad de Capitán Sosa, Distrito de Horqueta – Departamento de Concepción, en un suelo de textura arena – franca, pH de 6,7; y materia orgánica 1,5%. Fueron estudiados la influencia de fuentes, dosis, localización e interacción de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la altura, el número de hojas y la producción de bulbos de cebolla de la variedad «Bahía Periforme». Las fuentes utilizadas fueron: vermicompuesto (10, 20 y 40t.ha<sup>-1</sup>); estiércol bovino (15, 30 y 60 t.ha<sup>-1</sup>); superfosfato simple para el fósforo (80, 160 y 320 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); el azufre en polvo para el azufre (20, 40 y 80 kg.ha<sup>-1</sup> S) y un testigo absoluto. Los 15 tratamientos fueron distribuidos en un delineamiento en bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Fueron aplicados además, una dosis de KCl (180 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) y otra de urea (120 kg.ha<sup>-1</sup> de N). Todas las evaluaciones han sido realizados en la parcela útil de cada unidad experimental. Con respecto al crecimiento de las hojas (altura – cm), se realizaron determinaciones a los 60, 120 y 150 días después del trasplante, alcanzando un crecimiento medio de 46,5; 56,5 y 57,9cm, respectivamente, notándose una mayor tasa de crecimiento hasta los 60 días. Para evaluar el número de hojas, también se tuvo en cuenta el tiempo, cuantificándose a los 30, 60, 120 y 150 días después del trasplante; las mismas llegaron a tener en promedio 4; 8; 10 y 13 hojas, respectivamente. No fueron observadas diferencias significativas en esta variable, sin embargo, con la fertilización realizada se verificó aumento significativo en la producción, y las dosis recomendadas para la obtención del 90% de la producción máxima considerando bulbo fresco, fueron de: 7 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 277,2 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> de S. La interacción que demostró mayor respuesta entre las enmiendas orgánicas fue el vermicompuesto aplicado en surcos, mientras que, entre los fertilizantes químicos hubo mayor respuesta al fósforo.

**Palabras clave:** *Allium cepa*; Vermicompuesto; Estiércol bovino; Abonos orgánicos; Enmiendas orgánicas e inorgánicas.

<sup>1</sup> Trabajo de Tesis de grado presentado en la Orientación de Producción Agrícola de la FCA – UNA, PJC.

<sup>2</sup> Ingeniera Agrónoma Egresada de la Orientación de Producción Agrícola, FCA – UNA, PJC.

<sup>3</sup> Ing. Agr. M.Sc. Director del Dpto. de Suelos y Ordenamiento Territorial y Docente de la FCA - UNA – PJC.

## Introducción

La cebolla pertenece a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium cepa* L. Su cultivo se remonta a más de cuatro mil años, es originaria de Asia y posee muchas variedades (Turon & Pérez, 1997).

En América se inició este cultivo a principios del siglo XVII. En la actualidad puede decirse que está extendido por todo el mundo, y es una de las hortalizas que cuenta con un área de cultivo más extensa. Su enorme difusión se explica por las cualidades alimenticias que posee. Todas las partes de la cebolla posee un olor que la caracteriza, debido a la acumulación de sustancias de naturaleza azufrada (Castello et al., 1996).

Según MAG (2000), en el año agrícola 1999/00, los cinco principales Departamentos productores de éste rubro en la Región Oriental fueron Caaguazú (600 ha), Caazapá (590 ha), Itapúa (360 ha), Alto Paraná (112 ha) y, Paraguari (110 ha), siendo el rendimiento alcanzado de 6.000, 7.000, 5.000, 3.348 y 5.000 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

La cebolla produce mejor en suelos de textura arenarcilloso o franco arenoso, ricos en materia orgánica, alto contenido de fósforo, buen drenaje y pH entre 5,5 y 6,0. Debido al crecimiento vertical del sistema radicular; los suelos deben tener buena capacidad de retención de agua y nutrientes sin estar sujetas al encharcamiento. La cebolla es un cultivo de invierno, su siembra es realizada de marzo a junio. En la etapa inicial, debe encontrar temperaturas moderadamente elevadas y días largos, que favorecerán su crecimiento vegetativo, seguido de una reducción progresiva en la temperatura para la formación de bulbo (Kassab, 1986).

Según Mortensen et al., (1971) la cebolla debe mantenerse con humedad adecuada durante todo su ciclo vegetativo, especialmente cuando se empiezan a formar los bulbos.

Los abonos o fertilizantes orgánicos funcionan de dos maneras: proporcionan nutrientes para los cultivos y sus componentes que poseen carbono sirven de alimento a pequeños animales del suelo y microorganismo; pueden hacerlo directamente a través de su acción como diluyentes voluminosos en terrenos compactados o indirectamente cuando productos de la actividad animal y microorganismos actúan como cimientos juntando las partículas de tierra; el mejoramiento de la estructura así conseguida aumenta la retención de agua, la aireación y el drenaje, provocando el desenvolvimiento de las raíces a través de los poros e impide al terreno de tornarse muy rígido cuando seco o encharcado cuando húmedo (Kassab, 1986).

La cebolla es una hortaliza que se utiliza no solo como alimento y condimento sino que también se aprovecha sus propiedades curativas. Su estudio obedece a la necesidad de obtener bulbos de producción local ya que gran parte de lo consumido en nuestro país resulta de

las importaciones.

Según MAG (2002), los bulbos de cebolla comercializados en el país en el año 2001 tuvo procedencia externa en su mayoría llegando al 95% y, una producción de bulbo local del 5%, es decir, en nuestro país se recurre a la importación a fin de atender la demanda en el consumo local.

La fertilización es una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas, constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy no se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las condiciones climáticas en cada caso; nunca se ha dejado de destacar que después del agua, la fertilización es el factor de producción más importante de la explotación agrícola, por tanto, las informaciones que puedan ser generadas por el trabajo serán de gran valía para el sector productivo beneficiando a técnicos y agricultores interesados. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la producción de cebolla de bulbo, variedad Bahía Periforme influenciado por fuentes, dosis, localización e interacción de enmiendas orgánicas e inorgánicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue montado en la localidad de Capitán Sosa, Distrito de Horqueta, Departamento de Concepción, en un suelo de textura arena – franca, pH de 6,7; y 1,5% materia orgánica (Anexo A). Para estudiar el efecto de fuentes, dosis, localización e interacción de enmiendas orgánicas e inorgánicas. Las fuentes utilizadas fueron: Vermicompuesto (10, 20 y 40 t.ha<sup>-1</sup>) y el Estiercol bovino (15, 30 y 60 t.ha<sup>-1</sup>), el superfosfato simple para el fósforo (80, 160 y 320 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y el azufre en polvo como fuente de azufre (20, 40 y 80 kg.ha<sup>-1</sup> de S). Fueron utilizados también, una dosis de urea para el nitrógeno (120 kg.ha<sup>-1</sup> de N) y otra de KCl para el potasio (180 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), además de un testigo absoluto. Las enmiendas utilizadas fueron aplicadas en surcos a 15cm de las hileras e incorporadas también hasta los 15 cm de profundidad, mientras que, una dosis de ambas fuentes orgánicas: 20 y 30 t.ha<sup>-1</sup>, fueron aplicadas al voleo. La aplicación del nitrógeno fue realizado en tres parcelas: 20 kg.ha<sup>-1</sup> en el momento del transplante, 50 kg.ha<sup>-1</sup> 30 días más tarde y el restante a los 30 días después de la segunda aplicación, mientras que, la totalidad de las demás enmiendas fueron aplicadas en el momento del transplante. Las características químicas del Nutrihumus nombre comercial del vermicompuesto y del estiércol bovino, utilizado en el experimento se presentan en la Tabla 1, según resultado de análisis realizado en el Dpto. de suelos de la FCA/UNA – San Lorenzo.

**Tabla 1. Características químicas de las enmiendas orgánicas (vermicompuesto y estiércol bovino) aplicadas en el experimento**

Enmiendas	N	P	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cu	Zn	Fe	Mn
	----- % -----						----- mg.kg <sup>-1</sup> -----			
Vermicompuesto	0,29	0,84	0,76	0,47	0,30	0,06	540	184	35435	120
E. Bovino	0,23	0,51	0,11	0,21	0,42	0,02	98	18	1397	40

Extractores = Nitroperclorica y Ataque Sulfurico = Ca - Mg y Micronutrientes = Absorción atómica; P = colorímetro; N = Destilación con Micro - Kieldahl; Na y K = Fotómetro de llamas.

**Tabla 2. Tratamientos aplicados en el experimento con cebolla de bulbo, variedad Bahía Periforme**

Tratamientos	Enmienda		Fertilizante Químico			
	Fuente	t.ha <sup>-1</sup>	Nitrógeno	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O
			Azufre	kg.ha <sup>-1</sup>		
1 <sup>(1)</sup>	-	0	0	0	0	0
2	Vs <sup>(2)</sup>	10	-	-	-	-
3	Vs	20	-	-	-	-
4	Vs	40	-	-	-	-
5	E.Bs <sup>(3)</sup>	15	-	-	-	-
6	E.Bs	30	-	-	-	-
7	E.Bs	60	-	-	-	-
8	Vs	20	120	80	180	20
9	Vs	20	120	160	180	20
10	Vs	20	120	320	180	20
11	Vs	20	120	160	180	20
12	Vs	20	120	160	180	40
13	Vs	20	120	160	180	80
14	Vv <sup>(4)</sup>	20	-	-	-	-
15	E.Bv <sup>(5)</sup>	30	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Testigo absoluto; <sup>(2)</sup> Vermicompuesto en surco; <sup>(3)</sup> Estiércol Bovino en surco; <sup>(4)</sup> Vermicompuesto al voleo; <sup>(5)</sup> Estiércol bovino al voleo.

El transplante se efectuó 40 días después de la germinación y se procedió a la cosecha de los bulbos, 150 días más tarde.

Las evaluaciones del número de hojas de las plantas fueron realizadas a los 30, 60, 120 y 150 días después del transplante, asimismo, para el crecimiento en altura a los 60, 120 y 150 días. Para ambas mediciones fueron escogidas diez plantas al azar, en la parcela útil de 2,25m<sup>2</sup> (1,5m x 1,5m). La medición del crecimiento fue hecha desde la base hasta la punta del ápice de las plantas, mientras que, para cuantificar el número de hojas se procedió a contar la cantidad de hojas que poseían las plantas en el momento de la medición. El estudio de la producción fue realizado cosechando todos los bulbos de la parcela útil de cada unidad experimental. Los bulbos cosechados han sido pesados inmediatamente, luego expuestos al sol por tres días, para el curado. Luego del curado, se procedió a un nuevo pesaje a fin de evaluar la pérdida de agua.

Con los resultados obtenidos (cantidad de hojas, altura de la plantas y la producción), se realizó el análisis de

varianza correspondiente. Tanto el número de hojas como la altura de las plantas fueron comparados utilizando el test de Tukey al 5% de probabilidad, además, con los datos de bulbos frescos o curados, fueron ajustados modelos de regresión para estimar la dosis a ser recomendada de las enmiendas en estudio. Para determinar la eficiencia de la fuente y localización del abono orgánico, además de la interacción con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y S, fueron realizados los siguientes contrastes:

- C1= Vermicompuesto Vs Estiércol Bovino;
- C2= Vermicompuesto Voleo (T14)  
Vs Vermicompuesto Surco (T3);
- C3= Estiércol Bovino Voleo (T15)  
Vs Estiércol Bovino Surco (T6);
- C4= P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + Vermicompuesto (T8, T9 y T10)  
Vs Vermicompuesto (T3);
- C5= Azufre + Vermicompuesto (T11, T12 y T13) Vs Vermicompuesto (T3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en altura de las plantas y número de hojas de cebolla de bulbo variedad Bahía periforme

De modo general, pudo observarse muy poca diferencia en función a los tratamientos, en los indicadores del crecimiento (altura y cantidad de hojas). En la Tabla 3, se presenta el resumen del nivel de significancia de la prueba de F, para las variables estudiadas, notándose que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, considerando el número de hojas, en los días de evaluación. Sin embargo, la altura de las plantas mostró diferencia significativa a los 120 y 150 días, denotando que las plantas no difieren en cantidad de hojas pero sí en la longitud de las mismas. Los valores del coeficiente de variación (CV), variaron entre 12,78% y 24,29%.

**Tabla 3. Resumen del nivel de significancia de la prueba de F para crecimiento de las plantas en altura (cm) y cantidad de hojas de cebolla de bulbo a los 30, 60, 120 y 150 días después del trasplante, influenciado por la aplicación de enmiendas orgánicas e inorgánicas**

Fuente de Variación	G.L	Variables analizadas						
		----- Cantidad de hojas -----				----- Altura -----		
		30	60	120	150	60	120	150
Tratamientos	14	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
Bloques	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	-	24,29	13,72	12,78	20,59	17,17	19,74	14,85

ns = no significativo; \* = significativo al 5% de probabilidad por el test de F.

Los datos medios de crecimiento en altura de las plantas a los 60, 120 y 150 días después del trasplante, son presentados en la Tabla 4. Se nota que las plantas en media alcanzaron 46,5; 56,4 y 57,9cm, respectivamente, de donde se deduce el crecimiento medio diario<sup>1</sup> (CMD) equivalente a 0,67; 0,42 y 0,34cm, respectivamente, notándose un mayor crecimiento en los primeros 60 días. Según Saito (1996), la cebolla variedad Bahía periforme sembrado en abril, mayo y junio alcanzaron 47,1cm 58,7cm y 43,0cm de altura, respectivamente, en ensayos conducidos en la Colonia Yguazú. CETAPAR (1999), menciona que la misma variedad sembrada en abril de 1997, alcanzaron mayor crecimiento en relación a las de mayo, llegando respectivamente a 69,9cm y 43,9cm.

En la misma Tabla 4, se puede apreciar que hasta los 60 días de crecimiento no hubo diferencia significativa en la altura de las plantas según el test de Tukey al 5% de probabilidad, sin embargo, puede notarse la ligera tendencia de mayor crecimiento en las plantas que recibieron la dosis intermedia de azufre, seguido de las que recibieron mayor dosis de fósforo. De ahí en más, a los

<sup>1</sup> Cociente entre el crecimiento de las plantas en altura y el número de días transcurrido después del trasplante, considerando que las plantas tenían 6,5cm, en el momento de la plantación.

120 y 150 días, se puede apreciar igual tendencia, habiendo mayor crecimiento de las plantas que recibieron mayor dosis de fósforo seguido de la dosis intermedia de azufre. Las plantas que mostraron menor crecimiento fueron las del testigo, que por su vez estadísticamente fue semejante a los demás

Entre las plantas que recibieron enmiendas orgánicas se destacan con mayor crecimiento, aquellas que recibieron vermicompuesto, mientras que, la localización del mismo en surco mostró mayor respuesta en relación a la aplicación al voleo; por otro lado, el estiércol bovino denotó tendencia de mayor crecimiento aplicado al voleo en relación a su aplicación en surco. En todos los casos, se visualiza, que hubo mayor crecimiento en altura con el incremento de las dosis de las enmiendas orgánicas e inorgánicas, excepto con el azufre que con dosis intermedia se obtuvo el mayor crecimiento.

**Tabla 4. Crecimiento promedio (altura) de las plantas de cebolla (*Allium cepa* L), variedad Bahía Periforme a los 60, 120 y 150 días después del trasplante.**

Fuentes	Dosis	Altura de las plantas*		
		60	120	150
	t.ha <sup>-1</sup>	(cm)		
Testigo	0	25,1A	45,4 B	47,7 B
Vermicompuesto - V	10	41,7A	50,3AB	52,9AB
	20	46,3A	53,2AB	55,7AB
	40	50,9A	58,7AB	61,4AB
Estiércol Bovino - EB	15	42,8A	51,4AB	53,8AB
	30	42,5A	50,3AB	51,6AB
	60	48,7A	62,5AB	63,1AB
	Kg.ha <sup>-1</sup>			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	49,6A	53,7AB	57,4AB
	160	55,0A	64,0AB	64,9AB
	320	56,8A	69,5A	70,4A
Azufre	20	43,5A	56,9AB	57,6AB
	40	56,9A	66,2AB	67,0AB
	80	50,0A	56,9AB	57,6AB
	t.ha <sup>-1</sup>			
V al voleo	20	39,7A	52,1AB	52,7AB
EB al voleo	30	48,3A	54,9 B	55,7AB
<b>Media General</b>	-	46,5	56,4	57,9
<b>CMD</b>	-	0,67	0,42	0,34
<b>DMS</b>	-	34,3710	23,4293	22,5886

\* Números seguidos por la misma letra en las columnas son iguales entre sí estadísticamente, por el test de Tukey al 5% de probabilidad; CMD= crecimiento medio diario; DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Las observaciones hechas con respecto al número de hojas de las plantas a los 30, 60, 120 y 150 días después del trasplante pueden ser observadas en la Tabla 5. En todas las evaluaciones, se puede notar que no hubo diferencia estadística en este indicador del crecimiento, según el test de Tukey al 5% de probabilidad, alcanzando en media 4; 8; 10 y 13 hojas por planta, respectivamente, pudiendo deducirse que esta variable no resulta ser un indicativo sensible para estimar la producción esperada. Según Saito (1996), la cebolla variedad Bahía periforme sembrado en abril, mayo y junio desarrollaron

7; 9 y 7 hojas, respectivamente, en ensayos conducidos en la Colonia Yguazu. CETAPAR (1999), menciona que la misma variedad sembrada en abril de 1997 desarrolló mayor cantidad de hojas en relación a las de mayo, llegando respectivamente a 8 y 6 hojas, en experimentos conducidos con variedades introducidas.

**Tabla 5. Número de hojas por planta de cebolla (*Allium cepa* L.) a los 30, 60, 120 y 150 días después del transplante**

Fuentes	Dosis	Cantidad de hojas(*)			
		30	60	120	150
	t.ha <sup>-1</sup>	-----Nº de Hojas-----			
Testigo	0	4A	6A	9A	11A
Vermicompuesto - V	10	4A	8A	11A	14A
	20	4A	9A	9A	13A
	40	4A	8A	9A	12A
Estiércol Bovino - EB	15	5A	9A	11A	14A
	30	4A	8A	10A	12A
	60	4A	8A	10A	14A
	Kg.ha <sup>-1</sup>				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	3A	8A	8A	11A
	160	4A	9A	10A	12A
	320	4A	9A	11A	14A
Azufre	20	3A	8A	8A	11A
	40	5A	9A	9A	11A
	80	4A	9A	10A	12A
	t.ha <sup>-1</sup>				
V al voleo	20	4A	9A	10A	13A
EB al voleo	30	5A	9A	11A	13A
Media General	-	4	8	10	13
DMS	-	2,6166	4,3665	5,8271	5,6137

\* Números seguidos por la misma letra en las columnas son iguales entre sí estadísticamente, por el test de Tukey al 5% de probabilidad; DMS = Diferencia Mínima Significativa.

### Producción de bulbo fresco o curado de cebolla variedad Bahía periforme

El nivel de significancia de los tratamientos para la variable producción de bulbo fresco o curado de cebolla, se presenta en la Tabla 6. Se puede notar, que hubo diferencia significativa en cuanto a los tratamientos, no así para los bloques.

**Tabla 6. Resumen del nivel de significancia de la prueba de F para la producción de bulbo fresco (BF) o curado (BC) de cebolla influenciado por la aplicación de enmiendas orgánica e inorgánica**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Variables analizadas	
		BF	BC
Tratamientos	14	**	**
Bloques	2	Ns	ns
CV(%)		15,07	15,75

ns= no significativo; \*\*= significativo al 1% de probabilidad, según el test de F.

La producción de bulbos fresco o curado de cebolla, el índice de producción, el porcentaje de pérdida de humedad y la media general, se presentan en la Tabla 7, donde se puede observar que hubo variación en la producción en función a la adición de las enmiendas orgánicas

cas e inorgánicas, es decir, el aumento en las dosis resultó en incremento de la producción, excepto con el azufre que con la adición de la dosis intermedia ya se obtuvo la mayor producción. Esto puede notarse claramente analizando el comportamiento del índice de producción que varió de un valor 1,0 para el testigo hasta un valor 4,16, considerando al bulbo fresco, siendo la media de 2,22, mientras que, para bulbo curado este índice varió hasta 4,73, indicando que el incremento obtenido llegó a casi 5 veces en relación al testigo.

Lo mencionado, se refiere a producciones entre 16,3 t.ha<sup>-1</sup> a 67,83 t.ha<sup>-1</sup> y 13,8 a 65,23 t.ha<sup>-1</sup>, alcanzando una producción media de 35,8 t.ha<sup>-1</sup> y 34,01 t.ha<sup>-1</sup>, considerando bulbo fresco o curado, respectivamente. Por otro lado, la pérdida de humedad en el proceso del curado varió de 3,3% a 15,4%, siendo en media 5,6% la reducción en el peso de la cosecha debido al curado, notándose que la mayor pérdida corresponde al testigo. CETAPAR (1999), menciona que la variedad Bahía Periforme sembrada en abril alcanza mayor rendimiento en relación a las de marzo, llegando respectivamente a 53,11.t.ha<sup>-1</sup> y 26,4t.ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 7. Producción de bulbo fresco o curado de cebolla variedad Bahía Periforme, influenciado por fuentes, dosis, localización e interacción de enmiendas orgánicas e inorgánica, índice de Producción (IP) y Pérdida de Humedad (PH) en el curado.**

Fuentes	Dosis	Producción de bulbo		IP <sup>a</sup> de bulbo		PH
		Fresco	Curado	Fresco	Curado	
		----- t.ha <sup>-1</sup> -----				%
T	-	16,300	13,800	1,00	1,00	15,4
V	10	37,000	35,100	2,27	2,54	5,2
	20	36,500	34,366	2,24	2,49	5,9
	40	37,433	35,266	2,30	2,56	5,8
E.B	15	30,233	28,833	1,85	2,09	4,6
	30	31,333	30,300	1,92	2,20	3,3
	60	32,366	31,300	1,99	2,27	3,3
		Kg.ha <sup>-1</sup>				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	33,900	32,466	2,08	2,35	4,2
	160	34,100	32,200	2,09	2,33	5,6
	320	67,833	65,233	4,16	4,73	3,8
S	20	29,200	27,433	2,52	1,99	6,1
	40	48,600	46,800	2,98	2,87	3,7
	80	35,266	33,266	2,52	2,85	5,7
		t.ha <sup>-1</sup>				
Vv	20	37,400	35,533	2,29	2,57	4,9
E.Bv	30	30,500	28,366	1,87	2,06	6,9
Media General		35,864	34,017	2,22	2,46	5,6

T= testigo; V= vermicompuesto; E.B= estiércol bovino; S= azufre; Vv = vermicompuesto aplicado al voleo y E.Bv = estiércol bovino aplicado al voleo.

\* Cociente entre la producción obtenida en la parcela fertilizada y el testigo.

### Ecuaciones de regresión ajustada y dosis recomendadas de enmiendas orgánicas e inorgánicas

Las ecuaciones ajustadas para la producción de bulbo fresco o curado de cebolla variedad Bahía Periforme en función a dosis de enmiendas orgánicas e inorgánicas, la producción máxima (vm<sub>max</sub>), dosis para obtener la producción máxima (Dvm<sub>max</sub>) y la dosis recomendada de las respectivas enmiendas se presentan en la Tablas 8 y 9, respectivamente.

De modo general para bulbo fresco, fueron ajustados tres tipos de modelos de regresión, siendo raíz cuadrática para el vermicompuesto y estiércol bovino, cuadrático para el azufre y lineal para el  $P_2O_5$ , con significancias que variaron entre 1 y 5% de probabilidad, según la prueba de T; los valores de los coeficientes de determinación variaron entre 77 y 95%, considerados válidos para ensayos de campo (Tabla 8).

**Tabla 8. Ecuaciones de regresión ajustadas,  $R^2$ , producción máxima estimada (vmáx), dosis para obtener la producción máxima (Dvmáx) y dosis recomendada (DR) de cada fuente para la obtención de 0,9 de la vmáx de cebolla de bulbo fresco variedad Bahía Periforme**

FUENTES	Ecuaciones de Regresión	$R^2$	? máx	D <sup>2</sup> máx (t/ha)	0,9? máx	DR
V	? = 16,5134 - 0,88277X + 8,81026**X <sup>0,2</sup>	0,92	38,5	24,9	34,6	7,0
EB	? = 16,383 - 0,359X + 4,824**X <sup>0,2</sup>	0,77	32,1	45,4	28,9	10,0
kg/ha						
$P_2O_5$	? = 16,6 + 0,153*X	0,95	65,7	320	59,0	277,2
S	? = 14,34636 + 1,24767X - 0,012225**X <sup>2</sup>	0,80	51,0	46,2	41,6	32,0
<b>MEDIA</b>			46,8	-	41,0	-

\*= significativo al 5% y, \*\*= significativo al 1% de probabilidad, respectivamente, según la prueba de T; V= Vermicompuesto; EB= Estiercol Bovino; S= Azufre.

Las dosis que permitieron obtener la producción máxima fueron 24,9 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 45,4 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 320 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 46,2 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, con rendimiento medio de 46,8 t.ha<sup>-1</sup> de bulbo fresco. De acuerdo a los modelos de regresión ajustados, las dosis recomendadas (DR) para la obtención del 90% de la producción máxima fueron 7,0 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 10,0 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 277,2 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, respectivamente, con rendimiento medio de 41 t.ha<sup>-1</sup>. Según Malavolta (1980), la cebolla retira 12 y 22 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre para la producción de hojas y 37 t.ha<sup>-1</sup> de bulbos, respectivamente, cuya suma se aproxima bastante a la recomendada de este nutriente por trabajo.

De modo general para bulbo curado, fueron ajustados tres tipos de modelos de regresión, siendo raíz cuadrática para el vermicompuesto y estiércol bovino, cuadrático para el azufre y lineal para el  $P_2O_5$ , con significancias que variaron entre 5 y 1% de probabilidad, según la prueba de T; los valores de los coeficientes de determinación variaron entre 81 y 95%, considerados muy buenos para ensayos a nivel de campo (Tabla 9).

Las dosis que permitieron obtener la producción máxima fueron: 24,5 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 44,5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 320 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 44,5 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, con un rendimiento medio de 45,3 t.ha<sup>-1</sup> de bulbo curado. De acuerdo a los modelos de regresión ajustados, las dosis recomendadas (DR) para la obtención del 90% de la producción máxima fueron: 7,0 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 10,0 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 278,3 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, respectivamente, con un rendimiento medio de 39,5 t.ha<sup>-1</sup>. Filgueira

(1987), menciona que el fósforo es el nutriente que tiene mayor respuesta en su aplicación en horticultura, y dice que tiene relación con la formación de raíces y bulbos. CETAPAR (1998), menciona que la variedad Bahía Periforme, sembrado en abril de 1996, mostró incrementos en la producción con el aumento en la dosis de fósforo. Influencia de las fuentes y localización de enmiendas orgánicas e interacción de  $P_2O_5$  y Azufre con el vermicompuesto

**Tabla 9. Ecuaciones de regresión ajustadas,  $R^2$ , producción máxima (vmáx), dosis para obtener la producción máxima (Dvmáx) y dosis recomendadas (DR) de cada fuente para la obtención de 0,9 de la vmáx en la producción de cebolla de bulbo curado variedad Bahía Periforme.**

FUENTES	Ecuaciones de Regresión	$R^2$	? máx	D <sup>2</sup> máx (t/ha)	0,9? máx	DR
V	? = 14,0289 - 0,9166X + 9,0687**X <sup>0,2</sup>	0,90	36,5	24,5	32,8	7,0
EB	? = 13,8738 - 0,389X + 5,24062**X <sup>0,2</sup>	0,81	31,5	44,5	28,4	10,0
kg/ha						
$P_2O_5$	? = 14,68 + 0,151*X	0,95	63,3	320	56,9	278,3
S	? = 11,90545 + 1,28036X - 0,012568**X <sup>2</sup>	0,81	51,0	44,5	40,1	32,0
<b>MEDIA</b>			45,3	-	39,5	-

\*= significativo al 5% y, \*\*= significativo al 1% de probabilidad, respectivamente, según la prueba de T; V= Vermicompuesto; EB= Estiercol Bovino; S= Azufre.

Las dosis que permitieron obtener la producción máxima fueron: 24,5 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 44,5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 320 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 44,5 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, con un rendimiento medio de 45,3 t.ha<sup>-1</sup> de bulbo curado. De acuerdo a los modelos de regresión ajustados, las dosis recomendadas (DR) para la obtención del 90% de

la producción máxima fueron: 7,0 t.ha<sup>-1</sup> de vermicompuesto; 10,0 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; 278,3 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre, respectivamente, con un rendimiento medio de 39,5 t.ha<sup>-1</sup>. Filgueira (1987), menciona que el fósforo es el nutriente que tiene mayor respuesta en su aplicación en horticultura, y dice que tiene relación con la formación de raíces y bulbos. CETAPAR (1998), menciona que la variedad Bahía Periforme, sembrado en abril de 1996, mostró incrementos en la producción con el aumento en la dosis de fósforo. Influencia de las fuentes y localización de enmiendas orgánicas e interacción de  $P_2O_5$  y Azufre con el vermicompuesto

El nivel de significancia de los contrastes estudiados para ver el efecto de las fuentes y localizaciones de las enmiendas orgánicas (vermicompuesto-V vs estiércol bovino-EB), además de la interacción del fósforo y el azufre con el vermicompuesto, se pueden observar en la Tabla 10.

**Tabla 10. Resumen del nivel de significancia de la prueba de F de los contrastes para fuentes y localizaciones de las enmiendas orgánicas, la interacción del vermicompuesto con el  $P_2O_5$  y el azufre en la producción de bulbo fresco (BF) o curado (BC) de cebolla**

Variables analizadas Fuente de Variación	G.L	BF	BC
<b>Tratamientos</b>	14	**	**
$C_1 = V$ vs EB	1	*	*
$C_2 = V_v$ vs $V_s$	1	ns	ns
$C_3 = E_{bv}$ vs EBs	1	ns	ns
$C_4 = V + P_2O_5$ vs V	1	*	*
$C_5 = V + S$ vs V	1	ns	ns
<b>Repetición</b>	2	-	-
<b>Error</b>	28	-	-
<b>Total</b>	44		

ns, \*, \*\* = no significativo; significativos al 5 y 1% de probabilidad, según la prueba de F.

El contraste ajustado para las fuentes ( $C_1$ ), muestra una mayor respuesta al vermicompuesto en relación al estiércol bovino, mientras que, en relación a la localización ( $C_2$  y  $C_3$ ), no se notó diferencia significativa entre los mismos. Se debe destacar los resultados obtenidos con la aplicación conjunta de  $P_2O_5$  y el azufre con el vermicompuesto, respectivamente, de los cuales el primero mostró haber diferencia estadística que favorece a la aplicación conjunta en relación a la aplicación separada del vermicompuesto ( $C_4$ ), no así a la aplicación conjunta del azufre ( $C_5$ ), que mostró ser estadísticamente igual en relación a la aplicación separada del vermicompuesto. Esto parece sugerir que la enmienda orgánica consigue atender la demanda de las plantas en azufre, no ocurriendo lo mismo con el fósforo, es decir, la planta tiene una mayor demanda nutricional en cuanto a éste nutriente de lo proveído por el vermicompuesto. Esto refuerza lo observado en cuanto a la dosis recomendada en este trabajo para ambos nutrientes que son: 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> de azufre y 277,2 kg.ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ . Según Filgueira (1981) resultados obtenidos mediante observaciones hechas, muestra que los efectos superiores de la abonación órgano-química es más perfecta y ventajosa de cualquiera de las dos, utilizadas separadamente.

## CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue conducido el experimento se concluye lo siguiente:

1. El vermicompuesto es la fuente más eficiente en la producción frente al estiércol bovino;
2. La dosis recomendada (DR) para el vermicompuesto es de 7,0 t.ha<sup>-1</sup>; mientras que, para el estiércol bovino 10,0 t.ha<sup>-1</sup>;
3. No hubo diferencia significativa en cuanto a la localización de las fuentes;

4. La aplicación combinada de las fuentes específicamente con  $P_2O_5$  permite obtener mayor producción de bulbo;
5. Las dosis recomendadas de  $P_2O_5$  y S para el cultivo son: 277,2 kg.ha<sup>-1</sup> y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> para bulbo fresco y 278,3 kg.ha<sup>-1</sup> y 32,0 kg.ha<sup>-1</sup> para bulbo curado, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- CASTELLO, R.; CUERDA, J.; GUIÑÁN, S. 1996. Biblioteca práctica agrícola y ganadera: Práctica de los cultivos. Barcelona: Edagricole. v.2, 222 p.
- CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay). 1998. Evaluación de las características propias de las variedades introducidas de cebolla. CETAPAR – JICA, Yguazú, Alto Paraná, PY. 05 – 07p.
- CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay). 1999. Evaluación de las características propias de las variedades introducidas de cebolla). CETAPAR – JICA, Yguazú, Alto Paraná, PY. 02 – 03p.
- FILGUEIRA, F. A. 1981. Manual de olericultura: cultura y comercialização de hortaliças». 2ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres. v.1, 338 p.
- FILGUEIRA, F. A. 1987. ABC da olericultura: Guia da pequena horta. São Paulo: Agronômica Ceres. 164 p.
- KASSAB, A. L. 1986. Cebola. São Paulo: Icone 114 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2002. Plan Agropecuario para el desarrollo sostenible, participativo y descentralizado del sector Agrorural. MAG – Asunción, PY. 51p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Senos y Estadísticas Agropecuarias). 2000. Producción Agropecuaria año Agrícola 1999/2000. MAG – San Lorenzo, PY. 34p.
- MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: Agronomica Ceres. 251p.
- MORTENSEN, E.; BULLARD, E. 1971. Horticultura tropical y sub tropical. 2ª ed. México: AID. 182 p.
- SAITO, T. 1996. Evaluación de las características varietales de las introducciones de cebolla. Yguazú, Alto Paraná, PY: CETAPAR / JICA. P. 25 – 30.
- TURON, J. G.; PÉREZ, M. P. 1997. Biblioteca de la agricultura: Horticultura. Barcelona, España 768 p.