EFECTO DE DOSIS, FUENTES Y FORMAS DE APLICACIÓN DE NITROGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE BULBOS DE CEBOLLA (*Allium cepa*)[1]

Effect of nitrogen, phosphorus and potassium rates, sources and forms upon onion (*Allium cepa*) bulbs yield and quality[1]

Nicasio Rodríguez S.[2], Ciro Belmar N.[2] y Adriana Valenzuela P.[2]

ABSTRACT

Six fertilisation experiments were established in order to study the use of nitrogen, phosphorus and potassium applied at different rates, sources and application forms in onion (*Allium cepa*) cv. Sintética. The study aimed to evaluate the effect of N, P and K fertilisation upon onion bulb production and storage quality. The experiments were carried out during 1993/94 and 1994/95 and the experimental layout was a factorial design with three replications. Yield, plant height, number of leaves, polar and equatorial diameters were measured. During storage the percentage of bulb weight loss and the number of bulbs exhibiting disease symptoms at 65, 97, 132 and 187 days after harvest were measured. Data showed a significant effect of N ($P \leq 0.05$) up to 150 kg N ha^{-1}. Significant effects of P and K rates could not be detected nor statistic interactions between N and P. A statistically significant effect of P applied as Normal Superphosphate was observed. N applications affected the number of leaves and plant height, and a significant increase of bulb diameter was observed with N applications. N applications increased weight losses of stored bulbs only during the season 1993/94. The percentage of diseased onion bulbs was not affected by fertilisation.

Key words: onions, fertiliser rates, fertiliser sources, fertiliser forms.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebollas (*Allium cepa*) se encuentra ampliamente distribuido en el país, ocupando una superficie aproximada de 6.000 hectáreas desde la I hasta la IX Región. Entre los tipos existentes, la cebolla de guarda representa el 74% de la superficie total concentrándose en las regiones V, Metropolitana, VI y VIII (ODEPA, 1994).

La comercialización de cebollas de guarda ha tenido un comportamiento muy dinámico en el mercado nacional desde fines de 1994 (ODEPA, 1994). Los volúmenes transados semanalmente en este mercado durante el mes de julio de 1997 fueron de una cantidad aproximada de 2,5 millones de unidades.

En los mercados internacionales la presencia de la cebolla nacional ha sido tradicional con tendencia a aumentar durante los últimos años. A partir de 1987 los volúmenes exportados han incrementado de 15,6 a 71,8 toneladas (Campos y Covarrubias, 1992). Los principales mercados de destino son Europa y Estados Unidos; además

[1]Recepción originales: 06 de abril de 1998.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán. Chile. E-mail: nrodrigu@quilamapu.inia.cl

se exportan cebollas frescas a Canadá, Latinoamérica y Oriente.

A partir del año 1991 los productores han aumentado el uso de tecnología con el consecuente aumento en el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla (Ruiz y Escaff,1992).

En general las hortalizas son exigentes en fertilidad del suelo, por la permanente extracción de nutrientes en rotaciones intensivas. Además se caracterizan por tener una reducida superficie radicular en relación al peso total, lo que limita la rápida absorción de nutrientes (Bravo,1987). En experiencias realizadas con más de veinte especies de hortalizas, se encontró que la cebolla requiere altos niveles de macronutrientes, principalmente N, para alcanzar altos rendimientos (Foth and Boyd, 1988; Mengel and Kirkby, 1987; Rodríguez, 1993). Los suelos del país presentan severas limitaciones del contenido de N, lo que hace necesario aplicarlo en forma de fertilizante comercial en la cantidad requerida por el cultivo (Rodríguez, 1993).

El N participa en todos los procesos de desarrollo del cultivo. En el período comprendido entre transplante hasta inicio de la formación del bulbo, la demanda de N es baja, aproximadamente la cuarta parte del total requerido (Ruiz y Escaff, 1992). En las etapas iniciales de formación de bulbos es indispensable contar con altas concentraciones de N disponible en el suelo, que es absorbido por la planta para la formación de éstos.

La dosis óptima de N necesaria para altas producciones depende de la disponibilidad de N en el suelo y de los requerimientos de producción económica de bulbos de cebolla.

Con respecto al efecto del fósforo (P) no existen antecedentes nacionales sobre la materia, lo que se puede explicar por las altas disponibilidades de P en el suelo en los sitios de ensayo (Ruiz y Escaff, 1992).

La calidad de guarda de cebollas durante el almacenamiento es una condición importante que influye en la conservación de los bulbos y en los precios que alcanzan en los mercados. La literatura señala que el exceso de N durante el período de crecimiento es negativo en el almacenamiento de bulbos de cebolla (Guerrero, 1992; Domínguez,1987).

Los objetivos planteados en esta investigación fueron los siguientes: determinar la respuesta en el rendimiento total de bulbos de cebolla (*Allium cepa*) cv. Sintética 14 con diferentes dosis de N, P y K aplicado al suelo y las dosis recomendables en producción comercial; determinar el efecto de la fertilización N, P, K sobre el calibre de cebollas, medido como diámetro polar y ecuatorial; evaluar el efecto de la fertilización N, P, K en cambios del crecimiento vegetativo; evaluar la incidencia de dosis de N, P, K sobre la calidad de guarda de cebollas, medido como porcentaje de pérdida de peso y unidades enfermas; determinar el efecto de fuentes y formas de aplicación de N, P sobre la producción y calibre de los bulbos; determinar el efecto de las fuentes y formas de aplicación de N y P sobre la calidad de cebollas de guarda, en porcentaje de pérdida de peso y unidades enfermas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de campo se realizaron durante las temporadas 1993/94 y 1994/95, en el Centro Regional de Investigación Quilamapu, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Provincia de Ñuble, VIII Región.

Los suelos empleados en los sitios de los ensayos corresponden a la Serie Arrayán (Dystrandeps) (CIREN CORFO, 1994), el cual está formado por cenizas volcánicas antiguas depositados sobre un substrato de tobas, materiales fluviales, fluvioglaciales. Son suelos profundos, bien drenados, de textura media, predominando las franco limosas. La topografía es plana a casi plana, la permeabilidad es moderada y el escurrimiento

superficial es lento. El sitio del ensayo corresponde a un suelo Arrayán 3, que se caracteriza por tener una profundidad media de 50 a 80 cm, con excelentes propiedades físicas y alta retención de humedad. Las propiedades químicas se caracterizan por su evolución en el tiempo, relacionado con la intensidad del uso del suelo, la cual le confiere propiedades de baja disponibilidad de nitrógeno (N) y baja a media de fósforo (P), por su alta retención. El potasio (K) en algunos suelos es deficiente debido a la alta extracción que realizan cultivos y praderas.

Las características químicas de los suelos empleados en los ensayos se presentan en el Cuadro 1.

La distancia de plantación fue de 18 cm entre hileras y de 20 cm sobre la hilera. La densidad de plantación fue de 300.000 plantas ha^{-1}. Se empleó cebolla (*Allium cepa*) variedad Sintética 14.

Durante las dos temporadas las raíces se desinfectaron con clorpirifos + cipermetrina (Lorsban) y benomil (Benomilo) en las concentraciones recomendadas. Se aplicó Lorsban 15G al suelo en dosis de 23 kg ha^{-1}. En la primera temporada se realizó una aplicación de Lorsban en dosis de 4 cc L^{-1} para el control de larva de Delia (*Delia* sp.). Las malezas se controlaron en forma manual y con aplicaciones de oxifluorfen (GOAL 2EC) en dosis de 1,5 L ha^{-1}. El método de riego empleado fue el de surcos. El primer riego se efectuó después del trasplante y posteriormente cada ocho días.

Ensayo N° 1 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

En este ensayo los tratamientos corresponden a cuatro dosis de N (0; 75; 150; 225 kg ha^{-1}) y de P (0; 32,7; 65,5; 98,2 kg ha^{-1}). La fuente de N utilizada fue Urea (45% de N) y de P fue Superfosfato Triple (SFT) (20,5% de P). El trasplante se realizó el 7 de octubre de 1993 y el segundo año el 11 de noviembre de 1994. Se usó una dosis basal de 83 kg K ha^{-1} a la forma de KCl.

Ensayo N° 2 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

En este ensayo se evaluaron cinco dosis de K (0; 41,5 ; 83,0 ; 124,5 y 166,0 kg K ha^{-1}). La fuente utilizada fue KCl (49,8% K). Se usó una fertilización base de 150 kg N ha^{-1} y 98,2 kg P ha^{-1} a la forma de Urea y de SFT, respectivamente. Las fechas de trasplante fueron el 13 de octubre de 1993 y el 17 de noviembre de 1994.

Ensayo N° 3 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

En el tercer ensayo se evaluaron ocho fuentes de fertilizantes nitrogenados, comparados entre sí y con un testigo: Urea (45% N), Salitre Sódico (16% N), Salitre Magnésico (16% N), NitroCal (27% N), NitroPlus (22% N), NitroMag (27% N) y Nitrato de Potasio (13% N), en una dosis de 100 kg N ha^{-1}. La fuente de P utilizada fue SFT en una dosis de 65,5 kg P ha^{-1} y K en forma de KCl en dosis de 83 kg K ha^{-1}.

Cuadro 1. Algunas características químicas de los suelos de los ensayos en cada temporada

Table 1 . Chemical characterisation of soils in each experimental season

Temporada	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	pH	MO (%)
1993	25	9,6	222	5,9	15,6
1994	27	14,0	210	5,5	15,9

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional del Suelo. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
MO: Materia Orgánica.

Ensayo N° 4 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

Se evaluaron cinco dosis de P en forma de: Superfosfato Triple (SFT, 20,5% P), Fosfato Diamónico (DAP; 20,5% P), Fosfato Monoamónico (MAP; 21,8% P), Superfosfato Normal (SFN, 8,7% P y Superfosfato Normal Magnésico (SFNMg, 8,7% P).

Las dosis aplicadas fueron 100 kg N ha^{-1}; 43,6 kg P ha^{-1} y 83 kg K ha^{-1}. Las fechas de trasplante fueron el 21 de octubre de 1993 y el 16 de noviembre 1994.

Ensayo N° 5 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

Se evaluó la parcialización del N aplicado en las siguientes formas: a) al voleo superficial durante la plantación; b) al voleo incorporado durante la plantación; c) la mitad al voleo incorporado a la plantación y el resto a los 30 días; d) al voleo a los 30 días postplantación y e) incorporado a los 30 días postplantación. Los trasplantes se realizaron el 15 de octubre de 1993 y el 15 de noviembre de 1994.

Ensayo N° 6 (Temporadas 1993/94 y 1994/95)

Se compararon tres formas de aplicación de P al momento de la plantación: a) localizado en el surco de plantación; b) al voleo incorporado; y c) la mitad al voleo incorporado al suelo y la mitad localizado. Los trasplantes se realizaron el 13 de octubre de 1993 y el 16 de noviembre durante 1994.

En todos los experimentos se empleó el diseño estadístico factorial, dispuesto en el campo como bloques completamente al azar, con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 1,5 x 3 m (4,5 m^2) en todos los ensayos.

A los 90 días después de la plantación se midió la altura de planta y el número de hojas por planta. A la cosecha se midió el rendimiento y calidad de bulbos, unidades con pudriciones (enfermedades fungosas y desórdenes fisiológicos), diámetro polar y ecuatorial.

En relación a postcosecha, a los 65, 97, 160 y 187 días después de la cosecha, se realizaron mediciones de pérdida de peso y pudrición de bulbos almacenados en condiciones ambientales. Los resultados se expresan en porcentajes de pérdida de peso y de plantas enfermas.

El análisis estadístico de los resultados se realizó usando el Análisis de Varianza y las medias se compararon por prueba de Duncan a niveles de significancia del 5%. También se midió la interacción entre N y P. Los datos de rendimiento del ensayo N° 1 se ajustaron a ecuaciones de regresión cuadráticas entre el rendimiento total de bulbos (promedio de las cuatro dosis de P) y las dosis de N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de N y P en el rendimiento de bulbos de cebolla (Ensayo N° 1)

Los resultados en rendimiento de bulbos de cebolla indican un efecto significativo positivo de N durante la segunda temporada. En la primera temporada no se detectaron diferencia en rendimientos con distintas dosis de nitrógeno (Cuadro 2).

No se encontró efecto significativo del fósforo en ambas temporadas, lo que concuerda a lo expresado por Van Lietrop *et al.* (1980) y Ruiz y Escaff (1992), quienes obtuvieron resultados similares, posiblemente por la alta disponibilidad en el suelo al momento de la siembra.

En ambas temporadas no se encontró interacción significativa entre dosis de N y P. Los resultados se ajustaron a una ecuación de regresión cuadrática entre el rendimiento promedio de los cuatro niveles de P y en cada dosis de N aplicada al suelo.

Cuadro 2. Efecto de la dosis de N y P (kg ha^{-1}) sobre el rendimiento (t ha^{-1}) de bulbos de cebolla (*Allium cepa*)

Table 2. Effect of N and P rates (kg ha^{-1}) on onion (*Allium cepa*) bulbs yield

	Rendimiento de bulbos de cebolla (Temporadas)	
Tratamiento	**1993/94**	**1994/95**
Dosis de N		
0	65,3 a	67,4 c
75	64,3 a	78,4 b
150	69,3 a	86,8 a
225	60,7 a	88,4 a
Dosis de P		
0	63,9 a	76,8 a
32,7	62,3 a	78,0 a
65,5	65,6 a	83,4 a
98,2	67,8 a	83,1 a

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

En la Figura 1 se muestra la relación entre dosis de N y producción de bulbos de cebolla en las dos temporadas del ensayo. En las temporadas 1994/95, se observa un aumento de rendimiento significativo hasta la dosis de 150 kg N ha^{-1}, desde 67,4 hasta 86,8 t ha^{-1} (29%) resultando en una eficiencia de producción de 129,3 kg de cebollas por kg de N aplicado, valores que se mantienen a dosis mayores. La curva de respuesta cuadrática muestra un ajuste significativo (R^2 = 0,9968**).

A pesar de haberse normalizado la curva no se alcanzaron rendimientos decrecientes, por lo que no fue posible determinar la dosis óptima económica; en base a la tendencia de la curva podría estimarse en 150 kg N ha^{-1}. Los resultados concuerdan con datos de la literatura, los cuales señalan que la producción de bulbos de cebolla aumenta hasta dosis de 120 a 150 kg N ha^{-1} (Izquierdo, 1992; Ruiz y Escaff, 1992; Wiedenfield, 1986). Este comportamiento puede asociarse con la baja disponibilidad de N en el suelo, siendo necesario fertilizar cuando el suelo no es capaz de suministrar la cantidad necesaria. (Rodríguez, 1993).

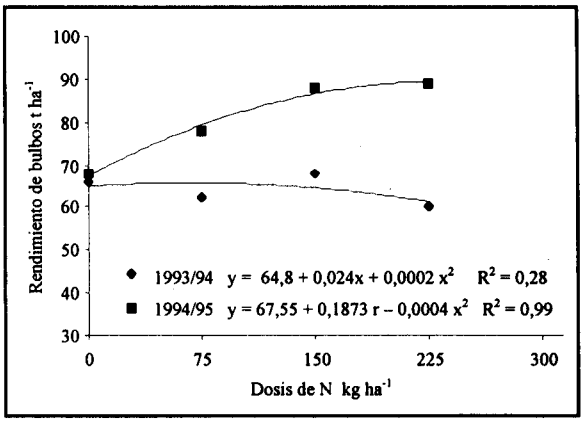

Figura 1. Rendimiento de cebollas con cinco dosis de N.
Figure 1. Yield of onion under five Nitrogen rates.

Efecto del N sobre la calidad de bulbos

En cuanto al comportamiento de las dosis de N sobre la calidad de los bulbos de cebolla se determinó un efecto significativo en la temporada 1993/94, disminuyendo el número de unidades con enfermedades fungosas con el aumento de la aplicación de N (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Ruiz y Escaff (1992), quienes señalan que el número de cebollas de desecho por motivos de pudrición desciende significativamente al aplicar hasta 120 kg N ha^{-1}.

En la última temporada no se encontraron unidades afectadas con enfermedades fungosas, posiblemente debido a la presencia de menores cantidades de inóculo en el suelo.

En las mediciones de diámetro polar y ecuatorial no se encontraron variaciones con las dosis de N durante la temporada 1993. El diámetro polar fue consistentemente mayor en la última temporada del ensayo con el aumento de las dosis de N. Estos resultados concuerdan con lo citado

Cuadro 3. Efecto de la dosis de N sobre parámetros de calidad de cebolla (*Allium cepa*)

Table 3. Effect of N rates upon quality parameters of onion (*Allium cepa*)

Temporada	Dosis N (kg ha^{-1})	Bulbos enfermos (miles u ha^{-1})	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
1993/94	0	6,1 b	7,5 ab	7,3 a
	75	11,6 a	7,7 a	7,3 a
	150	5,0 a	7,7 a	7,4 a
	225	18,8 a	7,4 b	7,2 a
1994/95	0	0,0 a	7,4 c	7,4 c
	75	0,0 a	7,6 b	7,7 b
	150	0,0 a	7,9 a	8,1 a
	225	0,0 a	8,0 a	8,1 a

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

por Ruiz y Escaff (1992), quienes encontraron un aumento de los calibres por efecto de la aplicación de N hasta 120 kg N ha^{-1}. El aumento del calibre se asocia con una alta división celular y una alta demanda de metabolitos orgánicos y de N en las primeras etapas de formación del bulbo.

Efecto del P sobre la calidad de bulbos

No se encontró efecto del P sobre el calibre y pérdidas de peso y pudrición de bulbos de cebolla (Cuadro 4). El efecto del P en los cultivos es más importante durante las primeras etapas del crecimiento y no durante el período de activo crecimiento (Guerrero, 1992; Ruiz y Escaff, 1992; Mengel and Kirkby, 1987).

De acuerdo a lo observado en los ensayos realizados se puede indicar que en general no se observan variaciones en la cantidad de bulbos enfermos ni en los diámetros polar y ecuatorial con el aumento de la fertilización con P.

Efecto del N y P sobre altura de planta y número de hojas de cebollas

En la segunda temporada, aplicaciones entre 75 kg y 150 kg N ha^{-1} entregaron valores superiores al testigo en el crecimiento vegetativo de las plantas, altura de planta y número de hojas, a los 90 días después de la plantación. Cantidades inadecuadas de N inducen bajos niveles de proteína en los puntos de crecimiento, por lo que el ritmo de crecimiento es más lento, presentando plantas atrofiadas y con menor número de hojas (Dominguez,1987; Mengel and Kirkby, 1987; Schwartz and Mohan, 1995).

El P no ejerció efecto que modificara el crecimiento vegetativo. El efecto del P en los cultivos, es más importante durante las primeras etapas del crecimiento y no durante el período de activo crecimiento (Guerrero, 1992; Ruiz y Escaff, 1992, Mengel and Kirkby, 1987).

Efecto del N en el almacenamiento de bulbos

La pérdida de peso durante la conservación de los vegetales frescos se debe básicamente a dos fenómenos: la respiración por la oxidación de los substratos, como carbohidratos, que constituyen parte de la materia seca, y la transpiración por la salida de agua del producto al ambiente (Krarup, 1992; Depestre *et al.*, 1992; Arias, 1992; López, 1992).

Cuadro 4. Efecto de la dosis de P sobre pérdida de peso (%) y bulbos con pudrición almacenados durante dos temporadas

Table 4. Effect of P rates on weight losses (%) and diseased bulbs across two seasons

		Días después de cosecha									
		65		97		132		160		187	
Temporada	Dosis P (kg ha^{-1})	p.p. %	un. %	p.p. %	un. %	p.p. %	un. %	p.p. %	un. %	p.p. %	un. %
1993/94	0	5,7a	0,3a	7,3a	1,7a	10,0a	1,3a	11,4a	2,0a	13,2a	3,2a
	32,7	7,4a	0,2a	8,9a	0,5a	10,9a	2,2a	13,9a	3,1a	16,7a	4,8a
	65,5	5,2a	0,0a	7,0a	1,9a	9,6a	2,4a	11,5a	2,8a	14,1a	4,8a
	98,2	6,2a	0,3a	7,8a	1,0a	10,4a	2,6a	13,9a	1,9a	15,3a	4,7a
1994/95	0	2,1a	0,0a	4,1a	2,4a	5,9a	5,3a	14,0a	7,5a	22,4a	24,8a
	32,7	2,1a	0,2a	4,1a	1,6a	5,4a	5,3a	13,5a	8,0a	22,1a	30,5a
	65,5	2,2a	0,0a	4,0a	0,3a	5,7a	4,3a	12,1a	10,2a	24,4a	28,5a
	98,2	2,4a	0,0a	4,6a	1,7a	6,4a	7,8a	13,9a	9,7a	25,1a	38,1a

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparaciones múltiples de Duncan.
p.p.: pérdida de peso.
un.: unidades.

La pérdida de peso de los bulbos almacenados en condiciones ambientales, desarrollados con cuatro dosis de N, varían entre 5% y 25%, a los 65 y 187 días después de la cosecha, respectivamente, y está relacionada con el aumento de las dosis de N. Se observa que la pérdida de peso aumenta con el tiempo de guarda en las dos temporadas, con una diferencia de 10% entre dosis de N (0 a 225 kg N ha^{-1}). La dosis de 225 kg N ha^{-1} se, relaciona con un porcentaje significativamente mayor de pérdida de peso y mayor pudrición en los bulbos almacenados. Con dosis de 75 a 150 kg N ha^{-1} el porcentaje de pérdida de peso (10%) posibilita almacenar bulbos hasta 160 días después de la cosecha, similar a la máxima pérdida permisible para la comercialización de cebollas. Estos valores concuerdan con lo citado por Depestre *et al.* (1992), quienes reportan porcentajes de pérdida de peso de 5,8% a los 60 días y hasta 26,2% a los 180 días después de la cosecha (Krarup, 1992).

El P no tuvo efecto significativo sobre la pérdida de peso en bulbos de cebolla almacenados en ninguna de las temporadas del ensayo (Cuadro 4).

Respuesta a la aplicación de Potasio. Ensayo N° 2

No existen referencias nacionales que cuantifiquen el efecto de la aplicación de K fertilizante en el comportamiento del rendimiento y calidad de cebolla.

En el ensayo realizado no se encontró respuesta significativa a dosis creciente de potasio en ninguna de las temporadas (Cuadro 5), atribuible a la alta disponibilidad en el suelo (200 ppm). Ruiz y Escaff (1992) señalan que es necesario fertilizar con potasio sólo cuando el análisis de suelo indique valores inferiores a 100 ppm de potasio disponible. El calibre de los bulbos, medidos como diámetro polar y ecuatorial, tampoco presentó cambios significativos con las dosis de K. En cuanto al número de hojas (8 a 10) y altura de planta (61 a 71 cm) no se observaron diferencias significativas cuando se aplicaron dosis de K.

Cuadro 5. Efecto de la dosis de K (kg ha^{-1}) sobre el rendimiento de bulbos de cebolla (t ha^{-1})

Table 5. Effect of K rates (kg ha^{-1}) on onion yields (t ha^{-1})

	Rendimiento de bulbos de cebolla (Temporadas)	
Tratamiento	**1993/94**	**1994/95**
Dosis de K		
0	57,8a	86,1c
50	64,6a	86,8b
100	70,6a	86,8a
150	77,6a	82,4a
200	68,8a	90,1a

Letras distintas representan diferencias significativas al 5%, según prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

En el almacenamiento de bulbos existen efectos significativos entre el tratamiento testigo y dosis de K en el porcentaje de pérdida de peso de los bulbos almacenados a temperatura ambiente. En la temporada 1993/94 hay menor porcentaje de pérdida de peso a los 132 días postcosecha, y en la temporada 1994/95 el efecto del K continúa hasta los 160 días de almacenamiento.

Comparación de fuentes de fertilizante nitrogenado. Ensayo N° 3

En los resultados de rendimiento no se observaron diferencias significativas al utilizar las diferentes fuentes de fertilizante nitrogenado, indicadas por parámetros como rendimiento y calibre del bulbo que no variaron con las fuentes de N utilizadas. La altura de planta y el número de hojas no variaron significativamente con las fuentes de N aplicadas. No se observan diferencias en pérdida de peso y de unidades con pudrición.

Comparación de fuentes de fertilizantes fosforados. Ensayo N° 4

Al comparar las fuentes de P, se observaron diferencias significativas entre productos sólo durante la temporada 1993/94, obteniéndose en ella mayor rendimiento al aplicar SFN y SFMg, efecto que podría estar relacionado con el azufre y magnesio contenidos en estos productos fertilizantes. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con aplicaciones de MAP y DAP (Figura 2).

En el período de guarda, los resultados de pérdida de peso y unidades con pudrición no mostraron respuesta significativa a las fuentes fosforadas.

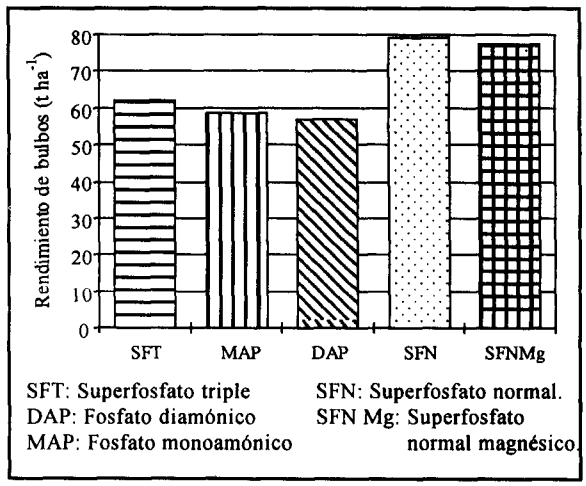

Figura 2. Rendimiento de bulbos de cebolla con cinco fuentes fosforadas. 1994.

Figure 2. Yield of onion under five Phosphorus sources. 1994.

Comparación de formas de aplicación del nitrógeno. Ensayo N° 5

La forma de aplicar el N en forma de Urea no fue significativa en la temporada 1993/94 (Cuadro 6). En la temporada 1994/95 se obtuvo el rendimiento más alto de 84,3 t ha^{-1} cuando se aplicó al voleo a los 30 días después de plantación. Similar efecto significativo se obtuvo al parcializar el N a la plantación y después de 30 días. Los menores rendimientos se encontraron al aplicar la totalidad del nitrógeno al trasplante.

La cantidad de hojas no fue significativa en ninguna temporada. La altura de planta presentó respuestas significativas durante la temporada 1994/95, presentando mayor altura al fertilizar con Urea al voleo a los 30 días después de plantación o bien al parcializar el N a la plantación y a los 30 días.

Cuadro 6. Efecto de la forma de aplicación del N sobre rendimientos (t ha^{-1}) de bulbos de cebolla (*Allium cepa*)

Table 6. Effect of N application form on onion (*Allium cepa*) yield (t ha^{-1})

Tratamientos / Temporadas	Rendimiento (t ha^{-1}) 1993/94	1994/95
Al voleo superficial plantación	55,4a	77,7ab
Al voleo incorp. plantación	58,9a	69,8a
Voleo ½ en plantación - ½ 30días	63,2a	80,1b
Al voleo a los 30 días postplant.	67,7a	84,3b
Incorp. a los 30 días postplant.	66,6a	80,2b

Letras distintas representan diferencias significativas al 5%, según prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

La forma de aplicación de N no influye significativamente en la calidad de las cebollas durante el período de almacenamiento de los bulbos.

Comparación de formas de aplicación de fósforo. Ensayo N° 6

La forma de aplicación de P no afectó el rendimiento, calibre de bulbos, altura de planta y número de hojas, consecuencia de la nula incidencia de la fertilización fosforada en el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las condiciones del ensayo permiten extraer las siguientes conclusiones:

- Las cebollas responden positivamente en rendimiento a aplicaciones de nitrógeno, hasta dosis de 150 kg N ha^{-1}. El rango entre 75 y 150 kg N ha^{-1} es el más recomendable para producciones comerciales y con el cual se obtienen los mayores aumentos de producción. El P no tuvo efecto significativo.

- El calibre de los bulbos de cebolla aumentó significativamente al incrementar las dosis de N; el P incorporado al suelo no determina cambios significativos en el tamaño de los bulbos de cebolla.

- En los bulbos almacenados, a los cuales se aplicó diferentes dosis de N en producción, la disminución de peso fue mayor en aquellos tratamientos con altas dosis de N. Las menores pérdidas de peso se obtuvieron con la aplicación de 75 a 100 kg N ha^{-1}. La fertilización de N y P no incidió en bulbos con pudrición.

- Las dosis de K no influyeron sobre la producción, calibre, altura de planta y número de hojas.

- En los suelos trumaos del ensayo la mejor respuesta en rendimiento se obtuvo al aplicar SFN. La producción más baja se observó al aplicar MAP y DAP.

- La mayor respuesta en rendimiento y altura de planta, se obtuvo al aplicar el N al voleo a los 30 días después del trasplante. El calibre de bulbo y el almacenamiento no mostraron diferencias significativas con las formas de aplicación de fósforo.

RESUMEN

Se establecieron seis ensayos para estudiar el uso de N, P y K en diferentes cantidades, fuentes y formas de aplicación en cebollas (*Allium cepa*) cultivar Sintética 14. Los objetivos fueron evaluar el efecto de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción y evaluar la influencia de la fertilización N, P y K sobre la calidad de guarda. Los ensayos fueron realizados durante las tem-

poradas agrícolas 1993/94 y 1994/95, en el Campo Experimental Quilamapu, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, ubicado en la ciudad de Chillán, Chile. El diseño experimental fue un factorial con tres repeticiones. Se midió el rendimiento de bulbos, altura de planta, número de hojas y el diámetro polar y ecuatorial. Durante el almacenamiento se midió el porcentaje de disminución de peso y el número de unidades con enfermedades fungosas, a los 65, 97, 132 y 187 días después de la cosecha. Los resultados muestran diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de N sobre el rendimiento hasta la dosis de 150 Kg N ha^{-1}. No se encontró efecto de P y K sobre rendimiento. No se observó interacción entre N y P. La fuente de P como SFN fue significativamente diferente a las demás comparadas. La aplicación de dosis de N tiene efecto sobre el número de hojas y altura de plantas. El calibre de los bulbos se incrementa significativamente con las dosis de N. Durante el almacenaje de los bulbos las dosis de N incrementaron las pérdidas de peso solamente en la temporada 1993/94. El porcentaje de bulbos de cebolla con enfermedades fungosas durante el almacenamiento no fue afectada por la fertilización.

Palabras claves: cebollas, dosis, fuentes, formas.

LITERATURA CITADA

ARIAS, C. 1992. Situación general del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. *In:* Producción, Postcosecha y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago, Chile. p. 219-224.

BRAVO, A. 1987. Monografías Hortícolas. Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 135 p.

CAMPOS, A. Y COVARRUBIAS, C. 1992. Análisis Económico del Cultivo de la Cebolla. *In:* Primer Curso-Taller de Cebollas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile. p. 6.3-6.22.

CIREN CORFO. 1994. Descripciones de Suelos, Materiales y Suelos. Estudio Agroecológico Precordillera VIII Región. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Corporación de Fomento a la Producción (CORFO). p. 29-36.

DEPESTRE, T.; ALVAREZ, R.; MUÑOZ, L.; ENRÍQUEZ, I. Y CEREZAL, P. 1992. Cebolla: Manejo de la Producción, Agroindustria y Producción de Semilla en Condiciones Tropicales. *In:* Producción, Postcosecha y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago, Chile. p. 135-172.

DOMÍNGUEZ, A. 1987. Tratado de Fertilización. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 587 p.

FOTH, H. AND BOYD, E. 1988. Soil Fertility. Toronto. USA. 211 p.

GUERRERO, A. 1992. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los Cultivos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 206 p.

IZQUIERDO, J. 1992. Hortalizas: Situación del sector e importancia de su desarrollo en América Latina y El Caribe. *In:* Producción, Postcosecha y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago, Chile, p. 23-41.

KRARUP, C. 1992. Manejo Post-Cosecha de Cebollas. *In:* Primer Curso-Taller de Cebollas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile. p. 5.12-5.22.

LÓPEZ, A. 1992. Principios Básicos de la Postcosecha de Frutas y Hortalizas con especial énfasis en Ajo, Cebolla y Tomate. *In:* Producción, Postcosecha y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago, Chile. p. 135-172.

MENGEL, K. AND KIRBY, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. 4th ed. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 687 p.

ODEPA. 1994. El mercado de cebolla de guarda. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Mercados Agropecuarios N° 24. p. 3-8.

RODRÍGUEZ, J. 1993. La Fertilización de los Cultivos. Un método Racional. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 287 p.

RUIZ, R. Y ESCAFF, M. 1992. Nutrición y Fertilización de la Cebolla. *In:* Primer Curso-Taller de Cebollas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile. p. 3.29-3.38.

SCHWARTZ, H. AND MOHAN, K. 1995. Compendium of Onion and Garlic Diseases. The American Phytopathological Society 54 p.

VAN LIEROP, W.; MARTEL, A. AND CESCA, M. 1980. Optimal Soil pH and Sufficiency Concentrations of N, P and K for maximum Alfalfa and Onion Yields on Acid Organic Soil. Can. Journal Soil Science 60: 107-117.

WIEDENFIEL, R. 1986. Rate, Timing, and Slow-release Nitrogen Fertilizers on Cabbage and Onions. Hort. Sc. 21 (2): 236-238.